

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(ГОССТРОЙ СССР)

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел В

Глава 3

## СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-V.3-72

ЗАМЕНЕН	СНиП II-23-81 (чех)
ОСНОВАНИЕ	с 1.01.1982 г. (наименование источника, его №, номер г. тр., дата)

ИЗМЕНЕН (дополнен)	(чех)
В части пунктов 5.2 и 10.34. таблиц 2 и 30 (пункт)	
ОСНОВАНИЕ	наименование источника, №, дата г. тр.)

(БСТ № 42, 1976г)

2) Поет. Эксперт СССР от 24.06.76 г.  
№94 (БСТ № 10, 1976г.)

3) БСТ № 2, 1979 г.  
Москва 1974

4) БСТ № 4, 1979 г.

5) БСТ № 4, 1980 г.

6) БСТ № 9, 1980 г.

7) БСТ № 10, 1981 г.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(ГОССТРОЙ СССР)

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II, раздел В

Глава 3

## СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

СНиП II-B.3-72

*Утверждены  
Государственным комитетом Совета Министров СССР  
по делам строительства  
29 декабря 1972 г.*



Москва  
Стройиздат  
1974

Глава СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования» разработана в развитие главы СНиП II-A.10-71 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования».

С введением в действие настоящей главы СНиП утрачивают силу:

глава СНиП II-B.3-62 «Стальные конструкции. Нормы проектирования» (издания 1963 и 1969 гг.);

глава СНиП I-B.12-62 «Металлы и металлические изделия» (издания 1963 и 1964 гг.);

«Указания по проектированию стальных конструкций с применением гнутых профилей» (СН 247-63);

«Временные указания по применению высокопрочных болтов при изготовлении и монтаже стальных строительных конструкций» (СН 299-64);

«Указания по эффективному применению низколегированной стали в строительных металлоконструкциях» (СН 316-65);

«Указания по проектированию, изготовлению и монтажу стальных конструкций транспортных галерей» (СН 341-65);

«Временные указания по проектированию стальных конструкций из сталей высокой прочности» (СН 347-66);

«Указания по проектированию, изготовлению и монтажу строительных стальных конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур» (СН 363-66);

изменение главы СНиП II-B.3-62\* «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденное постановлением Госстроя СССР от 23 июня 1971 г. № 67;

письмо Госстроя СССР от 25 октября 1971 г. № НК-3507-1 «О применении проката из углеродистой стали в стальных строительных конструкциях в связи с вводом в действие с 1 января 1972 г. ГОСТ 380—71».

Настоящие нормы разработаны Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом строительных конструкций (ЦНИИСК) им В. А. Кучеренко, Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектным институтом строительных металлоконструкций (ЦНИИПроектстальконструкция) Госстроя СССР и Московским ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительным институтом (МИСИ) им. В. В. Куйбышева Минвуза СССР.

Все возможные изменения ГОСТов должны учитываться при пользовании настоящей главой.

Редакторы — инженеры Ф. М. ШЛЕМИН, В. Г. КРИВОШЕЯ (Госстрой СССР), д-р техн. наук проф. В. А. БАЛДИН, канд. техн. наук И. Л. ПИМЕНОВ (ЦНИИСК Госстроя СССР), инж. М. Я. ЛАУТ (ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР), д-р техн. наук проф. К. К. МУХАНОВ (МИСИ им. В. В. Куйбышева)

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП II-B. 3-72
	Стальные конструкции. Нормы проектирования	Взамен: глав СНиП II-B.3-62 и I-B.12-62; СН 247-63; СН 299-64; СН 316-65; СН 341-65; СН 347-66; СН 363-66

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящие нормы распространяются на проектирование стальных конструкций зданий и сооружений.

Примечания: 1. Настоящие нормы не распространяются на проектирование стальных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов.

2. При проектировании стальных конструкций, находящихся в особых условиях эксплуатации (например, конструкций доменных печей, мачт и башен, листовых конструкций различного назначения, конструкций зданий, подвергающихся интенсивным температурным воздействиям или воздействиям агрессивных сред, конструкций гидротехнических сооружений и т. п.), конструкций уникальных зданий и сооружений, а также специальных видов конструкций (например, предварительно-напряженных, пространственных и т. п.) должны учитываться дополнительные требования, отражающие особенности работы этих конструкций, предусмотренные соответствующими нормативными документами, утвержденными или согласованными Госстроем СССР.

1.2. При проектировании стальных конструкций зданий и сооружений следует соблюдать также требования соответствующих нормативных документов, утвержденных или согласованных Госстроем СССР.

1.3. При проектировании стальных конструкций надлежит:

а) соблюдать требования технических правил по экономному расходованию основных строительных материалов;

б) выбирать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы сооружений, сечения элементов и классы стали;

в) компоновать здания и сооружения, как правило, из унифицированных типовых или стандартных элементов;

г) применять экономичные профили проката;

д) применять прогрессивные конструкции (предварительно-напряженные, вантовые, тонколистовые и комбинированные, конструкции из двух марок стали, конструкции, выполняющие как несущие, так и ограждающие функции, пространственные системы из стандартных элементов и др.);

е) предусматривать возможность поточного изготовления конструкций и их крупноблочного монтажа;

ж) предусматривать применение заводских и монтажных соединений прогрессивных типов (механизированная сварка под флюсом или в защитном газе, контактная сварка, соединения на высокопрочных болтах, клееболтовые соединения и др.).

1.4. При проектировании стальных конструкций надлежит выполнять требования, предусмотренные главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии и другими нормативными документами.

Увеличение толщины листовой и профильной стали или толщины стенок труб в целях увеличения срока службы конструкций допускается лишь в случаях невозможности защиты их от коррозии. Увеличение толщины стали должно быть обосновано соответствующим расчетом. Все конструкции, как правило, должны быть доступны для наблюдения, очистки, окраски, а также не должны задерживать влагу и затруднять проветривание. Замкнутые профили должны быть герметизированы.

Внесены Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-иссле- дательским институтом строительных конструкций им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 29 декабря 1972 г.	Срок введения 1 июля 1973 г.
---	--	---------------------------------

1.5. Прочность и устойчивость стальных конструкций должны быть обеспечены как в процессе эксплуатации, так и при транспортировании и монтаже.

1.6. Стальные конструкции следует рассчитывать как единые пространственные системы. При разделении таких систем на отдельные плоские конструкции следует учитывать совместную работу смежных элементов.

При расчете стальных конструкций надлежит, как правило, учитывать физическую нелинейность, возникающую при работе конструкций в упруго-пластической стадии, и геометрическую нелинейность, вызванную перемещением элементов конструкций.

## 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ,

2.1. В зависимости от механических свойств при растяжении все стали, применяемые для стальных конструкций, подразделяются на условные классы прочности, именуемые в дальнейшем тексте «классами стали»: С 38/23, С 44/29, С 46/33, С 52/40, С 60/45, С 70/60, С 85/75 согласно табл. 1.

Таблица 1.

Классы стали для строительных конструкций

Класс стали	Механические свойства при растяжении		
	временное сопротивление $\sigma_B$ в кгс/см <sup>2</sup>	предел текучести* $\sigma_T$ в кгс/см <sup>2</sup>	относительное удлинение $\delta_5$ в %
	Не ниже		
С 38/23	3800	2300	25
С 44/29	4400	2900	21
С 46/33	4600	3300	21
С 52/40	5200	4000	19
С 60/45	6000	4500	16
С 70/60	7000	6000	12
С 85/75	8500	7500	10

\* При отсутствии выраженной площадки текучести за предел текучести принимается напряжение, соответствующее остаточному относительному удлинению 0,2% ( $\sigma_{0,2}$ ).

Примечание. Цифры в индексе класса обозначают: числитель — минимальная величина временного сопротивления на разрыв по ГОСТ (в кгс/мм<sup>2</sup>), знаменатель — минимальная величина предела текучести по ГОСТ (в кгс/мм<sup>2</sup>).

2.2. Марки стали, соответствующие указанным в п. 2.1 классам стали, приведены в приложении 1.

Эти расчеты надлежит выполнять в соответствии с указаниями нормативных документов или руководств, утвержденных или согласованных в установленном порядке.

1.7. Классы и марки стали, типы электродов и материалы для механизированной сварки, а также в необходимых случаях дополнительные требования к поставляемой стали, предусмотренные ГОСТами или техническими условиями, должны указываться на рабочих (КМ) и детализовочных (КМД) чертежах стальных конструкций и в документации по заказу.

Физические характеристики материалов, применяемых для стальных конструкций (объемный вес, коэффициент линейного расширения, модуль упругости и коэффициент поперечной деформации), приведены в приложении 2.

2.3. В зависимости от ответственности конструкций и условий их эксплуатации все конструкции разбиваются на 9 групп. Группы и примерный перечень конструкций, а также данные для выбора марок стали приведены в приложении 1.

2.4. Выбор марок стали в пределах каждой группы и каждого диапазона расчетных температур производится на основании данных технико-экономических расчетов.

При соответствующем технико-экономическом обосновании стали марок, рекомендуемых для конструкций I группы, допускается применять для конструкций всех последующих групп при соответствующих диапазонах расчетных температур; стали марок, рекомендуемых для конструкций II группы, допускается применять для конструкций всех последующих групп. При этом характеристика ударной вязкости должна соответствовать требованиям к стали для данной группы конструкций при данных расчетных температурах.

При соответствующем технико-экономическом обосновании стали марок, применяемых при низких расчетных температурах, могут быть использованы в той же группе конструкций при более высоких расчетных температурах.

2.5. Сталь, применяемая для металлических конструкций, должна удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов или технических условий. Условия поставки стали для

сварных конструкций должны оговариваться на рабочих (КМ) и деталировочных (КМД) чертежах стальных конструкций и в документации по заказу.

2.6. Отливки (опорные части и т. п.) для стальных конструкций надлежит проектировать из углеродистой стали марок 15Л, 25Л, 35Л и 45Л, удовлетворяющей требованиям групп отливок 2 или 3 по ГОСТ 977—65\*, а также из серого чугуна марок Сч 12-28, Сч 15-32, Сч 18-36, Сч 21-40, Сч 24-44 и Сч 28-48, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 1412—70.

2.7. Для сварки стальных конструкций следует применять материалы, соответствующие классу свариваемых сталей и обеспечивающие требуемые свойства сварных соединений и надлежащую технологию их выполнения. Перечень материалов для механизированной и ручной сварки и указания по их применению приведены в приложении 3.

2.8. Заклепки надлежит применять из углеродистой стали марки Ст 2, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 499—70, а также из низколегированной стали марки 09Г2, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 5058—65\*.

2.9. Болты грубой, нормальной и повышенной точности из углеродистых и легированных сталей классов и марок по табл. 1 ГОСТ 1759—70\* надлежит применять:

а) в соединениях, воспринимающих сдвигающие или растягивающие усилия, определяемые по расчету, при расчетной температуре минус 40° С и выше:

болты классов 4.6 и 5.6 грубой точности по ГОСТ 15589—70\* или ГОСТ 15591—70\* и нормальной точности по ГОСТ 7798—70\* или ГОСТ 7796—70\*, изготовленные по технологии 3 приложения 1 с дополнительными испытаниями по пп. 1, 3, 4 и 7 табл. 10 ГОСТ 1759—70\*;

б) в соединениях, воспринимающих сдвигающие или растягивающие усилия, определяемые по расчету, при расчетной температуре минус 65° С и выше:

болты класса 8.8 нормальной точности по ГОСТ 7798—70\* или ГОСТ 7796—70\* и повышенной точности по ГОСТ 7805—70\* или ГОСТ 7808—70\* из стали марок 35Х и 38ХА с дополнительными испытаниями по пп. 1, 3 и 7 табл. 10 ГОСТ 1759—70\*.

Примечания: 1. При соответствующем технико-экономическом обосновании болты класса 5.6 разрешается заменять на болты класса 4.8 по ГОСТ 1759—70\*. Болты класса 4.8 должны применяться с дополнительными испытаниями по пп. 1 и 5 табл. 10 ГОСТ 1759—70\* и с расчетными сопротивлениями по классу 5.6 табл. 7, пониженными на 5%.

2. При заказе болтов классов 4.6 и 4.8, в соответствии с п. 1.4 ГОСТ 1759—70\*, необходимо указать, что не допускается применение кипящих или автоматных сталей.

3. При заказе болтов класса 8.8, в соответствии с п. 1.7 ГОСТ 1759—70\*, требуется указать, кроме класса, также и марки стали 35Х или 38ХА.

4. В соответствии с п. 1.9 ГОСТ 1759—70\*, при технико-экономическом обосновании, по соглашению между потребителем и изготовителем, для болтов допускается применение и других марок стали с гарантиями по ударной вязкости в соответствии с приложением 1;

в) в соединениях, не воспринимающих сдвигающих усилий, определяемых по расчету, при расчетной температуре минус 40° С и выше разрешается применять болты с подголовником грубой или нормальной точности в соответствии с классами прочности и дополнительными испытаниями по п. 2.9, а;

г) в нерасчетных соединениях при температуре минус 65° С и выше разрешается применять болты с подголовником грубой и нормальной точности классов прочности по п. 2.9, а без дополнительных испытаний.

2.10. Анкерные болты надлежит применять из углеродистых и низколегированных сталей:

а) при расчетной температуре минус 40° С и выше — из стали марки ВСт3кп2 (ГОСТ 380—71\*) или, при соответствующем обосновании, из стали марок 09Г2С и 10Г2С1 (ГОСТ 5058—65\*);

б) при расчетной температуре от минус 40° С до минус 65° С — из стали марок 09Г2С и 10Г2С1 по ГОСТ 5058—65\* с гарантиями по ударной вязкости не ниже 3 кгс·м/см<sup>2</sup> при температуре испытания минус 40° С.

2.11. Высокопрочные болты надлежит применять из углеродистой стали 35 по ГОСТ 1050—60\*\* или из легированных сталей 40Х по ТУ 14-4-87-72, 40ХФА и 38ХС по ГОСТ 4543—71, термически обработанных в готовом изделии (болте). Временное сопротивление разрыву после термической обработки должно быть не ниже 8000 кгс/см<sup>2</sup> — для болтов из стали 35, 11 000 кгс/см<sup>2</sup> — для болтов из стали 40Х, 13 500 кгс/см<sup>2</sup> — для болтов из стали 40ХФА и 38ХС.

### 3. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ

#### РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

3.1. Расчетные сопротивления прокатной стали, отливок, а также сварных, заклепочных и болтовых соединений следует принимать по табл. 2—7.

Примечания: 1. Значения расчетных сопротивлений растяжению прокатной стали, отливок, сварных, заклепочных и болтовых соединений получены делением (с округлением) значений нормативных сопротивлений на коэффициенты безопасности по материалам  $K$ .

2. Значения расчетных сопротивлений прокатной стали срезу и смятию получены делением (с округлением) нормативных сопротивлений на коэффициенты безопасности по материалам  $K$  и умножением на соответствующие коэффициенты перехода.

3. При применении для угловых швов сварочных материалов, соответствующих стали более высокого класса (см. п. 3 приложения 3), расчетные сопротивления сварных соединений следует принимать как для более высокого класса стали, но не выше чем  $1,4R_y^{\text{ст}}$  (где  $R_y^{\text{ст}}$  — расчетное сопротивление по табл. 5, соответствующее классу стали данной конструкции). При этом необходимо произвести проверку прочности на срез основного металла на границе сплавления со швом.

4. Для заклепочных и болтовых соединений (табл. 6 и 7) значения расчетных сопротивлений растяжению и срезу принимаются по классу или марке стали заклепок или болтов, значения расчетных сопротивлений смятию — по классу стали соединяемых элементов конструкций.

5. В необходимых случаях приведенные в табл. 2—7 значения расчетных сопротивлений понижаются умножением на коэффициенты условий работы  $m$  элементов стальных конструкций по табл. 8.

6. Для особо ответственных конструкций значения расчетных сопротивлений понижаются в необходимых случаях делением на коэффициент надежности  $K_n$  согласно указаниям соответствующих глав СНиП и издаваемых в развитие настоящей главы СНиП нормативных документов.

7. При расчете конструкций на выносливость расчетные сопротивления понижаются умножением на коэффициент  $\gamma$  по указаниям п. 8.2.

3.2. За расчетное сопротивление растяжению высокопрочной стальной проволоки, применяемой в виде пучков или прядей, принимается значение временного сопротивления разрыву проволоки, установленное соответствующими ГОСТами, деленное на коэффициент безопасности по материалу 1,6.

3.3. Расчетное сопротивление (усилие) при растяжении стального каната принимается равным значению разрывного усилия каната в целом, установленному ГОСТами или заводскими сертификатами, деленному на коэффициент безопасности по материалу 1,6.

3.4. Значения расчетных сопротивлений (усилий) высокопрочной стальной проволоки и стальных канатов в необходимых случаях понижаются умножением на коэффициенты условий работы ( $m$ ) соединений конструкций и сооружений, устанавливаемые соответствующими главами СНиП или издаваемыми в развитие настоящей главы СНиП нормативными документами.

Таблица 2

Расчетные сопротивления  $R$  прокатной стали

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> прокатной стали класса						
		C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
Растяжение, сжатие и изгиб . . . . .	$R$	2100 (2600)	2600 (3000)	2900 3100	3400	3800	4400	5300
Срез . . . . .	$R_{\text{ср}}$	1300	1500	1700	2000	2300	2600	3100
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) . . . . .	$R_{\text{см-т}}$	3200	3900	4300	5100	5700	6500	8000
Смятие местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании . . .	$R_{\text{см-м}}$	1600	2000	2200	2500	2900	3300	3900
Диаметральное сжатие катков при свободном касании (в конструкциях с ограниченной подвижностью) . . . . .	$R_{\text{с-к}}$	80	100	110	130	150	180	200

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления стали растяжению для конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Указанные в табл. 2 значения расчетных сопротивлений установлены для прокатной стали при толщинах, не превышающих величин, приведенных в приложении 1. При этом для прокатных двутавровых и швеллерных профилей за толщину стали принимается толщина стенки.

Продолжение табл. 2

3. При толщине прокатной стали, превышающей величины, приведенные в приложении 1, а также для марок стали, не указанных в этом приложении, значения расчетных сопротивлений растяжению, сжатию и изгибу (основные) назначаются в соответствии со значениями предела текучести или временного сопротивления разрыву, устанавливаемыми ГОСТами, техническими условиями или соглашениями между потребителем и поставщиком и принимаемыми за нормативные сопротивления стали. При этом коэффициенты безопасности по материалам увеличиваются на 5% по сравнению со значениями, принятыми при назначении расчетных сопротивлений, приведенных в табл. 2. Производные расчетные сопротивления определяются путем умножения значения основного расчетного сопротивления на соответствующие коэффициенты перехода.

4. Расчетные сопротивления прокатной стали класса С38/23 (кроме марки 09Г2С) принимаются при толщинах: а) от 31 до 40 мм  $R=1900$  кгс/см<sup>2</sup>; б) от 41 до 160 мм  $R=1700$  кгс/см<sup>2</sup>.

Таблица 3

Расчетные сопротивления  $R$  отливок из углеродистой стали

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> отливок из углеродистой стали марки			
		15Л	25Л	35Л	45Л
Растяжение, сжатие и изгиб . . . . .	$R$	1500	1800	2100	2500
Срез . . . . .	$R_{ср}$	900	1100	1300	1500
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) . . . . .	$R_{см-т}$	2300	2700	3200	3700
Смятие местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании . . . . .	$R_{см-м}$	1100	1300	1600	1800
Диаметральное сжатие катков при свободном касании (в конструкциях с ограниченной подвижностью) . . . . .	$R_{с-к}$	60	70	80	100

Таблица 4

Расчетные сопротивления  $R$  отливок из серого чугуна

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> отливок из серого чугуна марки		
		Сч 12-28, Сч 15-32	Сч 18-36, Сч 21-40	Сч 24-44, Сч 28-48
Сжатие центральное и при изгибе . . . . .	$R_c$	1600	1800	2100
Растяжение при изгибе . . . . .	$R_H$	450	600	800
Срез . . . . .	$R_{ср}$	350	450	600
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) . . . . .	$R_{см-т}$	2400	2700	3200

Расчетные сопротивления  $R^{св}$  сварных соединений

Таблица 5

Сварные соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> сварных соединений в конструкциях из стали класса						
			С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
Встык	Сжатие . . . . .	$R_c^{св}$	2100	2600	2900	3400	3800	4400	5300
	Растяжение:								
	а) автоматическая сварка; полуавтоматическая и ручная сварка с физическим контролем качества швов . . . . .	$R_p^{св}$	2100 (2600)	2600 (3000)	2900 (3100)	3400	3800	4400	5300
	б) полуавтоматическая и ручная сварка . . . . .	$R_p^{св}$	1800	2200	2500	—	—	—	—



Продолжение табл. 5

Сварные соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> сварных соединений в конструкциях из стали класса						
			C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
Встык	Срез . . . . .	$R_{ср}^{св}$	1300	1500	1700	2000	2300	2600	3100
Угловые швы	Срез . . . . .	$R_y^{св}$	1500	1800	2000	2200	2400	2800	3400

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления растяжению сварных соединений встык, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Сварные соединения всех видов должны подвергаться визуальному контролю качества швов (наружный осмотр, измерение швов), а физический контроль качества швов (рентгено- и гаммаграфирование, ультразвуковая дефектоскопия, магнитографический способ) является дополнением к визуальному.

3. Для элементов из стали разных классов расчетное сопротивление сварного соединения встык принимается равным расчетному сопротивлению соединения встык из менее прочной стали.

4. Расчетные сопротивления сварных соединений встык установлены для швов, выполненных двухсторонней сваркой или односторонней с подваркой корня шва.

5. При применении в соединяемых элементах конструкций проката более толстого, чем указано в приложении 1, расчетные сопротивления сварных соединений устанавливаются в соответствии с расчетными сопротивлениями основного металла (примечание 3 к табл. 2).

Таблица 6

Расчетные сопротивления  $R_{закл}$  заклепочных соединений

Напряженное состояние и группа соединения	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup>					
		среза и растяжению заклепок из стали марки		смятию соединяемых элементов конструкций из стали класса			
		Ст. 2	09Г2	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40
Срез В } Срез С } . . . . .	$R_{ср}^{закл}$	1800 1600	2200 —	— —	— —	— —	— —
Смятие В } Смятие С } . . . . .	$R_{см}^{закл}$	— —	— —	4200 3800	5200 —	5800 —	6800 —
Растяжение (отрыв головок)	$R_p^{закл}$	1200	1500	—	—	—	—

Примечания: 1. К группе В относятся соединения, в которых заклепки поставлены в отверстия:

а) сверленные на проектный диаметр в собранных элементах;

б) сверленные на проектный диаметр в отдельных элементах и деталях по кондукторам;

в) сверленные или продавленные на меньший диаметр в отдельных деталях с последующим рассверливанием до проектного диаметра в собранных элементах.

К группе С относятся соединения, в которых заклепки поставлены в продавленные отверстия или в отверстия, сверленные без кондуктора в отдельных деталях (без последующего рассверливания).

2. При применении заклепок с потайными или полупотайными головками значения расчетных сопротивлений заклепочных соединений срезу и смятию понижаются умножением на коэффициент 0,8. Работа указанных заклепок на растяжение не допускается.

3. При применении в соединяемых элементах конструкций проката более толстого, чем указано в приложении 1, расчетные сопротивления смятию устанавливаются в соответствии с указаниями примечания 3 к табл. 2.

Таблица 7

Расчетные сопротивления  $R^b$  болтовых соединений

Болты	Соединения	Напряженное состояние и группа соединения	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см²									
				растяжению и срезу болтов из стали						смятию соединяемых элементов конструкций из стали класса			
				класса			марки						
				4.6	5.6	8.8	ВСт3кп2	09Г2С	10Г2С1	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40
Повышенной точности	Одноболтовые и многоболтовые	Растяжение	$R_p^b$	—	—	4000	—	—	—	—	—	—	—
		Срез В	$R_{ср}^b$	—	—	3000	—	—	—	—	—	—	—
		Смятие В	$R_{см}^b$	—	—	—	—	—	—	3800	4700	5200	6100
Нормальной точности	Одноболтовые	Растяжение	$R_p^b$	1700	2100	4000	—	—	—	—	—	—	—
		Срез	$R_{ср}^b$	1500	1700	3000	—	—	—	—	—	—	—
		Смятие	$R_{см}^b$	—	—	—	—	—	—	3800	4700	5200	6100
	Многоболтовые	Растяжение	$R_p^b$	1700	2100	4000	—	—	—	—	—	—	—
		Срез	$R_{ср}^b$	1300	1500	2500	—	—	—	—	—	—	—
		Смятие	$R_{см}^b$	—	—	—	—	—	—	3400	4200	4600	—
Грубой точности	Одноболтовые	Растяжение	$R_p^b$	1700	2100	—	—	—	—	—	—	—	—
		Срез	$R_{ср}^b$	1500	1700	—	—	—	—	—	—	—	—
		Смятие	$R_{см}^b$	—	—	—	—	—	—	3800	—	—	—
	Многоболтовые	Растяжение	$R_p^b$	1700	2100	—	—	—	—	—	—	—	—
		Срез	$R_{ср}^b$	1300	1500	—	—	—	—	—	—	—	—
		Смятие	$R_{см}^b$	—	—	—	—	—	—	3400	—	—	—
Анкерные	—	Растяжение	$R_p^a$	—	—	—	1400	1700	1900	—	—	—	

Примечания: 1. Характеристику группы В болтового соединения см. в примечании 1 к табл. 6.  
 2. При применении в соединяемых элементах конструкций проката более толстого, чем указано в приложении 1; расчетные сопротивления смятию устанавливаются в соответствии с указаниями примечания 3 к табл. 2.

Таблица 8

Коэффициенты условий работы  $m$  элементов стальных конструкций

Элементы конструкций	$m$
1. Сплошные балки и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т. п. при весе перекрытий, равном или большем полезной нагрузки	0,9
2. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки ферм покрытий и перекрытий (например, стропильных и аналогичных им ферм) при гибкости их $\lambda \geq 60$	0,8
3. Сжатые раскосы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемых к поясам одной полкой:	
а) при помощи сварных швов или двух и более болтов или заклепок, поставленных вдоль уголка: при перекрестной решетке с совмещенными в смежных гранях узлами (рис. 9, б)	0,9
б) при помощи одного болта или одной заклепки	0,8

Продолжение табл. 8

Элементы конструкций	$m$
б) при помощи одного болта или одной заклепки . . . . .	0,75
4. Подкрановые балки под краны грузоподъемностью 5 т и более тяжелого и весьма тяжелого режима работы . . .	0,9
5. Колонны жилых и общественных зданий и опор водонапорных башен . . . . .	0,9
6. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнобоких уголков только узкой полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в п. 3 настоящей таблицы, и плоских ферм из одиночных уголков .	0,75

Примечания: 1. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 1 и 2, а также в пп. 2 и 6, одновременно не учитываются.

2. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 2, 3 и 6, не распространяются на крепления соответствующих элементов конструкций в узлах.

3. Для сжатых раскосов пространственных решетчатых конструкций (п. 3) при треугольной решетке с распорками (рис. 9, а) коэффициент условий работы не учитывается.

#### 4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСЕВЫЕ СИЛЫ И ИЗГИБ

##### ЦЕНТРАЛЬНО-РАСТЯНУТЫЕ И ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

4.1. Прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой  $N$ , проверяется по формуле

$$\frac{N}{F_{нт}} \leq R, \quad (1)$$

где  $R$  — расчетное сопротивление стали растяжению или сжатию;

$F_{нт}$  — площадь сечения элемента нетто.

4.2. Устойчивость центрально-сжатых элементов проверяется по формуле

$$\frac{N}{\varphi F} \leq R, \quad (2)$$

где  $\varphi$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по приложению 4, табл. 53 в функции наибольшей гибкости  $\lambda = \frac{l}{r}$ ;

$F$  — площадь сечения элемента брутто;

$l$  — расчетная длина элемента;

$r$  — радиус инерции сечения.

4.3. Стержни из одиночных уголков рассчитываются на центральное сжатие по п. 4.2. При определении гибкости этих стержней радиус инерции сечения уголка  $r$  принимается:

а) если стержни прикреплены только по концам — минимальный;

б) при наличии промежуточного закрепления (распорки, шпренгели, связи и т. п.), определяющего направление выпучивания уголка в плоскости, параллельной одной из полок, — относительно оси, параллельной второй полке уголка.

4.4. Центрально-сжатые элементы со сплошными стенками открытого П-образного сечения при  $\lambda_x < 3\lambda_y$ , где  $\lambda_x$  и  $\lambda_y$  — гибкости элемента относительно осей  $x$  и  $y$  (рис. 1), рекомендуется укреплять планками или решеткой; при этом должны быть соблюдены указания пп. 4.5 и 4.7.

При отсутствии планок или решетки такие элементы, помимо проверки по формуле (2), следует проверять на устойчивость при изгибно-крутильной форме потери устойчивости.

4.5. Для составных центрально-сжатых стержней, ветви которых соединены планками или решетками, коэффициент продольного из-

гиба  $\phi$  относительно свободной оси (перпендикулярной плоскости планок или решеток) должен определяться по приведенной гибкости  $\lambda_{пр}$ , вычисляемой по формулам табл. 9.

Таблица 9

Приведенные гибкости $\lambda_{пр}$		
Сечения стержня	Соединительные элементы	Приведенные гибкости
	Планки	$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (3)$
	Решетки	$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda_y^2 + K_1 \frac{F}{F_{p1}}} \quad (4)$
	Планки	$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2} \quad (5)$
	Решетки	$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda^2 + F \left( \frac{K_1}{F_{p1}} + \frac{K_2}{F_{p2}} \right)} \quad (6)$

Обозначения, принятые в табл. 9:

$\lambda_y$  — гибкость всего стержня относительно свободной оси;

$\lambda$  — наибольшая гибкость всего стержня;

$\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — гибкость отдельных ветвей при изгибе их в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1—1 и 2—2, на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних заклепок;

$F$  — площадь сечения всего стержня;

$F_{p1}$  и  $F_{p2}$  — площади сечения раскосов решеток, лежащих в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1—1 и 2—2;

$K_1$  и  $K_2$  — коэффициенты, принимаемые в зависимости от величины угла  $\alpha_1$  или  $\alpha_2$  между раскосом и ветвью (рис. 2) в плоскостях соответствующих решеток:

$\alpha_1(\alpha_2)$	30°	40°	45—60°
$K_1(K_2)$	45	31	27

Примечание. Формулы (3) и (5) справедливы при отношении погонных жесткостей планки и ветви  $i_{пл}/i_v \geq 5$ ; при  $i_{пл}/i_v < 5$  должно быть учтено влияние гибкости планки на величину приведенной гибкости.

Гибкость отдельных ветвей  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  на участке между планками должна быть не более 40.

При наличии в одной из плоскостей вместо планок сплошного листа (например, по рис. 1) гибкость ветви вычисляется по радиусу инерции полусечения относительно его оси, перпендикулярной к плоскости планок.

В составных стержнях с решетками, помимо проверки устойчивости стержня в целом, следует обеспечивать устойчивость отдельных ветвей на участках между узлами.

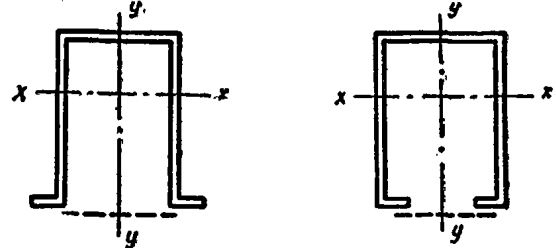


Рис. 1. П-образные сечения элементов

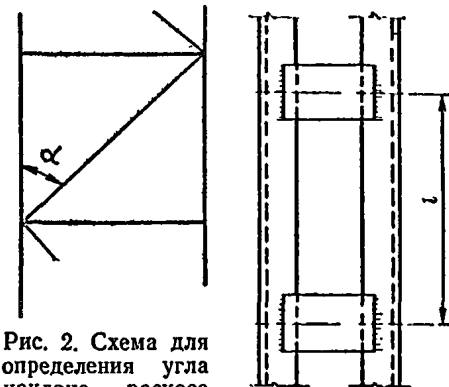


Рис. 2. Схема для определения угла наклона раскоса соединительной решетки

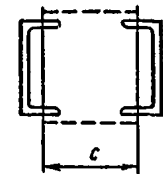


Рис. 3. Составной стержень на планках

4.6. Составные элементы из уголков, швеллеров и т. п., соединенных вплотную или через прокладки, рассчитываются как сплошностенчатые при условии, что наибольшие расстояния между их соединениями (прокладками, шайбами и т. п.) не превышают:

для сжатых элементов — 40  $r$ ;

для растянутых элементов — 80  $r$ ,

где  $r$  — радиус инерции уголка или швеллера относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок.

При этом в пределах длины сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок. За длину сжатого элемента пояса сквозных конструкций (например, ферм) принимается его расчетная длина из плоскости фермы.

4.7. Соединительные элементы (планки или решетки) центрально-сжатых составных стержней должны рассчитываться на условную поперечную силу  $Q_{усл}$  (в кгс), принимаемую постоянной по всей длине стержня и определяемую по табл. 10.

Таблица 10

Условные поперечные силы  $Q_{усл}$

Конструкция из стали класса	Условные поперечные силы $Q_{усл}$ в кгс
C38/23	20F
C44/29	30F
C46/33; C52/40	40F
C60/45	50F
C70/60	60F
C85/75	70F

где  $F$  — площадь брутто всего сечения стержня в см<sup>2</sup>.

Если соединительные элементы расположены в нескольких параллельных плоскостях, то поперечная сила  $Q_{усл}$  распределяется:

а) при наличии только соединительных планок или решеток — поровну между всеми системами планок (решеток);

б) при наличии, наряду с соединительными планками или решетками, сплошного листа — пополам между сплошным листом и всеми системами планок (решеток).

4.8. Соединительные планки (рис. 3) должны рассчитываться как элементы безраскосных ферм на:

а) силу, срезающую планку, по формуле

$$T = \frac{Q_{пл} l}{c}; \quad (7)$$

б) момент, изгибающий планку в ее плоскости, по формуле

$$M = \frac{Q_{пл} l}{2}. \quad (8)$$

В формулах (7) и (8):

$Q_{пл}$  — условная поперечная сила (по табл. 10), приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости;

$l$  — расстояние между центрами планок;

$c$  — расстояние между осями ветвей.

4.9. Соединительные решетки должны рассчитываться как решетки ферм. При расчете перекрестных раскосов крестовой решетки с распорками следует учитывать дополнительные усилия, возникающие в них от обжатия поясов.

4.10. Стержни, предназначенные для уменьшения расчетной длины сжатых элементов, должны рассчитываться на усилие, равное условной поперечной силе в основном сжатом стержне, определяемой по табл. 10.

## ИЗГИБАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

4.11. Прочность при изгибе в одной из главных плоскостей, за исключением случаев расчета разрезных балок, отвечающих требованиям п. 4.15, проверяется по формулам:

$$\frac{M}{W_{нт}} \leq R; \quad (9)$$

$$\frac{QS}{J\delta} \leq R_{ср}, \quad (10)$$

где  $S$  — статический момент (брутто) сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси;

$\delta$  — толщина стенки;

$R$  и  $R_{ср}$  — расчетные сопротивления стали соответственно изгибу и срезу.

При наличии ослабления отверстиями для заклепок или болтов касательные напряжения, определяемые по формуле (10), умножаются на отношение  $\frac{a}{a-d}$ , где  $a$  — шаг отверстий для заклепок или болтов;  $d$  — диаметр отверстия.

4.12. В стенках балок, за исключением случаев, оговоренных в пп. 4.15 и 4.16, должны выполняться условия:

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} &\leq n R m; \\ \sigma_x &\leq R m; \sigma_y \leq R m; \tau_{xy} \leq 0,6 R m, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  — нормальные напряжения в срединной поверхности стенки, параллельные и перпендикулярные оси балки;

$\tau_{xy}$  — касательные напряжения;

$n$  — коэффициент, принимаемый на опорах неразрезных подкрановых балок  $n=1,3$ ; для прочих балок  $n=1,15$ ;

$m$  — коэффициент условий работы, принимаемый по табл. 8; для прочих балок, не предусмотренных табл. 8, —  $m=1$ ; на опорах неразрезных подкрановых балок в зоне растяжения от изгиба —  $m=1$ .

Все напряжения вычисляются по сечению нетто.

4.13. Местное напряжение смятия  $\sigma_m$  в стенке балки под сосредоточенным грузом, приложенным к поясу балки в местах, не укрепленных ребрами, определяется по формуле

$$\sigma_m = \frac{n_1 P}{\delta z} \quad (12)$$

и не должно превышать расчетного сопротивления стали сжатию  $R$ .

Местные напряжения в стенке подкрановых балок проверяются с учетом изгиба стенки от скручивания верхнего пояса.

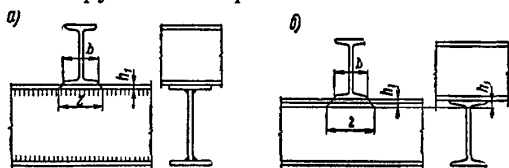


Рис. 4. Схемы для определения условной длины  $z$  распределения давления сосредоточенного груза на балку

а — сварную; б — прокатную

В формуле (12):

$P$  — величина расчетного сосредоточенного груза; для подкрановых балок — расчетная величина давления колеса крана без учета коэффициента динамичности;

$n_1$  — коэффициент, принимаемый равным:

1,5 — для подкрановых балок под краны «особого»\* режима работы с жестким подвесом;

1,3 — то же, при кранах с гибким подвесом;

1,1 — для прочих подкрановых балок;

1,0 — для остальных балок;

$\delta$  — толщина стенки;

$z$  — условная длина распределения давления сосредоточенного груза, принимаемая равной:

а) при подвижной нагрузке

$$z = c \sqrt[3]{\frac{J_n}{\delta}}, \quad (13)$$

где  $c$  — коэффициент, принимаемый для сварных и прокатных балок 3,25, для клепаных балок — 3,75;

$J_n$  — сумма моментов инерции пояса балки и кранового рельса (в случае приварки рельса швами, обеспечивающими совместную работу рельса и пояса,  $J_n$  — общий момент инерции рельса и пояса);

\* К кранам «особого» режима работы относятся краны весьма тяжелого режима работы, литейные и другие краны тяжелого режима работы, применяемые в металлургическом производстве.

б) при непосредственном опирании на верхний пояс балки поперечной прокатной балки (рис. 4) или другой неподвижной конструкции

$$z = b + 2h_1; \quad (14)$$

где  $b$  — ширина полки поперечной балки;

$h_1$  — толщина верхнего пояса балки, если нижняя балка сварная (рис. 4, а), или расстояние от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки, если нижняя балка прокатная (рис. 4, б).

Аналогичным образом должно быть проведено опорное сечение прокатной балки, не укрепленное ребрами жесткости.

4.14. Прочность изгибаемых элементов при изгибе в двух главных плоскостях, за исключением балок, удовлетворяющих требованиям п. 4.15, проверяется по формуле

$$\frac{M_x}{J_{x-нт}} y \pm \frac{M_y}{J_{y-нт}} x \leq R, \quad (15)$$

где  $x$  и  $y$  — координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей;

$J_{x-нт}$  и  $J_{y-нт}$  — моменты инерции сечения нетто относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ .

4.15. Разрезные балки постоянного сечения (прокатные и сварные) из стали классов С38/23, С44/29, С46/33, С52/40 и С60/45, несущие статическую нагрузку, проверяются на прочность по пластическому моменту сопротивления  $W^п$  при условии соблюдения следующих требований:

а) должна быть обеспечена общая устойчивость балки, для чего необходимо, чтобы либо были выполнены требования п. 4.17, а, либо значения  $l/b$  для сжатого пояса не превышали 0,7 значений, приведенных в табл. 11 п. 4.17.

Учет пластичности при расчете балок с менее развитым сжатым поясом допускается лишь при выполнении условий п. 4.17, а;

б) отношение ширины свеса сжатого пояса сварной балки к его толщине не должно превышать  $10\sqrt{2,1/R}$ , где  $R$  в т/см<sup>2</sup>;

в) отношение расчетной высоты стенки  $h_0$  к ее толщине  $\delta$ , при укреплении только поперечными ребрами, не должно превышать  $70\sqrt{2,1/R}$ , где  $R$  в т/см<sup>2</sup>;

г) касательные напряжения в месте наибольшего изгибающего момента не должны превышать  $0,3R$ .

Проверка прочности указанных балок производится по формулам:  
при изгибе в одной из главных плоскостей

$$\frac{M}{W_{\text{нт}}^{\text{п}}} \leq R; \quad (16)$$

при изгибе в двух главных плоскостях

$$\frac{M_x}{W_{\text{х.нт}}^{\text{п}}} + \frac{M_y}{W_{\text{у.нт}}^{\text{п}}} \leq R. \quad (17)$$

Здесь  $M$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $W_{\text{нт}}^{\text{п}}$ ,  $W_{\text{х.нт}}^{\text{п}}$ ,  $W_{\text{у.нт}}^{\text{п}}$  — абсолютные значения изгибающих моментов и пластические моменты сопротивления ослабленного сечения.

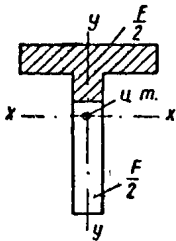


Рис. 5. Схема сечения для определения пластического момента сопротивления  $W^{\text{п}}$

Пластический момент сопротивления  $W^{\text{п}}$  равен удвоенному статическому моменту половины площади сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения (рис. 5).

Вводимая в расчет величина  $W^{\text{п}}$  не должна превышать  $1,2W$ .

Для прокатных двутавровых и швеллерных профилей следует принимать при изгибе:

в плоскости стенки  $W^{\text{п}} = 1,12W$ ;  
параллельно полкам  $W^{\text{п}} = 1,2W$ .

При наличии зоны чистого изгиба соответствующий момент сопротивления принимается равным  $0,5(W + W^{\text{п}})$ .

4.16. В неразрезных и заделанных балках постоянного сечения (прокатных и сварных) со смежными пролетами, отличающимися не более чем на 20%, несущих статическую нагрузку, при условии соблюдения требований п. 4.15, расчетный изгибающий момент определяется из условия выравнивания опорных и пролетных моментов; при этом проверка прочности производится по формуле (9).

Разрешается принимать следующие значения расчетного момента  $M_{\text{расч}}$ :

а) в неразрезных балках со свободно опертыми концами — большую из величин

$$M_{\text{расч}} = \max \left\{ \frac{M_1}{1 + \frac{u}{l}} \right\}; \quad (18)$$

$$M_{\text{расч}} = 0,5 \max M_2, \quad (19)$$

где  $M_1$ ,  $M_2$  — изгибающие моменты соответственно в крайнем и промежуточном пролетах, вычисленные как в свободно опертой однопролетной балке;

$u$  — расстояние от сечения, отвечающего моменту  $M_1$ , до крайней опоры;

$l$  — крайний пролет.

Символ «макс» означает, что следует найти максимум всего следующего за ним выражения:

б) в однопролетных и неразрезных балках с заделанными концами  $M_{\text{расч}} = 0,5M$ , где  $M$  — наибольший из моментов, вычисленных как в балке с шарнирами на опорах;

в) в балке с одним заделанным и другим свободно опертым концом — как в крайнем пролете неразрезной балки (п. 4.16, а).

В случае изгиба в двух главных плоскостях проверка прочности производится по формуле (15).

4.17. Устойчивость балок проверяется по формуле

$$\frac{M}{\Phi_b W} \leq R, \quad (20)$$

Таблица 11

Наибольшие отношения  $l/b$ , при которых не требуется проверки устойчивости балок из стали класса С38/23

Балки	$h/b$	Наибольшие значения $l/b$ для балок с соотношением размеров					
		$h/\delta_1 = 100$			$h/\delta_1 = 50$		
		При нагрузке, приложенной		При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки	При нагрузке, приложенной		При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки
		к верхнему поясу	к нижнему поясу		к верхнему поясу	к нижнему поясу	
Сварные	2	16	25	19	17	26	20
	4	15	23	17	16	24	18
	6	13	21	16	15	22	17
Клепаные	2	21	30	22	30	42	33
	4	18	28	19	25	35	27
	6	16	25	18	21	32	24

Обозначения, принятые в табл. 11:

$l$  — расчетная длина балки, равная расстоянию между точками закрепления сжатого пояса от поперечных смещений (узлы продольных или поперечных связей, точки опирания жесткого настила); при отсутствии связей  $l$  — пролет балки;

$b$  и  $\delta_1$  — ширина и толщина сжатого пояса;  
 $h$  — полная высота сечения балки.

Примечание. Для балок из стали других классов указанные значения  $l/b$  умножаются на  $\sqrt{2,1/R}$ . ( $R$  в т/см<sup>2</sup>).

где  $M$  и  $W$  — изгибающий момент и момент сопротивления в плоскости наибольшей жесткости ( $W$  вычисляется для сжатого пояса);

$\varphi_6$  — коэффициент, определяемый по указаниям приложения 5.

Проверки устойчивости балок не требуется:

а) при передаче распределенной статической нагрузки через сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный (плиты железобетонные из тяжелого, легкого и ячеистого бетонов, металлический настил, волнистая сталь, асбестоцементные листы и т. п.);

б) для балок симметричного двутаврового сечения или с более развитым сжатым поясом при отношениях расчетной длины балки  $l$  к ширине сжатого пояса  $b$ , не превышающих величин, приведенных в табл. 11.

#### ЭЛЕМЕНТЫ, ПОДВЕРЖЕННЫЕ ДЕЙСТВИЮ ОСЕВОЙ СИЛЫ С ИЗГИБОМ.

4.18. Прочность сплошностенчатых внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) и внецентренно растянутых (растянуто-изогнутых) элементов, не подвергающихся непосредственному воздействию динамических нагрузок, проверяется по формуле

$$\left(\frac{N}{F_{нт}R}\right)^{3/2} + \frac{M_x}{W_{x,нт}^n R} + \frac{M_y}{W_{y,нт}^n R} \leq 1, \quad (21)$$

где  $N$ ,  $M_x$  и  $M_y$  — абсолютные значения продольной силы и изгибающих моментов относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ ;

$W_{x,нт}^n$  и  $W_{y,нт}^n$  — пластические моменты сопротивления ослабленного сечения относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ .

Если  $\frac{N}{F_{нт}R} < 0,25$ , то применение формулы (21) разрешается лишь при выполнении требований п. 4.15. В прочих случаях проверка производится по формуле

$$\frac{N}{F_{нт}} \pm \frac{M_x}{J_{x,нт}} y \pm \frac{M_y}{J_{y,нт}} x \leq R, \quad (22)$$

где  $x$  и  $y$  — координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей.

Примечание. При отсутствии ослабления сечения и при одинаковых значениях изгибающих моментов

тов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость, при проведенном эксцентриситете  $m_1 \leq 20$  проверки внецентренно сжатых элементов на прочность не требуется.

4.19. Внецентренно сжатые (сжато-изогнутые) элементы должны проверяться на устойчивость как в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчивости), так и из плоскости действия момента (изгибно-крутильная форма потери устойчивости).

4.20. Устойчивость внецентренно сжатых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, проверяется по формуле

$$\frac{N}{\varphi_{вн} F} \leq R; \quad (23)$$

где  $N$  — продольная сила, приложенная с эксцентриситетом  $e = \frac{M}{N}$ ;

$F$  — площадь поперечного сечения элемента брутто;

$\varphi_{вн}$  — коэффициент, определяемый: для сплошностенчатых стержней по табл. 60 приложения 6 в зависимости от условной гибкости стержня  $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R/E}$  и приведенного эксцентриситета  $m_1 = \eta m$  (где  $m$  — относительный эксцентриситет,  $\eta$  — коэффициент влияния формы сечения); для сквозных стержней — по табл. 61 приложения 6 в зависимости от условной приведенной гибкости  $\bar{\lambda}_{пр} = \lambda_{пр} \sqrt{R/E}$  и относительного эксцентриситета  $m$ .

Для сплошностенчатых стержней относительный эксцентриситет равен  $m = e \frac{F}{W}$ , где  $W$  вычисляется для наиболее сжатого волокна.

Для сквозных стержней с решетками или планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, относительный эксцентриситет определяется по формуле

$$m_x = e_x \frac{F_{y1}}{J_x} \text{ или } m_y = e_y \frac{F_{x1}}{J_y}, \quad (24)$$

где  $x_1$  и  $y_1$  — расстояние от оси  $y-y$  или  $x-x$  до оси наиболее сжатой ветви, но не менее расстояния до оси стенки ветви.

Коэффициент влияния формы сечения  $\eta$  принимается по табл. 62 приложения 6.



Приведенная гибкость  $\lambda_{пр}$  для сквозных стержней определяется по формулам табл. 9.

Примечание. При приведенном эксцентриситете  $m_1 > 20$  проверки устойчивости по формуле (23) не требуется.

4.21. Расчетные значения изгибающих моментов  $M$ , необходимые для вычисления эксцентриситета  $e = \frac{M}{N}$ , принимаются равными:

а) для колонн постоянного сечения рамных систем — наибольшему моменту в пределах длины колонны;

б) для ступенчатых колонн — максимальному моменту на длине участка постоянного сечения;

в) для консолей — моменту в заделке;

г) для стержней с шарнирно опертыми концами, имеющих одну плоскость симметрии, совпадающую с плоскостью изгиба, — моменту, определяемому по формулам табл. 12.

Таблица 12

Расчетные моменты  $M$  для стержней с шарнирно опертыми концами

Относительный эксцентриситет	Значение $M$ при гибкости	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geq 4$
$m \leq 3$	$M = M_2 = M_{\max} - \frac{\bar{\lambda}}{4} (M_{\max} - M_1)$	$M = M_1$
$3 < m \leq 20$	$M = M_2 + \frac{m-3}{17} \times (M_{\max} - M_2)$	$M = M_1 + \frac{m-3}{17} \times (M_{\max} - M_1)$

Обозначения, принятые в табл. 12:

$M_{\max}$  — наибольший изгибающий момент в пределах длины стержня;

$M_1$  — наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, но не менее  $0,5 M_{\max}$ ;

$M_2$  — расчетный момент при  $m \leq 3$  и  $\bar{\lambda} < 4$ ;

$\bar{\lambda}$  — условная гибкость, принимаемая  $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R/E}$ ;

$m$  — относительный эксцентриситет, принимаемый  $m = \frac{M_{\max}}{N} \cdot \frac{F}{W}$ .

Примечание. Во всех случаях принимается  $M \geq 0,5 M_{\max}$ .

Расчетные значения эксцентриситетов  $m_1$  для стержней с шарнирно опертыми концами, имеющих две плоскости симметрии, вычисляются по табл. 63 приложения 6.

4.22. Устойчивость внецентренно сжатых элементов постоянного сечения из плоскости действия момента при их изгибе в плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ), совпадающей с плоскостью симметрии, проверяется по формуле

$$\frac{N}{c\varphi_y F} \leq R, \quad (25)$$

где  $c$  — коэффициент, вычисленный по указаниям п. 4.23;

$\varphi_y$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по приложению 4.

4.23. Коэффициент  $c$  в формуле (25) определяется по формуле

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}, \quad (26)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 13.

При определении  $m_x$  за расчетный момент  $M_x$  принимается:

а) для стержней с концами, закрепленными от смещения перпендикулярно плоскости действия момента, — максимальный момент в пределах средней трети длины (но не менее половины наибольшего по длине стержня момента);

б) для консолей — момент в заделке.

При гибкости  $\lambda_y$ , превышающей  $\lambda_c$  по табл. 14, коэффициент  $c$  не должен превышать: для стержней замкнутого сечения — единицы, для стержней двояко симметричного двутаврового сечения — значений, указанных в табл. 15.

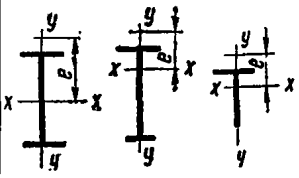
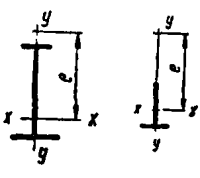
4.24. Внецентренно сжатые элементы при изгибе в плоскости наименьшей жесткости ( $J_y < J_x$  и  $e_y \neq 0$ ) и при  $\lambda_x > \lambda_y$ , кроме проверки по формуле (23), должны проверяться на устойчивость из плоскости действия момента как центрально-сжатые стержни по формуле

$$\frac{N}{\varphi_x F} \leq R, \quad (27)$$

где  $\varphi_x$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по приложению 4 табл. 53.

Таблица 13

Коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  в формуле (26)

Относительный эксцентриситет		Открытые сечения двутавровые и тавровые		Замкнутые сечения сплошные или с решетками (плаками)
				
$\alpha$	$m < 1$	0,7	$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	0,6
	$1 < m < 5$	$0,7 + 0,05 (m-1)$	$1 - [0,3 - 0,05 (m-1)] \frac{J_2}{J_1}$	$0,6 + 0,05 (m-1)$
	$m > 5$	0,9	$1 - 0,1 \frac{J_2}{J_1}$	0,8
$\beta$	При $\lambda_y < \lambda_c$	1,0	1,0	1,0
	При $\lambda_y > \lambda_c$	$\frac{0,58}{\Psi_y}$	$1 - (1 - \frac{0,58}{\Psi_y}) (2 \frac{J_2}{J_1} - 1)$ При $\frac{J_2}{J_1} < 0,5$ значение $\beta = 1$	1,0

Обозначения, принятые в табл. 13:

$J_1$  и  $J_2$  — моменты инерции соответственно большей и меньшей полок относительно оси симметрии сечения  $y-y$ ;

$\lambda_c$  — наименьшее значение гибкости стержня, при котором центрально-сжатый стержень теряет устойчивость в упругой стадии, определяемое по табл. 14.

Примечание. Пользование коэффициентами, установленными для стержней замкнутого сечения, допускается только при наличии не менее двух промежуточных диафрагм по длине стержня. В противном случае следует пользоваться коэффициентами, установленными для стержней открытого двутаврового сечения.

Таблица 14

Гибкость стержней  $\lambda_c$

Класс стали	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
$\lambda_c$	100	92	88	86	77	70	63

Таблица 15

Наибольшие значения коэффициентов  $c$  при  $\lambda_y > \lambda_c$

$l \delta_1$ $bh$	Наибольшие значения $c$ при $M_x/Nh$												
	0	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	2,25	3,00
0,1	1	0,88	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,15	0,12
0,5	1	0,89	0,73	0,59	0,50	0,42	0,37	0,32	0,30	0,27	0,24	0,17	0,13
0,8	1	0,91	0,77	0,64	0,54	0,47	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,19	0,15
1,0	1	0,93	0,80	0,67	0,58	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32	0,30	0,21	0,16
1,5	1	0,95	0,85	0,74	0,66	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,37	0,26	0,20
2,0	1	0,97	0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,54	0,50	0,45	0,42	0,31	0,24
2,5 и более	1	0,99	0,92	0,85	0,78	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,36	0,28

Обозначения, принятые в табл. 15:

$h$  — высота сечения;

$b$  и  $\delta_1$  — ширина и толщина пояса;

$l$  — расчетная длина в плоскости, перпендикулярной плоскости действия момента;

$M_x$  — расчетный момент по п. 4.23.

Примечание. При  $\lambda_x \leq \lambda_y$  проверки устойчивости из плоскости действия момента не требуется.

4.25. В составных внецентренно сжатых элементах с решетками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, кроме проверки стержня в целом по формуле (23), должны быть проверены отдельные ветви как центрально-сжатые стержни по формуле (2).

Продольная сила в каждой ветви определяется при этом с учетом дополнительного усилия  $N_{\text{доп}}^a$  от изгибающего момента; величина этого усилия при параллельных ветвях (поясах) определяется по формуле  $N_{\text{доп}}^a = M/h$ , где  $h$  — расстояние между осями ветвей (поясов).

При аналогичной проверке отдельных ветвей составных элементов с планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, должен быть учтен местный изгиб ветвей от фактической поперечной силы (как в поясах безраскосной фермы).

4.26. Устойчивость элементов со сплошной стенкой, подверженных сжатию и изгибу в обеих главных плоскостях, при совпадении плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ) и плоскости симметрии проверяется по формуле

$$\frac{N}{\varphi_{xy}^{вн} F} \leq R. \quad (28)$$

Здесь  $\varphi_{xy}^{вн} = \varphi_y^{вн} \sqrt{c}$ ,

где  $\varphi_y^{вн}$  — определяется в соответствии с указаниями п. 4.20;

$c$  — согласно указаниям п. 4.23.

Примечание. При вычислении  $m_{1y} = \eta m_y$  для стержней двутаврового сечения с неодинаковыми полками коэффициент влияния формы сечения  $\eta$  определяется по сечению 2 табл. 62 приложения 6.

Если  $m_{1y} < 0,8m_x$ , то помимо проверки по формуле (28) следует произвести проверку по формулам (23) и (25), принимая  $e_y = 0$ .

Если  $\lambda_x > \lambda_y$ , то следует произвести дополнительную проверку по формуле (23), принимая  $e_y = 0$ .

В случае несовпадения плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ) и плоскости симметрии

при расчетная величина  $m_x$  увеличивается на 25%.

4.27. Составные стержни из двух сплошностенчатых ветвей с решетками в двух параллельных плоскостях (рис. 6), подверженные сжатию и изгибу в обеих главных плоскостях, следует проверять:

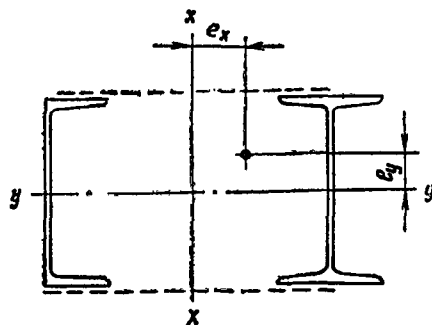


Рис. 6. Составное сечение стержня из двух сплошностенчатых ветвей

а) на устойчивость стержня в целом в плоскости, параллельной плоскостям решеток, по п. 4.20, считая при этом эксцентриситет  $e_y = 0$  (рис. 6);

б) на устойчивость отдельных ветвей как внецентренно сжатых элементов по формулам (23) и (25); при этом продольная сила в каждой ветви определяется с учетом дополнительного усилия от момента  $M_x$  (см. п. 4.25), а момент  $M_y$  разрешается распределять между ветвями пропорционально их жесткостям; если  $M_y$  действует в плоскости одной из ветвей, то разрешается считать его полностью передающимся на эту ветвь.

При проверке отдельной ветви по формуле (25) гибкость ее определяется по максимальному расстоянию между узлами решетки.

4.28. Соединительные элементы (решетки или планки) составных внецентренно сжатых стержней должны рассчитываться на поперечную силу, равную большей из величин: фактической поперечной силы или условной поперечной силы  $Q_{\text{усл}}$ , вычисленной согласно указаниям п. 4.7.

Примечание. В случае, когда фактическая поперечная сила больше условной, соединение ветвей составных внецентренно сжатых элементов с помощью планок, как правило, не допускается.

# ОПОРНЫЕ ЧАСТИ

4.29. Неподвижные шарнирные опоры с центрирующими прокладками и тангенциальные опоры, а при весьма больших реакциях балансирные опоры следует применять при необходимости строго равномерного распределения давления под опорой.

В случаях, когда нижележащая конструкция должна быть разгружена от горизонтальных усилий, возникающих при неподвижном опирании балки или фермы, следует применять плоские или катковые подвижные опоры.

Коэффициент трения в плоских подвижных опорах принимается равным 0,3, в катках — 0,03.

4.30. В цилиндрических шарнирах (цапфах) балансирных опор проверка напряжений смятия производится (при центральном угле касания поверхностей, равном или большем  $\pi/2$ ) по формуле

$$\frac{A}{1,25rl} \leq R_{см-м}, \quad (29)$$

где  $A$  — давление на опору;

$r$  — радиус шарнира;

$l$  — длина шарнира;

$R_{см-м}$  — расчетное сопротивление местному смятию при плотном касании, принимаемое по табл. 2 и 3.

4.31. Расчет на диаметральное сжатие катков производится по формуле

$$\frac{A}{ndl} \leq R_{с-к}, \quad (30)$$

где  $A$  — то же, что в формуле (29);

$n$  — число катков;

$d$  — диаметр катка;

$l$  — длина катка;

$R_{с-к}$  — расчетное сопротивление диаметральному сжатию катков при свободном касании, принимаемое по табл. 2 и 3.

## 5. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ

### РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ

#### Плоские фермы и связи

5.1. Расчетные длины  $l_0$  при определении гибкости элементов с симметричными относительно плоскости фермы сечениями, за исключением пересекающихся стержней ферм с перекрестной решеткой, должны приниматься по табл. 16.

Таблица 16

Расчетные длины  $l_0$  элементов плоских ферм (за исключением пересекающихся стержней ферм с перекрестной решеткой)

Направление продольного изгиба	Расчетная длина $l_0$		
	поясов	опорных раскосов и опорных стоек	прочих элементов решетки
В плоскости фермы . . . . .	$l$	$l$	$0,8l$
В направлении, перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы) . . . . .	$l_1$	$l_1$	$l_1$

Обозначения, принятые в табл. 16 и на рис. 7:  
 $l$  — 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,

Продолжение табл. 16

прикрепленными к поясу сварными швами или болтами, и т. п.).

Примечания: 1. Если по длине  $l_1$  элемента действуют сжимающие усилия  $N_1$  и  $N_2 < N_1$  (рис. 8), то устойчивость этого элемента из плоскости фермы проверяется на большее усилие  $N_1$  при расчетной длине

$$l_0 = l_1 \left( 0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right).$$

2. Для отдельных элементов решетки из одиночных уголков расчетная длина  $l_0$  принимается равной их геометрической длине.

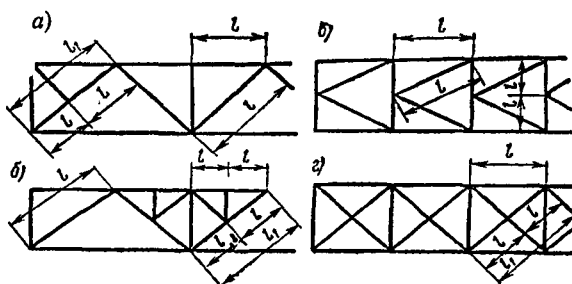


Рис. 7. Схемы ферм для определения расчетных длин элементов

а — треугольная решетка со стойками; б — то же, со шпренгелем; в — полураскосная треугольная решетка; г — перекрестная решетка со стойками

5.2. Расчетные длины  $l_0$  пересекающихся стержней фермы с перекрестной решеткой при определении их гибкости должны приниматься (рис. 7, з):

в плоскости фермы — равными расстоянию от центра узла фермы до точки их пересечения ( $l_0 = l$ );

из плоскости фермы — по табл. 17.

Радиусы инерции сечений сжатых элементов из одиночных уголков при этом принимаются: при  $l_0 = l - r_{\min}$ ; при  $l_0 = 0,7l_1$  и  $l_0 = l_1$  — относительно оси сечения уголка, параллельной плоскости фермы.

Таблица 17

Расчетные длины  $l_0$  из плоскости фермы сжатых стержней перекрестной решетки

Характеристика узла пересечения стержней решетки	Расчетная длина $l_0$ , если поддерживающий стержень		
	растянут	не работает	сжат
Оба стержня не прерываются . . . . .	$l$	$0,7 l_1$	$l_1$
Поддерживающий стержень прерывается и перекрывается фасонкой . . . . .	$0,7 l_1$	$l_1$	$1,4 l_1$

Обозначения, принятые в табл. 17:  
 $l$  — расстояние от центра узла фермы до пересечения стержней;  
 $l_1$  — полная геометрическая длина сжатого стержня.

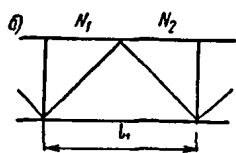
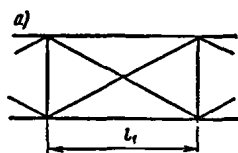


Рис. 8. Схемы для определения расчетной длины элемента с различными усилиями  $N_1$  и  $N_2$  по его длине

а — схема связей между фермами (вид сверху); б — схема фермы

### Пространственные решетчатые конструкции из одиночных уголков

5.3. Расчетные длины  $l_0$  и радиусы инерции сечений при определении гибкости элементов пространственных решетчатых конструкций из

одиночных уголков должны приниматься по табл. 18.

Таблица 18

Расчетные длины  $l_0$  и радиусы инерции сечений  $r$  элементов пространственных решетчатых конструкций

Конструкция	Пояса		Элементы решетки		
	расчетная длина $l_0$	радиус инерции $r$	расчетная длина $l_0$		радиус инерции $r$
			раскоса	стойки	
С совмещенными в смежных гранях узлами (рис. 9, а и б) . . . . .	$l_p$	$r_{\min}$	$\mu_p l_p$	$0,8 l_c$	$r_{\min}$
С несовмещенными в смежных гранях узлами (рис. 9, в и г) . . . . .	$\mu_p l_p$	$r_x$ или $r_y$	$\mu_p l_p$	—	$r_{\min}$

Обозначения, принятые в табл. 18:  
 $\mu_p$  — коэффициент расчетной длины пояса, определяемый по табл. 19;  
 $\mu_p$  — коэффициент расчетной длины раскоса, определяемый по табл. 20.

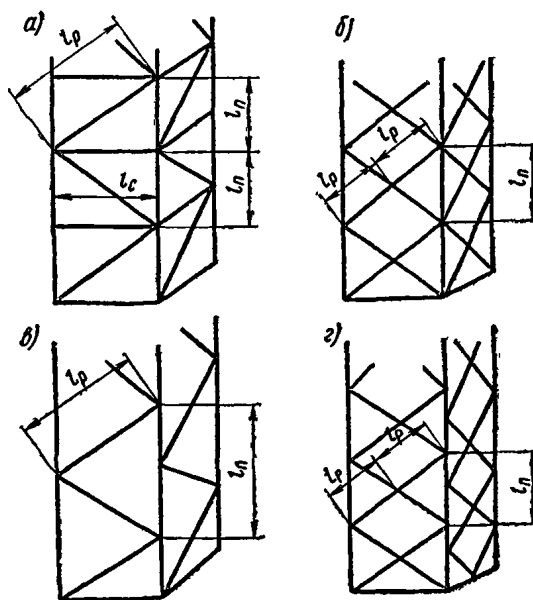


Рис. 9. Схемы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков

а — узлы в смежных гранях совмещены, треугольная решетка с распорками; б — то же, перекрестная решетка; в — узлы в смежных гранях не совмещены, треугольная решетка; г — то же, перекрестная решетка

Коэффициенты  $\mu_{\Pi}$  при прикреплении раскосов к поясу сварными швами, а также двумя и более болтами или заклепками, расположенными вдоль раскоса

Таблица 19

$l_{\Pi}/l_p$	1,0	1,25	2,5	5,00	10,0
$\mu_{\Pi}$	0,98	1,00	1,03	1,08	1,13

Обозначения, принятые в табл. 19  
 $\frac{l_{\Pi}}{l_p} = \frac{J_{\Pi \cdot \min} l_p}{J_{p \cdot \min} l_{\Pi}}$  — отношение наименьших погонных жестко-  
стей пояса и раскоса;  
 $J_{\Pi \cdot \min}$  и  $J_{p \cdot \min}$  — наименьшие моменты инерции сечений пояса и раскоса.  
Примечание. Если раскосы прикреплены к поясу одним болтом или одной заклепкой, принимается  $\mu_{\Pi} = 1,14$ .

Коэффициенты  $\mu_p$  при прикреплении раскосов к поясу сварными швами, а также болтами или заклепками, расположенными вдоль раскоса

Таблица 20

Соединение раскоса с поясом	$l_{\Pi}/l_p$	Коэффициенты $\mu_p$ при $l_p/r_{\min}$						
		$\leq 80$	100	120	140	160	180	200
Сварными швами . . . . .	$\leq 2$	0,98	0,89	0,83	0,77	0,74	0,72	0,70
Двумя и более болтами или заклепками . . . . .	$\geq 6$	0,92	0,84	0,78	0,74	0,70	0,70	0,70
Одним болтом или заклепкой . . . . .	Независимо от отношения $l_{\Pi}/l_p$	1,00	0,94	0,88	0,83	0,80	0,78	0,77

Обозначения, принятые в табл. 20:  $l_{\Pi}/l_p$  — то же, что в табл. 19;  $l_p$  — длина раскоса по рис. 9;  $r_{\min}$  — минимальный радиус инерции сечения раскоса.

Коэффициенты  $\mu$  для определения расчетных длин колонн и стоек постоянного сечения (кроме колонн с упругим защемлением концов)

Таблица 21

№ п.п.	Схема закреплений и нагрузки	$\mu$	№ п.п.	Схема закреплений и нагрузки	$\mu$
1		2	5		1
2		1	6		2
3		0,7	7		0,725
4		0,5	8		1,12

Коэффициенты  $\mu$  для колонн постоянного сечения одноэтажных рам (при определении расчетной длины в плоскости рамы при нагружении верхних узлов)

Таблица 22

Закрепление нижнего конца колонны в фундаменте	Коэффициенты $\mu$ при $i_p/l_k$							
	0	0,2	0,3	0,5	1	2	3	$>10$
Жесткое	2	1,5	1,4	1,28	1,16	1,08	1,06	1
Шарнирное	—	3,42	3,0	2,63	2,33	2,17	2,11	2

Обозначения, принятые в табл. 22:

$i_p$  — сумма погонных жесткостей ригелей, примыкающих к проверяемой колонне;

$i_k$  — погонная жесткость колонны.

Примечания: 1. При шарнирном креплении ригеля к колонне принимается  $i_p/i_k = 0$ .

2. При неравномерном распределении нагрузки между колоннами и наличии сплошного диска (жесткой кровли, продольных связей), связывающего поверху все колонны, значение  $\mu_*$  для более нагруженной колонны находится умножением значения  $\mu$

из табл. 22 на  $\sqrt{\frac{\Sigma N}{N_*} \cdot \frac{J_*}{\Sigma J}}$ , но не менее чем на 0,7.

Здесь  $N_*$  — расчетное усилие в рассматриваемой колонне;  $J_*$  — момент инерции этой же колонны;  $\Sigma N$  — сумма усилий в колоннах;  $\Sigma J$  — сумма моментов инерции сечений колонн.

При суммировании учитываются все колонны рассматриваемой рамы и четырех соседних рам блока (по две с каждой стороны).

Все усилия находятся при одном нагружении, вызывающем усилие  $N_*$  в проверяемой колонне.

## Колонны (стойки)

Таблица 23

5.4. Расчетные длины  $l_0$  колонн (стоек) или отдельных их участков (в случае ступенчатых колонн) определяются по формуле

$$l_0 = \mu l,$$

где  $l$  — длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа;

$\mu$  — коэффициент расчетной длины, определяемый по указаниям пп. 5.5—5.7 и приложения 7.

Примечание. В случае ступенчатых колонн коэффициенты  $\mu$  даны для определения расчетных длин отдельных участков их в плоскости рамы.

5.5. Коэффициенты  $\mu$  для определения расчетной длины колонн и стоек постоянного сечения, в зависимости от условий закрепления их концов, принимаются по табл. 21 и 22.

5.6. При определении коэффициентов расчетной длины  $\mu$  для ступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий разрешается:

а) не учитывать влияния степени загрузки и жесткости соседних колонн;

б) определять расчетные длины колонн лишь для комбинации нагрузок, дающей наибольшие значения продольных сил на отдельных участках колонн, и полученные значения  $\mu$  использовать для других комбинаций нагрузок;

в) для многопролетных рам (с числом пролетов два и более) при наличии сплошного диска (жесткой кровли, систем продольных связей), связывающего поверху все колонны и обеспечивающего пространственную работу сооружения, определять расчетные длины колонн как для стоек, неподвижно закрепленных на уровне ригелей.

Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  для ступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий определяются по указаниям приложения 7.

При соблюдении условий  $l_2/l_1 \leq 0,6$  и  $N_1/N_2 \geq 3$  коэффициент  $\mu$  для определения расчетных длин отдельных участков одноступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий в плоскости рамы допускается принимать по табл. 23.

Коэффициенты  $\mu$  для определения расчетных длин одноступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий при  $l_2/l_1 \leq 0,6$  и  $N_1/N_2 \geq 3$

Условия закрепления верхнего конца колонны	Коэффициенты $\mu$ для участка колонны		
	нижнего при		верхнего
	$0,3 > \frac{J_2}{J_1} > 0,1$	$0,1 > \frac{J_2}{J_1} > 0,05$	
Свободный конец	2,5	3,0	3,0
Конец, закрепленный только от поворота	2,0	2,0	3,0
Неподвижный, шарнирно опертый конец	1,6	2,0	2,5
Неподвижный, закреп- ленный от поворота конец	1,2	1,5	2,0
Обозначения, принятые в табл. 23: $l_1, J_1, N_1$ — соответственно длина нижнего участка колонны, момент инерции и действующая на этом участке продольная сила; $l_2, J_2, N_2$ — то же, для верхнего участка колонны.			

5.7. Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  для стоек многоэтажных рам определяются согласно указаниям приложения 7.

5.8. Расчетные длины колонн рам в направлении вдоль здания (из плоскости рам) принимаются равными расстояниям между закрепленными точками (опорами колонн, подкрановых балок и подстропильных ферм; узлами крепления связей и ригелей и т. п.).

5.9. Расчетная длина ветвей плоских опор транспортных галерей принимается равной:

а) в продольном направлении галерей — высоте опоры (от низа базы до оси нижнего пояса фермы);

б) в поперечном направлении (в плоскости опоры) — расстоянию между центрами узлов; при этом должна быть также проверена общая устойчивость опоры в целом как составного стержня, защемленного в основании и свободного сверху.

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица 25

## Сжатые элементы

5.10. Гибкости сжатых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 24.

Таблица 24

Пределные гибкости  $\lambda$  сжатых элементов

Элементы конструкций	Максимальная допускаемая гибкость $\lambda$
1. Пояса, опорные раскосы и стойки ферм, передающие опорные реакции . . . . .	120
2. Прочие элементы ферм . . . . .	150
3. Верхние пояса стропильных ферм, остающиеся не закрепленными в процессе монтажа (пределная гибкость после завершения монтажа должна приниматься по п. 1) . . . . .	220
4. Основные колонны . . . . .	120
5. Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т. п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок) . . . . .	150
6. Элементы связей (за исключением связей, указанных в п. 5) . . . . .	200
7. Стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие неработающие элементы . . . . .	200

Примечание. Пределная гибкость сжатых раскосов (кроме опорных) пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков принимается: при использовании несущей способности раскоса до 50% — равной 180; при использовании несущей способности от 50 до 100% — по интерполяции между величинами 180 и 150.

## Растянутые элементы

5.11. Гибкости растянутых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 25.

Пределные гибкости  $\lambda$  растянутых элементов

Элементы конструкций	Максимальная допускаемая гибкость $\lambda$ элементов конструкций зданий и сооружений		
	при непосредственном воздействии на конструкцию динамических нагрузок	при воздействии на конструкцию статических нагрузок	при воздействии на конструкцию кранов «особого» режима работы и железнодорожных составов
1. Пояса и опорные раскосы ферм (включая тормозные фермы) . . . . .	250	400	250
2. Прочие элементы ферм . . . . .	350	400	300
3. Нижние пояса подкрановых балок и ферм . . . . .	150	—	150
4. Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок) . . . . .	300	300	200
5. Прочие элементы связей . . . . .	400	400	300

Примечания: 1. В сооружениях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов проверяется только в вертикальных плоскостях.  
2. Гибкость растянутых элементов связей, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.  
3. При проверке гибкости растянутых стержней перекрестной решетки из одиночных уголков радиус инерции сечения уголка принимается относительно оси, параллельной полке уголка.  
4. Для растянутых раскосов стропильных ферм с незначительными усилиями, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может изменяться знак усилия, пределная гибкость принимается как для сжатых элементов, при этом соединительные прокладки должны устанавливаться не реже чем через 40 г.

## 6. ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СТенок И ПОЯСНЫХ ЛИСТОВ ИЗГИБАЕМЫХ И СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

## СТЕНКИ БАЛОК

6.1. Стенки балок для обеспечения их устойчивости укрепляются:

4\*

- поперечными основными ребрами, поставленными на всю высоту стенки;
- поперечными основными ребрами и продольными ребрами;



в) поперечными основными и промежуточными короткими ребрами и продольным ребром; промежуточные короткие ребра располагаются между сжатым поясом и продольным ребром;

г) поперечными основными и промежуточными, расположенными в сжатой зоне стенки, короткими ребрами — только в клепаных балках.

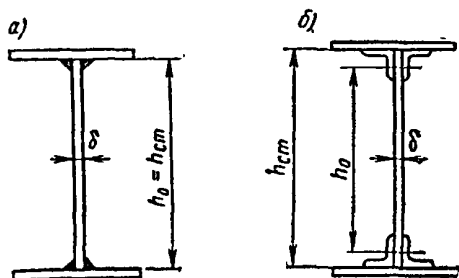


Рис. 10. Расчетная высота стенки балки  
а — сварной; б — клепаной

Прямоугольные отсеки стенки (пластинки), заключенные между поясами и соседними поперечными основными ребрами жесткости, проверяются на устойчивость; при этом расчетными размерами проверяемой пластинки являются:

$a$  — расстояние между осями поперечных основных ребер;

$h_0$  — расчетная высота стенки, равная в сварных конструкциях полной высоте стенки (рис. 10, а), в клепаных конструкциях — расстоянию между ближайшими к оси балки рисками поясных заклепок (рис. 10, б), в гнутых профилях — между краями выкружек (рис. 15);

$\delta$  — толщина стенки.

6.2. Проверка устойчивости стенок балок должна производиться с учетом всех компонентов напряженного состояния ( $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_m$ ).

Напряжения  $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_m$  вычисляются в предположении упругой работы материала по сечению брутто без учета коэффициента  $\varphi_b$ :  $\sigma = \frac{M}{J_x} y$  — краевое сжимающее напряжение у расчетной границы отсека (принимается со знаком «+»); если длина отсека не превосходит его расчетной высоты, то  $\sigma$  определяется по среднему значению изгибающего момента  $M$  в пределах отсека; если длина отсека превосходит его расчетную высоту, то  $\sigma$  вычисляется по среднему значению момента  $M$  для наи-

более напряженного участка с длиной, равной расчетной высоте отсека;

$\tau = \frac{Q}{h_{cm}\delta}$  — среднее касательное напряжение;

где  $Q$  — среднее значение поперечной силы в пределах отсека;

$h_{cm}$  — полная высота стенки (рис. 10);

$\sigma_m$  — местное напряжение в стенке под сосредоточенным грузом, определяемое по формуле (12), в которой коэффициент  $n_1$  принимается: для подкрановых балок 1,1, для прочих балок 1.

В отсеках, где сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу, одновременно учитываются только два компонента напряженного состояния  $\sigma$  и  $\tau$  или  $\sigma_m$  и  $\tau$ .

6.3. Проверки устойчивости стенок в балках не требуется, если при отсутствии местного напряжения, т. е. при  $\sigma_m = 0$

$$\frac{h_0}{\delta} \leq 110 \sqrt{\frac{2,1}{R}}, \quad (31)$$

а при наличии местного напряжения

$$\frac{h_0}{\delta} \leq 80 \sqrt{\frac{2,1}{R}}, \quad (32)$$

где  $R$  в т/см<sup>2</sup>.

При этом должны ставиться поперечные основные ребра жесткости в соответствии с указаниями п. 6.9.

6.4. Устойчивость стенок балок симметричного сечения, укрепленных только поперечными основными ребрами жесткости, при отсутствии местного напряжения ( $\sigma_m = 0$ ) проверяется по формуле:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq 1, \quad (33)$$

где

$$\sigma_0 = K_0 \left(\frac{100\delta}{h_0}\right)^2 \text{ т/см}^2, \quad (34)$$

$$\tau_0 = \left(1,25 + \frac{0,95}{\mu^2}\right) \left(\frac{100\delta}{d}\right)^2 \text{ т/см}^2. \quad (35)$$

В формуле (35):

$d$  — меньшая из сторон пластинки;

$\mu$  — отношение большей стороны пластинки к меньшей.

Коэффициент  $K_0$  в формуле (34) для сварных балок принимается по табл. 26 в зависимости от величины

$$\varphi = C \frac{b_p}{h_0} \left(\frac{\delta_p}{\delta}\right)^3, \quad (36)$$

где  $b_n$  и  $\delta_n$  — соответственно ширина и толщина сжатого пояса балки;  
 $C$  — коэффициент, принимаемый по табл. 27.

Таблица 26

Коэффициенты  $K_0$  для сварных балок

$\gamma$	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	$\geq 30$
$K_0$	6,30	6,62	7,0	7,27	7,32	7,37	7,46

Таблица 27

Коэффициент  $C$  в формуле (36)

Балки	Условия работы сжатого пояса	$C$
Подкрановые	Крановые рельсы не приварены	2
Прочие	Крановые рельсы приварены	$\infty$
	При непрерывном опирании на сжатый пояс жестких плит	$\infty$
	В прочих случаях . . . . .	0,8

Примечание. Для отсеков подкрановых балок, где сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу, при вычислении коэффициента  $K_0$  принимается  $C=0,8$ .

Для клепаных балок  $K_0=7$ .

Если нагружается растянутый пояс, то при проверке стенки с учетом только  $\sigma_m$  и  $\tau$  за  $b_n$ ,  $\delta_n$  принимается соответственно ширина и толщина нагруженного пояса.

6.5. Устойчивость стенок балок симметричного сечения, укрепленных только поперечными основными ребрами жесткости (рис. 11), при наличии местного напряжения ( $\sigma_m \neq 0$ ) проверяется по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq m, \quad (37)$$

где  $m$  — коэффициент, принимаемый для балок:  
 подкрановых 0,9;  
 прочих 1,0;  
 $\sigma$ ,  $\sigma_m$  и  $\tau$  — определяются согласно указаниям п. 6.2;  
 $\tau_0$  — определяется по формуле (35).

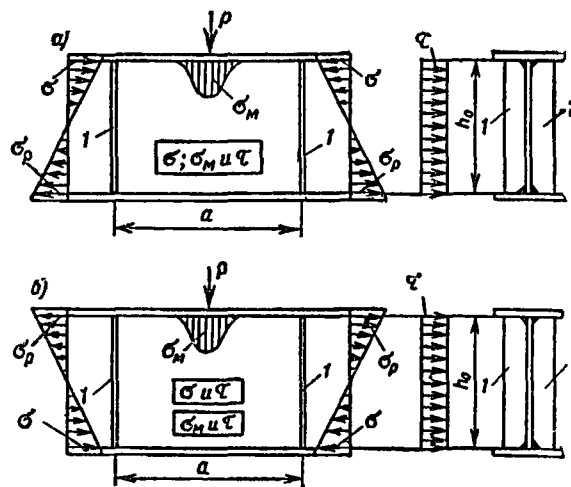


Рис. 11. Схема балки, укрепленной поперечными основными ребрами жесткости (1)

$a$  — сосредоточенный груз  $P$  приложен к сжатому поясу  
 $b$  — то же, к растянутому поясу

Остальные величины в формуле (37) определяются следующим образом:

а) при  $\frac{a}{h_0} \leq 0,8$  принимается:

$\sigma_0$  — по формуле (34);

$$\sigma_{m0} = K_1 \left( \frac{100\delta}{a} \right)^2 \text{ т/см}^2, \quad (38)$$

где  $K_1$  — коэффициент, принимаемый для сварных балок по табл. 28 в зависимости от отношения  $a/h_0$  и величины  $\gamma$ , определяемой по формуле (36), а для клепаных балок — по той же таблице при значении  $\gamma=10$ ;

Таблица 28

Коэффициенты  $K_1$  для сварных балок

$\gamma$	Значение $K_1$ при $a/h_0$								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$\leq 1$	2,42	2,61	3,10	3,78	4,65	5,69	6,86	8,17	9,57
2	2,52	2,74	3,38	4,28	5,39	6,75	8,23	9,77	11,70
4	2,59	2,80	3,48	4,53	5,91	7,62	9,50	11,53	13,67
6	2,60	2,84	3,52	4,64	6,11	8,04	10,23	12,48	14,80
10	2,61	2,86	3,55	4,72	6,30	8,34	10,71	13,30	16,08
$\geq 30$	2,62	2,87	3,58	4,81	6,50	8,75	11,30	14,33	17,57

Таблица 29

Предельные значения  $\sigma_m/\sigma$  для балок симметричного сечения

Балки	$\gamma$	Предельные значения $\sigma_m/\sigma$ при $a/h_0$ , равном							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,00$
Сварные	$< 1$	0	0,146	0,183	0,267	0,359	0,445	0,540	0,618
	2	0	0,109	0,169	0,277	0,406	0,543	0,652	0,799
	4	0	0,072	0,129	0,281	0,479	0,711	0,930	1,132
	5	0	0,066	0,127	0,288	0,536	0,874	1,192	1,468
	10	0	0,059	0,122	0,296	0,574	1,002	1,539	2,154
	$\geq 30$	0	0,047	0,112	0,300	0,633	1,283	2,249	3,939
Клепанные	—	0	0,121	0,184	0,378	0,643	1,131	1,614	2,347

б) при  $\frac{a}{h_0} > 0,8$  различаются два случая в зависимости от значений отношения  $\frac{\sigma_m}{\sigma}$ .

1-й случай:  $\frac{\sigma_m}{\sigma}$  больше значений, указанных в табл. 29. В этом случае принимается:

$\sigma_{m0}$  — по формуле (38), причем если  $\frac{a}{h_0} > 2$ , то принимается  $a = 2h_0$ ;

$$\sigma_0 = K_2 \left( \frac{100 \delta}{h_0} \right)^2, \quad (39)$$

где  $K_2$  — коэффициент, определяемый по табл. 30 в зависимости от отношения  $a/h_0$ .

2-й случай:  $\frac{\sigma_m}{\sigma}$  не больше значений, указанных в табл. 29. В этом случае принимается:

$\sigma_0$  — по формуле (34);

$\sigma_{m0}$  — по формуле (38), но с подстановкой  $a/2$  вместо  $a$  как в формулу (38), так и в табл. 28.

Таблица 30

Коэффициенты  $K_2$ 

$a/h_0$	$< 0,8$	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$K_2$	По табл. 26, т. е. $K_2 = K_0$	7,78	8,23	9,50	11,1	13,02	15,25	17,79

Таблица 31

Коэффициенты  $K'$  в формуле (43)

$\mu = a/b_1$	1	1,5	2
$K'$	0,36	0,42	0,45

Во всех случаях  $\tau_0$  вычисляется по действительным размерам отсека.

6.6. В стенке балки симметричного сечения, укрепленной кроме поперечных основных ребер одним продольным ребром жесткости, расположенным на расстоянии  $b_1$  от расчетной

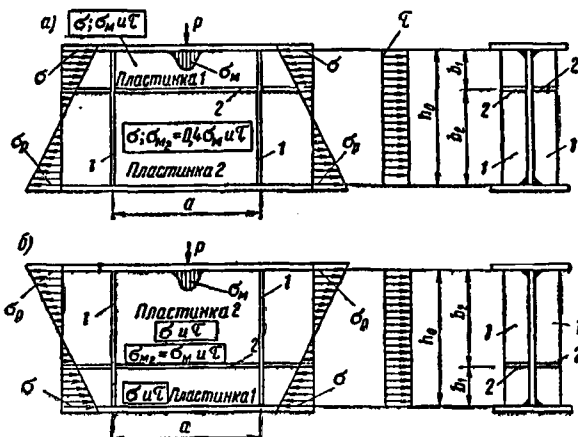


Рис. 12. Схема балки, укрепленной поперечными основными ребрами (1) и одним продольным ребром жесткости (2)

$a$  — сосредоточенный груз  $P$  приложен к сжатому поясу;  
 $b$  — то же, к растянутому поясу

(сжатой) границы отсека (рис. 12), обе пластинки, на которые это ребро разделяет отсек, проверяются отдельно:

а) первая пластинка, расположенная между сжатым поясом и продольным ребром, проверяется по формуле

$$\frac{\sigma}{\sigma_{d1}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{m01}} + \left( \frac{\tau}{\tau_{d1}} \right)^2 \leq m, \quad (40)$$

где  $m$  принимается согласно указаниям п. 6.5;

$\sigma$ ,  $\sigma_m$  и  $\tau$  определяются согласно указаниям п. 6.2.

Значения  $\sigma_{01}$  и  $\sigma_{m01}$  определяются следующим образом:

при  $\sigma_m = 0$

$$\sigma_{01} = \frac{1}{1 - \frac{b_1}{h_0}} \left( \frac{100 \delta}{b_1} \right)^2 \text{ т/см}^2; \quad (41)$$

при  $\sigma_m \neq 0$  и  $\mu_1 = \frac{a}{b_1} \leq 2$

$$\sigma_{01} = \frac{0,25}{1 - \frac{b_1}{h_0}} \cdot \frac{(1 + \mu_1^2)^2}{\mu_1^2} \left( \frac{100 \delta}{b_1} \right)^2 \text{ т/см}^2; \quad (42)$$

$$\sigma_{m01} = K' \frac{(1 + \mu_1^2)^2}{\mu_1^2} \left( \frac{100 \delta}{a} \right)^2 \text{ т/см}^2, \quad (43)$$

где  $K'$  — коэффициент, принимаемый по табл. 31.

Если  $a/b_1 > 2$ , то при вычислении  $\sigma_{01}$  и  $\sigma_{m01}$  принимается  $a = 2b_1$ ,  $\tau_{01}$  — определяется по формуле (35) с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки;

б) вторая пластинка, расположенная между продольным ребром и растянутым поясом, проверяется по формуле

$$\sqrt{\left[ \frac{\sigma \left( 1 - 2 \frac{b_1}{h_0} \right)}{\sigma_{02}} + \frac{\sigma_{m2}}{\sigma_{m02}} \right]^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{02}} \right)^2} \leq 1 \text{ т/см}^2. \quad (44)$$

Здесь

$$\sigma_{02} = \frac{1,14}{\left( 0,5 - \frac{b_1}{h_0} \right)^2} \left( \frac{100 \delta}{h_0} \right)^2 \text{ т/см}^2; \quad (45)$$

$\sigma_{m02}$  — определяют по формуле (38) и табл. 28 при  $\gamma = 0,8$ , заменяя отношение  $a/h_0$  величиной  $\frac{a}{h_0 - b_1}$ ;

$\tau_{02}$  — определяют по формуле (35) с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки;

$\sigma_{m2} = 0,4\sigma_m$  — при приложении нагрузки к сжатому поясу (рис. 12, а);

$\sigma_{m2} = \sigma_m$  — при приложении нагрузки к растянутому поясу (рис. 12, б).

Если первая пластинка укрепляется дополнительно короткими поперечными ребрами, то их следует доводить до продольного ребра.

В этом случае для проверки первой пла-

стинки следует пользоваться формулами (40) — (43), в которых  $a$  заменяется величиной  $a_1$ ,

где  $a_1$  — расстояние между осями соседних коротких ребер (рис. 13).

Проверка второй пластинки остается без изменений.

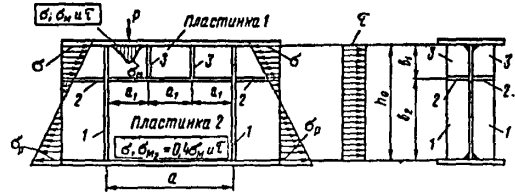


Рис. 13. Схема балки, укрепленной основными поперечными ребрами (1), продольным ребром (2) и короткими ребрами жесткости (3)

6.7. Устойчивость стенок балок асимметричного сечения (с более развитым сжатым поясом) проверяется по формулам пп. 6.4—6.6 со следующими изменениями:

для стенок, укрепленных только поперечными ребрами жесткости, в формулах (34) и (39) и табл. 30 под  $h_0$  понимается удвоенное расстояние от нейтральной оси до расчетной (сжатой) границы отсека. При  $a/h_0 > 0,8$  и  $\sigma \neq 0$  требуются обе проверки, указанные в п. 6.5, б независимо от значения  $\sigma_m/\sigma$ ;

для стенок, укрепленных поперечными ребрами и одним продольным ребром, расположенным в сжатой зоне:

а) в формулы (41), (42) и (44) вместо  $\frac{b_1}{h_0}$

подставляется  $\frac{ab_1}{2h_0}$ ;

б) в формулу (45) вместо  $\left( 0,5 - \frac{b_1}{h_0} \right)$  под-

ставляется  $\left( \frac{1}{\alpha} - \frac{b_1}{h_0} \right)$ .

Здесь

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma_p}{\sigma},$$

где  $\sigma_p$  — краевое растягивающее напряжение (со знаком «—») у расчетной границы отсека.

В случае развитого растянутого (ненагруженного) пояса проверка устойчивости на одновременное действие напряжений  $\sigma$  и  $\tau$  производится по формуле (50).

6.8. Стенки балок следует укреплять поперечными ребрами жесткости, если:

а) при наличии подвижной нагрузки на пояс балки

$$h_0/\delta > 70 \sqrt{2,1/R} \quad (R \text{ в т/см}^2); \quad (46)$$

б) при отсутствии подвижной нагрузки на пояс балки

$$h_0/\delta > 100 \sqrt{2,1/R} \quad (R \text{ в т/см}^2). \quad (47)$$

Расстояние между основными поперечными ребрами не должно превышать  $2h_0$  при  $h_0/\delta > 100$  и  $2,5h_0$  при  $h_0/\delta \leq 100$ .

В местах приложения больших неподвижных сосредоточенных грузов и на опорах следует устанавливать поперечные ребра.

Примечание. Разрешается превышать указанные выше расстояния между ребрами при условии, что стенка балки удовлетворяет проверкам по пп. 6.4—6.7 и общая устойчивость балки обеспечена выполнением требований п. 4.17, а или п. 4.17, б, причем значения  $l/b$  для сжатого пояса не должны превосходить величин, приведенных в табл. 11 для нагрузки, приложенной к верхнему поясу.

В стенке, укрепленной только поперечными ребрами, ширина выступающей части парного симметричного ребра  $b_p$  должна быть не менее  $\frac{h_{ст}}{30} + 40 \text{ мм}$ , а толщина ребра из стали классов С38/23 — С46/33 — не менее  $1/15b_p$ , из стали классов С52/40 — С85/75 — не менее  $1/12b_p$ .

При наличии одного продольного ребра необходимый момент инерции поперечного ребра определяется по формуле

$$J_p = 3h_0\delta^3.$$

Необходимый момент инерции продольного ребра  $J_{пр.р}$  определяется в зависимости от величины  $b_1/h_0$  по формулам табл. 32.

Таблица 32

Требуемые значения момента инерции продольного ребра  $J_{пр.р}$

$\frac{b_1}{h_0}$	Необходимый момент инерции продольного ребра $J_{пр.р}$	Предельные значения $J_{пр.р}$	
		минимальные	максимальные
0,2	$\left(2,5 - 0,5 \frac{a}{h_0}\right) \frac{a^2}{h_0} \delta^3$	$1,5 h_0 \delta^3$	$7 h_0 \delta^3$
0,25	$\left(1,5 - 0,4 \frac{a}{h_0}\right) \frac{a^2}{h_0} \delta^3$	$1,5 h_0 \delta^3$	$3,5 h_0 \delta^3$
0,3	$1,5 h_0 \delta^3$	—	—

Примечание. Для промежуточных значений  $b_1/h_0$  допускается линейная интерполяция.

При расположении ребер с одной стороны стенки момент инерции вычисляется относительно оси, совпадающей с ближайшей к ребру гранью стенки.

6.9. Участок стенки составной балки над опорой должен укрепляться ребром жесткости и рассчитываться на продольный изгиб из плоскости как стойка, нагруженная опорной реакцией. В расчетное сечение этой стойки

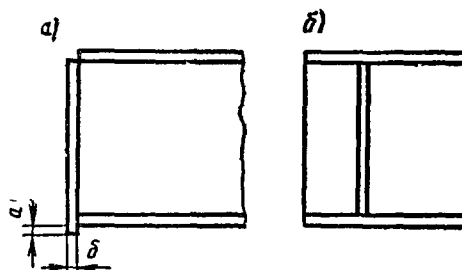


Рис. 14. Схема устройства опорного ребра жесткости

а — в торце с применением строжки; б — удаленного от торца с плотной пригонкой или приваркой к нижнему поясу

включается сечение ребра жесткости и полосы стенки шириной до  $15\delta$  с каждой стороны ребра. Расчетная длина стойки принимается равной высоте стенки.

Нижние сечения опорных ребер должны быть либо остроганы (рис. 14, а), либо плотно пригнаны или приварены к нижнему поясу балки (рис. 14, б). Напряжения в этих сечениях при воздействии опорной реакции не должны превышать: в первом случае (рис. 14, а) — расчетного сопротивления прокатной стали смятию  $R_{см}$  при  $a \leq 1,5\delta$ , и сжатию  $R$  при  $a > 1,5\delta$ ; во втором случае (рис. 14, б) — смятию.

В случае приварки опорного ребра к нижнему поясу балки соответствующие сварные швы должны быть рассчитаны на воздействие опорной реакции.

#### СТЕНКИ ЦЕНТРАЛЬНО- И ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.10. Наибольшая расчетная высота стенки  $h_0$ , не имеющей свободных кромок, в центрально-сжатых элементах швеллерного, трубчатого прямоугольного ( $h_0$  — большая сторона) или коробчатого сечения определяется из формулы (48), а двутаврового сечения — из формулы (49), и в обоих случаях не должна быть больше  $75\delta$ :

$$\frac{h_0}{\delta} = 40 \sqrt{\frac{2,1}{R}} + 0,2\lambda (R \text{ в т/см}^2); \quad (48)$$

$$\frac{h_0}{\delta} = 40 \sqrt{\frac{2,1}{R}} + 0,4\lambda (R \text{ в т/см}^2). \quad (49)$$

Здесь  $h_0$  — расчетная высота стенки, принимаемая в сварных и клепаных элементах в соответствии с п. 6.1, в прокатных — расстоянию в свету между полками, в гнутых элементах — расстоянию между краями выкружек (рис. 15);

$\delta$  — толщина стенки;

$\lambda$  — гибкость стержня.

В трубах квадратного сечения значения  $h_0/\delta$ , вычисленные по формуле (48), уменьшаются на 10%.

В случае недонапряжения элемента значения  $h_0/\delta$  могут быть увеличены в  $\sqrt{\frac{R\varphi}{\sigma}}$  раз, где  $\sigma = \frac{N}{F}$  — расчетное напряжение;  $\varphi$  — коэффициент продольного изгиба, но при этом  $h_0/\delta$  не должно превышать 90.

6.11. Наибольшее значение отношения  $h_0/\delta$  для стенки внецентренно сжатого элемента, не имеющей свободных кромок, определяется в зависимости от величин

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma} \text{ и } \frac{\tau}{\sigma},$$

где  $\sigma$  — наибольшее сжимающее напряжение у расчетной границы стенки, вычисленное без учета коэффициентов  $\varphi_{\text{вн}}$ ,  $\varphi_{\text{хв}}$  или с  $\varphi$ ;

$\sigma'$  — соответствующее напряжение у противоположной расчетной границы стенки;

$\tau = \frac{Q}{h_{\text{ср}}\delta}$  — среднее касательное напряжение в рассматриваемом отсеке.

При  $\alpha \leq 0,5$  наибольшее значение отношения  $h_0/\delta$  принимается как для стенок центрально-сжатых элементов (п. 6.10).

При  $\alpha \geq 1$  наибольшее значение отношения  $h_0/\delta$  определяется по формуле

$$\frac{h_0}{\delta} = 100 \sqrt{\frac{2K_3}{\tau [2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2}]}} \quad (50)$$

где  $\beta = 0,7\tau K_3/\sigma$  ( $\sigma$  и  $\tau$  в т/см<sup>2</sup>);

$K_3$  — коэффициент для стенок двутавров, принимаемый по табл. 33.

Таблица 33

Коэффициенты  $K_3$  для стенок двутавров

$\alpha$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$K_3$	2,22	2,67	3,26	4,20	5,25	6,30

В интервале  $0,5 < \alpha < 1$  наибольшее значение отношения  $h_0/\delta$  определяется линейной интерполяцией между значениями, вычисленными при  $\alpha = 0,5$  и  $\alpha = 1$ .

Для сечений, отличных от двутавра, найденные с помощью формулы (50) и табл. 33 значения  $h_0/\delta$  уменьшаются на 25%.

6.12. В случае укрепления стенки центрально-сжатого элемента продольным ребром, расположенным посередине стенки, найденная согласно указаниям п. 6.10 предельная расчетная высота стенки увеличивается в  $\beta$  раз в зависимости от величины  $\gamma = J/h_0\delta^3$  (где  $J$  — момент инерции сечения ребра;  $h_0$  — фактическая расчетная высота стенки;  $\delta$  — толщина стенки). Величины  $\beta$  и  $\gamma$  приведены в табл. 34.

Таблица 34

$\gamma$	0	1	2	4	6
$\beta$	1	1,4	1,6	1,8	2

Для промежуточных значений  $\gamma$  допускается линейная интерполяция при нахождении  $\beta$ .

В случае укрепления стенки внецентренно-сжатого элемента продольным ребром жесткости, расположенным посередине стенки, наиболее напряженную часть стенки между поясом и осью ребра можно рассматривать как самостоятельную пластинку и проверять по указаниям п. 6.11 при условии, что момент инерции ребра  $J_p \geq 6\delta^3 h_0$ . Если ребро расположено с одной стороны стенки, его момент инерции вычисляется относительно оси, совмещенной с ближайшей гранью стенки. В случае выполнения ребра в виде гофра в величину  $h_0$  включается развернутая длина гофра.

6.13. Если в центрально- или внецентренно-сжатых элементах устойчивость стенки не обеспечена, в расчет вводятся два крайних участка стенки шириной по  $n\delta$ , считая от границ расчетной высоты. Коэффициент  $n$  следует принимать по табл. 35.

Таблица 35

Коэффициент  $n$ 

Класс стали	C38/23	C44/29; C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
$n$	15	14	13	12,5	12	11

### ПОЯСНЫЕ ЛИСТЫ (ПОЛКИ) ЦЕНТРАЛЬНО-И ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ И ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.14. В центрально- и внецентренно-сжатых стержнях наибольшее отношение расчетной ширины неокаймленного или окаймленного свеса сжатого листа (полки)  $b$  к толщине  $\delta$  определяется в зависимости от гибкости стержня и вида поперечного сечения. Расчетная ширина свеса измеряется при неокаймленной полке и сварных элементах — от грани стенки, в прокатных элементах — от начала внутреннего закругления полки, в гнутых элементах — от края выкружки стенки; при окаймленной ребром полке — от края выкружки стенки до оси ребра (рис. 15). Наибольшие значения  $b/\delta$  сжатых полок указаны в табл. 36 и 37.

Для большей полки неравнобокого уголка и для полки швеллера значения  $b/\delta$  находятся путем увеличения на 10% значений, указанных в табл. 36, относящихся к неокаймленным полкам (на окаймленные ребрами полки это увеличение не распространяется).

Для полок двутавров наибольшие значения  $b/\delta$  указаны в табл. 37.

Примечания: 1. Предельные значения отношений  $b/\delta$ , указанные в табл. 36, относятся к элементам, не усиленным планками. Для гнутых элементов с полками, укрепленными ребрами и усиленными планками, предельные значения отношений  $b/\delta$  определяются согласно указаниям п. 6.10 путем подстановки в формулу (48)  $b$  вместо  $h_0$  (рис. 15).

2. Наименьшая расчетная высота ребра полок  $a_0$ , измеряемая от оси полки (рис. 15), принимается в элементах:

не усиленных планками 0,3 $b$ ;  
усиленных планками 0,2 $b$ .

Для полок тавров наибольшие значения  $b/\delta$  определяются как полусумма значений из табл. 36 и 37 (на окаймленные ребрами полки это указание не распространяется).

Таблица 36  
Предельные значения  $b/\delta$  для полок равнобоких уголков и полок гнутых профилей

Полка	Класс стали	Гибкость $\lambda$				
		25	50	75	100	125
Неокайм- ленная	C38/23	14	15	16,5	18	20
	C44/29; C46/33	12	13	14,5	16,5	18,5
	C52/40	10	12	14	15	15,5
	C60/45	9,5	11,5	13,5	14,5	15
	C70/60	9	11	13	13,5	14
	C85/75	8,5	10	11,5	12	12,5
С ребром	C38/23	20	30	32,5	35	37,5
	C44/29; C46/33	—	22,5	26,5	28,5	30,5
	C52/40	—	19	23,5	25	26,5
	C60/45	—	17,5	23	24	25,5

Таблица 37

Предельные значения  $b/\delta$  для полок двутавров

Класс стали	Гибкость $\lambda$				
	25	50	75	100	125
C38/23	14	16	18,5	20,5	23
C44/29; C46/33	12	15	18	20	22
C52/40	10	14	17	18,5	19,5
C60/45	9,5	13,5	16,5	17,5	18,5
C70/60	9	12,5	15,5	16,5	17,5
C85/75	8,5	11,5	14	15	16

Таблица 38

Предельные значения  $b/\delta$  для полок балок

Класс стали	C38/23	C44/29; C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
$b/\delta$	15	13	11	10,5	10	9

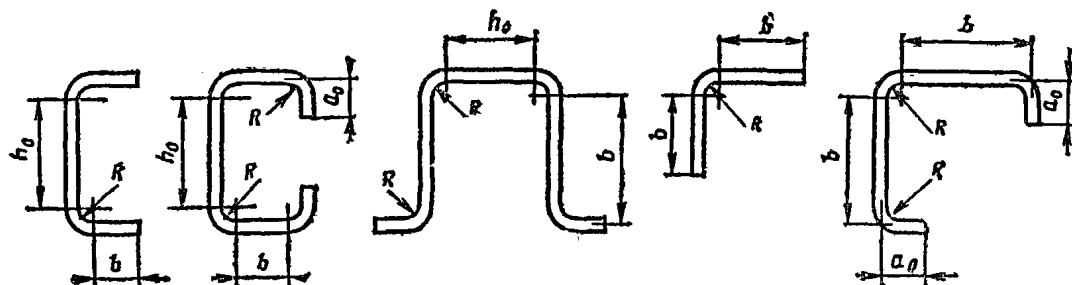


Рис. 15. Схемы поперечных сечений гнутых элементов

Наибольшие значения  $h_0/\delta$  для стенок тавров находятся путем умножения значений  $b/\delta$  из табл. 36 на коэффициент

$$\eta = 1 + 0,25 \sqrt{2 - b_0/h_0}; \quad 1 \leq b_0/h_0 \leq 2,$$

где  $b_0$  — ширина полки тавра;

$h_0$  — расчетная высота стенки тавра.

В случае недонапряжения элемента найденные выше значения  $b/\delta$  могут быть увеличены в  $\sqrt{R\varphi^*/\sigma}$  раза, но не более чем на 25%. Здесь  $\varphi^*$  — меньшая из величин  $\varphi$ ,  $\varphi_{x\varphi}^{вн}$ ,  $\varphi_{xy}^{вн}$ ,  $c\varphi$ , использованная при проверке устойчивости дан-

ного элемента;  $\sigma = \frac{N}{F}$  — осевое напряжение сжатия в элементе.

6.15. Наибольшая расчетная ширина  $b$  неокаймленного сжатого свеса листа (полки) в балках определяется по табл. 38.

В случае недонапряжения балки указанные выше значения  $b/\delta$  могут быть увеличены в  $\sqrt{R/\sigma}$  раза, но не более чем на 25%. Здесь  $\sigma$  — большая из величин

$$\sigma = \frac{M}{W_{\varphi\sigma}} \text{ или } \sigma = \frac{M_x}{J_x} g \pm \frac{M_y}{J_y} x.$$

## 7. ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ (ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ)

### РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

7.1. Проверка прочности листовых конструкций (оболочек вращения), находящихся в безмоментном напряженном состоянии, производится по формуле

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq Rm; \quad (51)$$

при этом должны соблюдаться условия

$$\sigma_x \leq Rm \text{ и } \sigma_y \leq Rm.$$

Здесь  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  — нормальные напряжения по двум взаимно перпендикулярным направлениям;

$\tau_{xy}$  — касательное напряжение;

$R$  — расчетное сопротивление стали растяжению и сжатию, принимаемое в соответствии с указаниями п. 3.1;

$m$  — коэффициент условий работы конструкций, назначаемый в соответствии с требованиями нормативных документов по проектированию стальных конструкций.

7.2. Напряжения в безмоментных тонкостенных оболочках вращения, находящихся под давлением жидкости, газа или сыпучего материала, определяются по формулам

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{p}{\delta}; \quad (52)$$

$$\sigma_1 = \frac{Q}{2\pi r_0 \delta \cos \beta}, \quad (53)$$

где  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  — соответственно меридиональное и кольцевое напряжения;

$p$  — расчетное давление на единицу поверхности оболочки;

$r_1$  и  $r_2$  — радиусы кривизны в главных направлениях средней поверхности оболочки;

$\delta$  — толщина оболочки;

$Q$  — проекция на ось полного расчетного давления жидкости, газа или сыпучего материала на часть оболочки  $abc$  (рис. 16);

$r_0$  и  $\beta$  — радиус и угол, показанные на рис. 16.

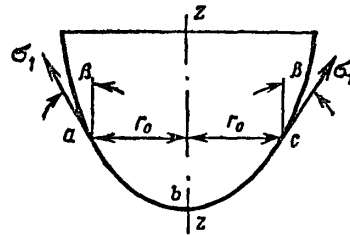


Рис. 16. Схема оболочки вращения

7.3. Напряжения в замкнутых цилиндрических, конических и сферических безмоментных тонкостенных оболочках, находящихся под внутренним равномерным давлением, определяются по формулам:

а) для цилиндрических оболочек

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2\delta} \text{ и } \sigma_2 = \frac{pr}{\delta}; \quad (54)$$



б) для конических оболочек

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2\delta \cos \beta} \text{ и } \sigma_2 = \frac{pr}{\delta \cos \beta}; \quad (55)$$

в) для сферических оболочек

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{pr}{2\delta}, \quad (56)$$

где  $p$  — расчетное внутреннее давление на единицу поверхности оболочки;

$r$  — радиус срединной поверхности оболочки (рис. 17);

$\beta$  — угол между образующей конуса и его осью  $z$  (рис. 17).

7.4. В местах изменения формы или толщины оболочек, а также изменения нагрузки должны быть учтены местные напряжения (краевой эффект), которые определяются согласно указаниям специальных нормативных документов или руководств.

#### ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ

7.5. Замкнутая круговая цилиндрическая оболочка, равномерно сжатая параллельно образующим, проверяется на устойчивость по формуле

$$\sigma_1 \leq m\sigma_{01}, \quad (57)$$

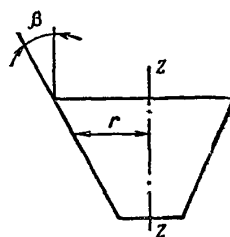


Рис. 17. Схема конической оболочки вращения

где  $\sigma_1$  — расчетное напряжение в оболочке;

$\sigma_{01}$  — принимается равным меньшей из величин  $\psi^*R$  и  $cE\delta/r$ ;

$E$  — модуль упругости стали;

$r$  — радиус срединной поверхности оболочки;

$\delta$  — толщина оболочки;

$m$  — коэффициент условий работы;

$R$  — расчетное сопротивление стали сжатию;

$\psi^*$  и  $c$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 39.

Таблица 39

Коэффициенты  $\psi^*$  и  $c$

Класс стали	Коэффициенты $\psi^*$ и $c$ при $r/\delta$ , равно											
	0	25	50	100	200	300	400	600	800	1000	1500	2500
<b>Коэффициенты <math>\psi^*</math></b>												
C33/23	1	0,944	0,902	0,835	0,720	0,616	0,515	—	—	—	—	—
C44/29; C46/33	1	0,937	0,892	0,812	0,665	0,528	—	—	—	—	—	—
C52/40	1	0,930	0,883	0,789	0,610	0,440	—	—	—	—	—	—
C60/45	1	0,927	0,876	0,775	0,578	—	—	—	—	—	—	—
C70/60	1	0,923	0,865	0,750	0,526	—	—	—	—	—	—	—
C85/75	1	0,918	0,848	0,710	0,436	—	—	—	—	—	—	—
<b>Коэффициенты <math>c</math></b>												
Независимо от класса стали	—	—	0,30	0,22	0,18	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
Примечание. Приведенные значения коэффициентов $\psi^*$ и $c$ действительны для конструкций, выполненных в соответствии с требованиями главы СНиП по изготовлению и монтажу стальных конструкций.												

В случае внецентренного сжатия параллельно образующим или чистого изгиба в диаметральной плоскости напряжение  $\sigma_{01}$  увеличивается в  $1+0,1(1-\sigma'_i/\sigma_i)$  раз, где  $\sigma'_i$  — наименьшее напряжение (растягивающие напряжения считаются отрицательными).

Примечание. Указанный способ расчета разрешается применять при изгибе с поперечной силой, если касательные напряжения в месте наибольшего момента не превышают величины  $0,07E(\delta/r)^{3/2}$ .

В трубах, рассчитываемых как сжатые или сжато-изогнутые стержни, при гибкости  $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R/E} \geq 0,65$  отношение  $r/\delta$  не должно превосходить величин, указанных в табл. 40.

Таблица 40

Максимально допустимое отношение  $r/\delta$ 

Класс стали	C38/23	C44/29; C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
$r/\delta \leq$	100	85	75	70	65	60

Такие трубы проверяются на устойчивость согласно указаниям раздела 4 независимо от проверки устойчивости стенок. Проверки устойчивости стенок бесшовных и электросварных труб не требуется, если значение  $r/\delta$  не превосходит величин, указанных в табл. 41.

Таблица 41

Максимальные отношения  $r/\delta$ , при которых не требуется проверки устойчивости

Класс стали	C38/23	C44/29; C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
$r/\delta \leq$	50	45	40	38	35	30

**7.6. Цилиндрическая панель, опертая по двум образующим и двум дугам направляющей, равномерно сжатая вдоль образующих, при  $b^2/r\delta \leq 20$  (где  $b$  — ширина панели, измеренная по дуге направляющей) проверяется на устойчивость как пластинка по формулам:**

при  $\sigma \leq 0,8R$ 

$$b/\delta \leq 87/\sqrt{\sigma}, \quad (58)$$

где  $\sigma$  — расчетное напряжение в т/см<sup>2</sup>;при  $\sigma = R$ 

$$b/\delta \leq 76/\sqrt{4,2 + R}; \quad (R \text{ в т/см}^2). \quad (59)$$

При  $0,8 < \sigma < R$  для нахождения предельного соотношения  $b/\delta$ ; допустима линейная интерполяция.

Если  $b^2/r\delta > 20$ , то панель проверяется на устойчивость как оболочка по указаниям п. 7.5.

**7.7. Замкнутая круговая цилиндрическая оболочка при действии внешнего равномерно-го давления  $p$ , нормального к боковой поверхности, проверяется на устойчивость по формуле**

$$\sigma_2 \leq m\sigma_{02}, \quad (60)$$

где  $\sigma_{02}$  определяется выражениями:

$$\text{при } 0,5 \leq \frac{L}{r} \leq 10$$

$$\sigma_{02} = 0,55E(r/L)(\delta/r)^{3/2}; \quad (61)$$

$$\text{при } \frac{L}{r} \geq 20$$

$$\sigma_{02} = 0,17E(\delta/r)^2. \quad (62)$$

При  $10 < \frac{L}{r} < 20$  напряжение  $\sigma_{02}$  определяется линейной интерполяцией.

Здесь  $\sigma_2 = \frac{pr}{\delta}$  — расчетное кольцевое напряжение в оболочке;

$L$  — длина цилиндрической оболочки.

Прочие обозначения по п. 7.5.

Та же оболочка, но укрепленная кольцевыми ребрами, расположенными на расстояниях  $a \geq 0,5r$  между осями, проверяется на устойчивость по формулам (60) — (62) с подстановкой в них величины  $a$  вместо  $L$  при условии, что момент инерции ребра относительно оси, параллельной образующей, не меньше величины  $par^3/3E$ .

При одностороннем ребре момент инерции вычисляется относительно оси, совпадающей с ближайшей поверхностью оболочки.

**7.8. Замкнутая круговая цилиндрическая оболочка, подверженная одновременному действию нагрузок, указанных в пп. 7.5 и 7.7, проверяется на устойчивость по формуле**

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{01}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{02}} \leq m, \quad (63)$$

где  $\sigma_{01}$  вычисляется согласно указаниям п. 7.5, а  $\sigma_{02}$  — согласно указаниям п. 7.7.

**7.9. Коническая оболочка вращения с углом конусности  $\beta \leq 60^\circ$ , сжатая усилием  $N$**

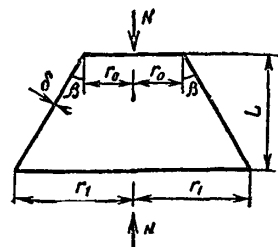


Рис. 18. Схема конической оболочки вращения под действием продольного усилия сжатия

вдоль оси (рис. 18), проверяется на устойчивость по формуле

$$N = mN_0, \quad (64)$$

где

$$N_0 = 2\pi r^* \delta \sigma_{01} \cos^2 \beta. \quad (65)$$

Здесь  $\sigma_{01}$  определяется по указаниям п. 7.5 с заменой  $r$  на  $r^*$ :

$$r^* = \frac{0,9r_1 + 0,1r_0}{\cos \beta}, \quad (66)$$

$r_0$  и  $r_1$  — радиусы соответственно меньшего и большего основания конуса;

$\delta$  — толщина оболочки.

7.10. Коническая оболочка вращения при действии внешнего равномерного давления  $p$ , нормального к боковой поверхности, проверяется на устойчивость по формуле

$$\sigma_2 \leq m\sigma_{02}, \quad (67)$$

где

$$\sigma_{02} = 0,55E(r^*/L)(\delta/r^*)^{3/2}. \quad (68)$$

Здесь  $\sigma_2 = \frac{pr^*}{\delta}$  — расчетное кольцевое напряжение в оболочке;  
 $L$  — высота конической оболочки (между основаниями);

$r^*$  — радиус, определяемый по формуле (66);

$\delta$  — толщина оболочки.

7.11. Коническая оболочка вращения, подверженная одновременному действию нагрузок, указанных в пп. 7.9 и 7.10, проверяется на устойчивость по формуле

$$\frac{N}{N_0} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{02}} \leq m, \quad (69)$$

где  $N_0$  и  $\sigma_{02}$  определяются выражениями (65) и (68).

7.12. Полная сферическая оболочка (или ее сегмент) при  $r/\sigma \leq 750$  и действии внешнего равномерного давления  $p$ , нормального к ее поверхности, проверяется на устойчивость по формуле

$$\sigma \leq m\sigma_0, \quad (70)$$

где  $\sigma_0 = 0,1E\delta/r$ , но принимается не более чем  $R$ ;

$\sigma = pr/2\delta$  — расчетное напряжение;

$\delta$  — толщина оболочки;

$r$  — радиус срединной поверхности сферы.

## 8. УЧЕТ УСТАЛОСТИ МЕТАЛЛА

8.1. Стальные конструкции, непосредственно воспринимающие многократно действующие подвижные, вибрационные или другого вида нагрузки, которые могут привести к усталостному разрушению, надлежит проектировать с применением таких конструктивных решений, которые не вызывают значительной концентрации напряжений, и проверять расчетом на выносливость.

К конструкциям, в которых могут возникать явления усталости, относятся подкрановые балки под краны «особого» режима работы, балки рабочих площадок и элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающие нагрузку от подвижных составов, конструкции под моторы и т. п. К конструкциям, в которых могут возникнуть явления усталости, относятся также конструкции высоких сооружений типа антенн, дымовых труб, мачт, башен и подъемно-транспортных сооружений, подверженных действию ветра.

Расчет конструкций на усталость следует производить на нагрузки, вычисленные в соответствии с указаниями главы СНиП по нагрузкам и воздействиям.

8.2. Расчетные сопротивления основного металла и соединений при расчете конструкций

Таблица 42  
Коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$  к формулам (71) и (72)

Класс стали	Группа соеди- нения (см. приложение 8)	Коэффициенты										
		a	b	с при количестве циклов нагружения в миллио- нах								
				0,5	1,0	2,0	3,0	≥5,0				
С38/23	1	1,20	0,60	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9				
	2	1,30	0,70									
	3	1,55	0,95	1,3								
	4	1,85	1,25									
	5	2,10	1,50									
	6	2,75	2,15	1,4				0,85				
	7	3,50	2,90									
	8	4,80	4,20									
С44/29 С46/33	1	1,25	0,65	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9				
	2	1,45	0,85									
	3	1,80	1,20	1,4								
	4	2,40	1,80									
	5	2,75	2,15									
	6	3,80	3,20	1,6				0,85				
	7	4,80	4,20									
	8	6,00	5,40									

на выносливость понижаются умножением на коэффициент  $\gamma$ , определяемый по формулам (71) и (72) и принимаемый не более единицы:

в случаях, когда наибольшее по абсолютной величине напряжение является растягивающим,

$$\gamma = \frac{c}{a - b\rho}; \quad (71)$$

в случаях, когда наибольшее по абсолютной величине напряжение является сжимающим,

$$\gamma = \frac{c}{b - a\rho}, \quad (72)$$

где  $\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$ ;

$\sigma_{\min}$  и  $\sigma_{\max}$  — соответственно наименьшее и наибольшее по абсолютной величине напряжения в рассчитываемом элементе, вычисленные (каждое со своим знаком) от нормативной нагрузки без учета коэффициента динамичности, коэффициентов  $\varphi$ ,  $\varphi^{\text{вн}}$  и  $\varphi_6$ ;

$a$ ,  $b$  и  $c$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 42 в зависимости от группы элемента или соединения конструкций (см. приложение 8) и от количества циклов нагружения конструкции за время ее эксплуатации.

Примечание. Количество циклов нагружения устанавливается на основе технологических требований эксплуатации. Для подкрановых балок, при отсутствии необходимых данных, количество циклов нагружения принимается равным 2 миллионам.

## 9. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### СТЫКИ И ПРИКРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

#### Сварные соединения

9.1. В сварных соединениях при действии на них продольной силы (в стыках или креплениях элементов) распределение напряжений по длине шва принимается равномерным.

9.2. Расчет сварных соединений встык на сжатие и растяжение производится по формуле

$$\frac{N}{l_{\text{ш}}\delta} \leq R^{\text{св}}, \quad (73)$$

где  $N$  — расчетная продольная сила, действующая на соединение;

$l_{\text{ш}}$  — расчетная длина шва, равная его полной длине в случае вывода концов шва за пределы стыка; в ином случае расчетная длина принимается меньше полной длины на 10 мм;

$\delta$  — наименьшая толщина соединяемых элементов;

$R^{\text{св}}$  — расчетное сопротивление сварного стыкового соединения сжатию или растяжению, принимаемое по табл. 5.

9.3. Сварные угловые швы, воспринимающие продольные и поперечные силы, рассчитываются на срез по формуле

$$\frac{N}{(\beta h_{\text{ш}})l_{\text{ш}}} \leq R_y^{\text{св}}, \quad (74)$$

где  $h_{\text{ш}}$  — толщина углового шва, принимаемая равной катету вписанного равнобедренного треугольника (рис. 19);

$\beta$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от вида сварки, которая должна быть оговорена в проекте; для однопроводной автоматической сварки  $\beta=1$ ; для двух- и трехпроводной автоматической сварки  $\beta=0,9$ ; для однопроводной полуавтоматической сварки  $\beta=0,85$ ; для двух- и трехпроводной полуавтоматической сварки  $\beta=0,8$ ;

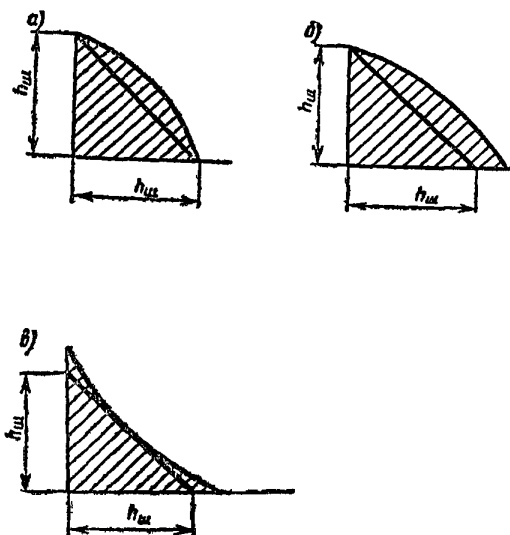


Рис. 19. Схемы сечений сварных угловых швов  
а — выпуклый шов с равными катетами; б — то же, с неравными катетами; в — вогнутый шов

для ручной сварки, а также для многопроходной (более трех) автоматической и полуавтоматической сварки  $\beta=0,7$ ;

$l_{\text{ш}}$  — расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом 10 мм;

$R_y^{\text{св}}$  — расчетное сопротивление углового шва, принимаемое по табл. 5.

Сварные соединения внахлестку двумя лобовыми швами, выполненные в соответствии с указаниями п. 2.7, считаются равнопрочными основному металлу и не требуют проверки расчетом при условии, что лобовые швы наложены по всей толщине свариваемых элементов и концы их выведены за пределы соединения.

9.4. Сварные соединения, работающие на изгиб, рассчитываются по формулам, установленным для целого сечения, с расчетными сопротивлениями, принимаемыми согласно табл. 5.

9.5. Сварные соединения встык, при одновременном действии нормальных и срезающих напряжений, проверяются по формуле

$$\sqrt{\sigma_{\text{св.х}}^2 + \sigma_{\text{св.г}}^2 - \sigma_{\text{св.х}}\sigma_{\text{св.г}} + 3\tau_{\text{св.хг}}^2} \leq 1,15 R_p^{\text{св}}, \quad (75)$$

где  $\sigma_{\text{св.х}}$  и  $\sigma_{\text{св.г}}$  — нормальные напряжения в сварном соединении по двум взаимно перпендикулярным направлениям;

$\tau_{\text{св.хг}}$  — напряжение в сварном соединении от среза;

$R_p^{\text{св}}$  — расчетное сопротивление сварного соединения встык растяжению, принимаемое по табл. 5.

9.6. Угловые швы при одновременном действии в одном и том же сечении шва срезающих напряжений в двух направлениях рассчитываются на равнодействующую этих напряжений.

Угловые швы, прикрепляющие элемент, на который действует одновременно растягивающее усилие и изгибающий момент, рассчитываются по формуле (22), в которой значения  $F_{\text{ш}}$ ,  $J_{x,\text{ш}}$ ,  $J_{y,\text{ш}}$  и  $R$  принимаются соответственно:

$F_{\text{ш}} = F_{\text{ш}}$  — расчетная площадь швов, определяемая с учетом возможного разрушения по наименьшему сечению, умножением площади поперечного сечения на коэффициент  $\beta$  (см. п. 9.3);

$J_{x,\text{ш}}$  и  $J_{y,\text{ш}}$  — расчетные моменты инерции швов с учетом уменьшения их площади поперечного сечения;

$R = R_y^{\text{св}}$  — расчетное сопротивление углового шва, принимаемое по табл. 5.

## ЗАКЛЕПОЧНЫЕ И БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

9.7. В заклепочных и болтовых соединениях при действии на соединение продольной силы  $N$  (в стыках или прикреплениях элементов) распределение этой силы между заклепками или болтами принимается равномерным.

9.8. Заклепочные или болтовые соединения, воспринимающие продольные силы  $N$ , рассчитываются по формулам:

на срез заклепок и болтов

$$\frac{N}{n_{\text{ср}} \frac{\pi d^2}{4}} \leq R_{\text{ср}}; \quad (76)$$

на смятие

$$\frac{N}{nd\Sigma\delta} \leq R_{\text{см}}; \quad (77)$$

на растяжение (отрыв головок) заклепок

$$\frac{N}{n \frac{\pi d^2}{4}} \leq R_p^{\text{закл}}; \quad (78)$$

на растяжение болтов

$$\frac{N}{nF_{\text{нт}}} \leq R_p^{\text{б}}. \quad (79)$$

Обозначения, принятые в формулах (76)–(79):

$N$  — расчетная продольная сила, действующая на соединение;

$n$  — число заклепок или болтов в соединении;

$n_{\text{ср}}$  — число рабочих срезов одной заклепки или болта;

$d$  — диаметр отверстия для заклепки или наружный диаметр стержня болта;

$\Sigma\delta$  — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$R_{\text{ср}}$  — расчетное сопротивление срезу заклепок (болтов), определяемое по табл. 6 и 7;

$R_{\text{см}}$  — расчетное сопротивление смятию заклепочных (болтовых) соединений, определяемое по табл. 6 и 7;

$R_p^{\text{закл}}$  — расчетное сопротивление растяжению (отрыву головок) заклепок, определяемое по табл. 6;

$R_p^6$  — расчетное сопротивление растяжению болтов, определяемое по табл. 7;

$F_{\text{нт}}$  — площадь сечения болта нетто, определяемая по формуле

$$F_{\text{нт}} = \frac{\pi}{16} (d_2 + d_3)^2,$$

где  $d_2$  — номинальный средний диаметр резьбы;

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6};$$

$d_1$  — номинальный внутренний диаметр резьбы;

$H$  — теоретическая высота резьбы.

Величины  $d_1$ ,  $d_2$  и  $H$  принимаются по ГОСТ 9150—59\* «Резьба метрическая для диаметров от 1 до 600 мм. Основные размеры».

Примечания: 1. Для болтов диаметром от 16 до 27 мм площадь сечения нетто по ГОСТ 9150—59\* соответственно принимается

Диаметр болта (мм)	16	18	20	22	24	27
Площадь нетто (см <sup>2</sup> )	1,60	1,97	2,49	3,08	3,59	4,67

2. Заклепки и болты, работающие одновременно на срез и растяжение, проверяются отдельно на срез и растяжение.

9.9. В креплениях одного элемента к другому через прокладки или иные промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой число заклепок (болтов) должно быть увеличено против расчета на 10%.

При креплениях выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей число заклепок (болтов), прикрепляющих одну из полок коротыша, должно быть увеличено против расчетного на 50%.

## СОЕДИНЕНИЯ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ

9.10. Соединения на высокопрочных болтах рассчитываются в предположении передачи действующих в стыках и прикреплениях усилий через трение, возникающее по соприкасающимся плоскостям соединяемых элемен-

тов от натяжения высокопрочных болтов. При этом распределение продольной силы между болтами принимается равномерным.

9.11. Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, определяется по формуле

$$N_6 = P f m, \quad (80)$$

где  $f$  — коэффициент трения, принимаемый по табл. 43;

$m$  — коэффициент условий работы болтового соединения, принимаемый равным 0,9;

$P$  — осевое усилие натяжения болта.

Таблица 43

Коэффициенты трения  $f$  в формуле (80).

Способ предварительной обработки (очистки) соединяемых поверхностей	Коэффициенты трения $f$ для соединяемых элементов конструкций из стали класса		
	C38/23	C44/29; C46/33; C52/40	C60/45; C70/60; C85/75
1. Пневматическая обработка кварцевым песком с содержанием $\text{SiO}_2$ не ниже 94% или металлическим порошком . . . . .	0,45	0,55	0,55
2. Химическая обработка растворами кислот, травильными пастами	0,45	0,50	0,50
3. Огневая обработка многопламенными горелками (на ацетилене) . . . . .	0,40	0,45	0,45
4. Стальными ручными или механическими щетками . . . . .	0,35	0,35	0,40
5. Без обработки . . .	0,25	0,25	0,35

Осевое усилие натяжения высокопрочных болтов  $P$  принимается в зависимости от механических свойств болтов после их термической обработки равным 65% разрушающей нагрузки при разрыве болта и определяется по формуле

$$P = 0,65 \sigma_v F_{\text{нт}}, \quad (81)$$

где  $\sigma_v$  — временное сопротивление разрыву стали высокопрочных болтов после термической обработки в готовом изделии (болте), определяемое по п. 2.11;

$F_{\text{нт}}$  — площадь сечения болта нетто, определяемая по п. 9.8.

## СОЕДИНЕНИЯ С ФРЕЗЕРОВАННЫМИ ТОРЦАМИ

9.12. В соединениях элементов с фрезерованными торцами (в стыках и базах колонн и т. п.) сжимающая сила считается полностью передающейся через торцы.

Во внецентренно сжатых элементах сварные швы, заклепки или болты указанных соединений проверяются на наибольшее растягивающее усилие от действия изгибающего момента, соответствующего минимальной продольной силе.

## ПОЯСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В СОСТАВНЫХ БАЛКАХ

9.13. Сварные швы и заклепки, соединяющие стенки и пояса составных двутавровых балок, рассчитываются по формулам табл. 44.

Примечания: 1. При неподвижной сосредоточенной нагрузке, приложенной к верхнему поясу, предусматривается, что в местах приложения грузов имеются ребра жесткости, приваренные или плотно пригнанные к верхнему поясу. При отсутствии указанных ребер рас-

Таблица 44

Формулы для расчета поясных соединений в составных балках

Характер нагрузки	Соединения	Расчетные формулы
Неподвижная нагрузка (распределенная и сосредоточенная)	Угловые швы	$\frac{QS_{\Pi}}{2(\beta h_{\Pi})J_{\text{бр}}} \leq R_y^{\text{св}} \quad (82)$
	Заклепки	$\alpha \frac{QS_{\Pi}}{J_{\text{бр}}} \leq N^{\text{закл}} \quad (83)$
Подвижная сосредоточенная нагрузка	Угловые швы	$\frac{1}{2(\beta h_{\Pi})} \sqrt{\left(\frac{QS_{\Pi}}{J_{\text{бр}}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2} < R_y^{\text{св}} \quad (84)$
	Заклепки	$\alpha \sqrt{\left(\frac{QS_{\Pi}}{J_{\text{бр}}}\right)^2 + \left(\frac{\alpha n_1 P}{z}\right)^2} \leq N^{\text{закл}} \quad (85)$

Обозначения, принятые в табл. 44:

$Q$  — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении;  
 $S_{\Pi}$  — статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси;  
 $h_{\Pi}$  — толщина углового шва;  
 $\beta$  — коэффициент, принимаемый по п. 9.3;  
 $\alpha$  — шаг поясных заклепок;  
 $N^{\text{закл}}$  — меньшее из двух значений расчетного усилия на одну заклепку, принимаемое равным:

при расчете на срез

$$N^{\text{закл}} = n_{\text{ср}} \frac{\pi d^2}{4} R_{\text{ср}}^{\text{закл}};$$

при расчете на смятие

$$N^{\text{закл}} = d \Sigma \delta R_{\text{см}}^{\text{закл}};$$

$R_y^{\text{св}}$ ,  $R_{\text{ср}}^{\text{закл}}$ ,  $R_{\text{см}}^{\text{закл}}$  — соответственно расчетные сопротивления угловых швов срезу и заклепочных соединений срезу и смятию, принимаемые по табл. 5 и 6;

$P$  — величина расчетного сосредоточенного груза (для подкрановых балок — расчетная величина давления колеса крана, принимаемая без коэффициента динамичности);

$n_1$  — коэффициент, принимаемый согласно указаниям п. 4.13;

$z$  — условная длина распределения давления сосредоточенного груза, принимаемая согласно указаниям п. 4.13;

$\alpha$  — коэффициент, принимаемый:

при нагрузке по верхнему поясу клепаной балки, в которой стенка пристрогана к верхнему поясу, —  $\alpha = 0,4$ ; то же, но при отсутствии пристрожки стенки, а также при нагрузке по нижнему поясу —  $\alpha = 1$ .

чет прикрепления верхнего пояса ведется, как для подвижной сосредоточенной нагрузки.

2. При приложении неподвижной сосредоточенной нагрузки к нижнему поясу балки сварные швы и заклепки, прикрепляющие этот пояс к стенке, рассчитываются по формулам (84) и (85) независимо от наличия ребер жесткости в местах приложения грузов.

3. Сварные поясные швы, выполненные с проваром на всю толщину стенки, считаются равнопрочными со стенкой.

9.14. В клепаных балках с многolistовыми

ми поясными пакетами каждый из листов должен быть прикреплен за местом своего теоретического обрыва из расчета на половину усилия, которое может быть воспринято сечением листа. Каждый лист на участке между действительным местом его обрыва и местом обрыва предыдущего листа должен быть прикреплен из расчета на полное усилие, которое может быть воспринято сечением листа.

## 10. УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

10.1. При проектировании стальных конструкций надлежит:

а) предусматривать связи, обеспечивающие в процессе монтажа и эксплуатации устойчивость и пространственную неизменяемость сооружения в целом и его элементов, назначая их в зависимости от основных параметров сооружения и режима его эксплуатации (конструктивная схема, пролеты, типы кранов и режим их работы, температурные воздействия и т. п.);

б) учитывать производственные возможности и мощности кранового оборудования предприятий — изготовителей металлоконструкций, а также подъемно-транспортное и другое оборудование монтажных организаций;

в) компоновать конструкции из наименьшего количества марок стали, профилей проката и деталей;

г) использовать металл с наименьшими отходами и потерями;

д) производить разбивку конструкций на отправочные элементы с учетом габаритов транспортных средств, рационального и экономичного транспортирования конструкций на строительство и выполнения максимального объема работ на предприятии-изготовителе;

е) предусматривать возможность укрупнения отправочных элементов конструкций на строительной площадке для монтажа крупными блоками;

ж) использовать возможность фрезерования торцов для мощных сжатых и внецентренно-сжатых элементов (при отсутствии значительных краевых растягивающих напряжений) при наличии соответствующего оборудования на предприятии-изготовителе;

з) предусматривать монтажные крепления элементов, обеспечивающие возможность лег-

кой сборки и удобного выполнения соединений элементов на монтаже (устройство монтажных столиков и т. п.), а также быстроту выверки конструкций;

и) назначать монтажные соединения элементов преимущественно болтовыми;

к) в болтовых монтажных соединениях преимущественно применять болты грубой и нормальной точности; при этом в соединениях, воспринимающих значительные вертикальные усилия (крепления ферм, ригелей, рам и т. п.), рекомендуется передавать эти усилия на столики, устраняющие работу болтов на срез; при наличии в соединениях изгибающих моментов следует использовать работу болтов грубой и нормальной точности на растяжение.

10.2. При проектировании стальных сварных конструкций необходимо стремиться к уменьшению возможного вредного влияния остаточных деформаций и напряжений, в том числе и сварочных, а также к снижению концентрации напряжений, предусматривая соответствующие конструктивные решения (с более равномерными эпюрами рабочих напряжений в элементах и деталях, без входящих углов, резких перепадов сечения и других концентраторов напряжений), а также технологические мероприятия (порядок сборки и сварки, предварительный выгиб, механическая обработка соответствующих зон путем строжки, фрезерования, зачистки абразивным кругом и др.).

10.3. При проектировании сварных соединений стальных конструкций необходимо принимать меры против возможного хрупкого разрушения этих конструкций в процессе их монтажа и эксплуатации в результате неблагоприятного сочетания следующих факторов:

а) высоких местных напряжений, вызванных воздействием сосредоточенных нагрузок



Таблица 45

или деформаций деталей соединений, а также остаточных напряжений;

б) резких геометрических концентраторов напряжений, являющихся следствием неудачной конструкции сварного соединения и т. п., в особенности расположенных на участках с высокими местными напряжениями и ориентированных поперек направления действующих растягивающих напряжений;

в) пониженной температуры, при которой данный вид стали в зависимости от ее химического состава, структуры и толщины проката переходит в хрупкое состояние.

При выборе типа конструкций следует учитывать, что конструкции со сплошной стенкой обладают меньшим количеством концентраторов напряжений и менее чувствительны к эксцентриситетам по сравнению с решетчатыми конструкциями.

10.4. Конструкции, которые могут подвергнуться воздействию расплавленного металла (в виде брызг при разливке металла, при прорыве металла из печей или ковшей в случае повреждения стопоров и т. п.), защищаются облицовкой или ограждающими стенками из огнеупорного кирпича или жароупорного бетона, защищенными от механических повреждений.

Конструкции, подвергающиеся длительному воздействию лучистой или конвекционной теплоты или кратковременному воздействию огня во время аварий тепловых агрегатов, должны защищаться подвесными металлическими экранами или футеровкой из кирпича или жароупорного бетона.

10.5. Стальные конструкции, подвергающиеся воздействию агрессивной среды, должны быть предохранены от коррозии в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию антикоррозионной защиты строительных конструкций. Следует, как правило, применять сечения, легко доступные очистке и окраске или нанесению других защитных покрытий, а также сечения с наименьшим отношением периметра к площади.

10.6. Прогобы изгибаемых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 45.

При определении прогиба конструкции, изготавливаемой со строительным подъемом, прогиб от постоянной нагрузки и половины временной не учитывается, если он не превышает величины строительного подъема; при прогибе, превышающем строительный подъем, учитывается только разность между величиной прогиба и строительного подъема.

Предельные прогибы изгибаемых элементов

Элементы конструкций	Предельные прогибы в долях пролета
1. Подкрановые балки и фермы:	
а) при ручных кранах . . . . .	1/500
б) при электрических кранах грузоподъемностью $\leq 50$ т . . . . .	1/600
в) то же, грузоподъемностью $> 50$ т . . . . .	1/750
2. Пути кран-балок . . . . .	1/500
3. Монорельсовые пути . . . . .	1/400
4. Балки рабочих площадок производственных зданий:	
а) при отсутствии рельсовых путей:	
главные балки . . . . .	1/400
прочие » . . . . .	1/250
б) при наличии узкоколейных путей . . . . .	1/400
в) то же, ширококолейных путей . . . . .	1/600
5. Балки междуэтажных перекрытий:	
а) главные балки . . . . .	1/400
б) прочие » . . . . .	1/250
6. Балки покрытий и чердачных перекрытий:	
а) главные балки и фермы . . . . .	1/250
б) прогоны . . . . .	1/200
7. Элементы фахверка:	
а) стойки, ригели . . . . .	1/300
б) прогоны остекления (в вертикальной и горизонтальной плоскостях) . . . . .	1/200

Примечания: 1. Прогобы определяются от нормативной нагрузки без учета ослабления сечений отверстиями для заклепок или болтов, а также без учета коэффициента динамичности.

2. При наличии штукатурки прогиб балок перекрытий только от временной нагрузки не должен быть более 1/350 пролета.

10.7. Горизонтальные деформации (смещения) колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок не должны превышать величин, приведенных в табл. 46.

Прогобы тормозных конструкций (балок или ферм) под краны «особого» режима работы не должны превышать 1/2000 их пролета.

Смещение колонн в поперечном и продольном направлениях, а также прогиб тормозных конструкций определяются от сил торможения, вычисленных в соответствии с указаниями главы СНиП по нагрузкам и воздействиям от одного крана наибольшей грузоподъемности из числа установленных в здании или на эстакаде. Сила поперечного торможения определяется между двумя противостоящими

Таблица 46

Предельные смещения колонн от воздействия кранов

Деформации	Предельные смещения в долях высоты колонны $h$	
	в открытых подкрановых эстакадах	в зданиях и сооружениях с кранами «особого» режима работы
1. Смещения в поперечном направлении:		
а) при плоской расчетной схеме . . .	1/4000	1/2500
б) при пространственной расчетной схеме . . . . .	—	1/4000
2. Смещение в продольном направлении . .	1/4000	1/4000

Обозначение, принятое в табл. 46:  
 $h$  — высота колонны от низа базы до головки рельса подкрановой балки.

Таблица 47

Предельные размеры температурных отсеков одноэтажных зданий и сооружений

Категории зданий или сооружений	Предельные размеры в м					
	Расстояние от торца отсека до оси ближайшей вертикальной связи		Длина отсека (вдоль здания)		Ширина отсека	
	При расчетных зимних температурах наружного воздуха					
	$t \sim -40^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$	$t \sim -40^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$	$t \sim -40^{\circ}\text{C}$	$-30^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$
1. Отапливаемые здания . . . . .	90	60	230	160	150	110
2. Неотапливаемые здания и горячие цеха . . . . .	75	50	200	140	120	90
3. Открытые эстакады . . . . .	50	40	130	100	—	—

Примечание. При наличии в пределах температурного отсека здания или сооружения двух вертикальных связей расстояние между последними в осях не должно превышать для зданий — 40—50 м и для открытых эстакад — 25—30 м; при этом для зданий и сооружений, возводимых в районах с расчетной температурой ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , принимаются меньшие из указанных расстояний.

колоннами пропорционально их жесткостям; при этом на менее жесткую колонну передается не менее 30% полной силы торможения.

Сила продольного торможения распределяется между всеми вертикальными связями, установленными в пределах температурного отсека; при отсутствии вертикальных связей сила торможения передается на все колонны, расположенные в пределах температурного отсека.

10.8. Поперечные смещения опор транспортерных галерей не должны превышать  $1/250H$ , где  $H$  — высота опор.

10.9. Климатические температурные воздействия на стальные конструкции одноэтажных зданий и сооружений разрешается не учитывать при соблюдении предельных размеров их температурных отсеков, указанных в табл. 47, если жесткость каркаса не увеличена стенами или другими конструкциями. При превышении указанных в табл. 47 размеров конструкции надлежит рассчитывать на температурные воздействия.

## БАЛКИ

10.10. Применять пакеты листов для поясов сварных двутавровых балок не рекомендуется.

Для поясов клепаных двутавровых балок допускается применять пакеты, состоящие не более чем из трех листов; при этом площадь поясных уголков надлежит принимать равной не менее 30% всей площади пояса.

Свободные кромки растянутых поясов подкрановых балок и балок рабочих площадок, непосредственно воспринимающих нагрузку от подвижных составов, должны быть прокатными, строгаными или обрезанными машинной газовой резкой (при условии обеспечения ровных кромок без подрезов).

10.11. Поясные швы сварных балок, а также швы, присоединяющие к основному сечению балки вспомогательные элементы (например, ребра жесткости), должны выполняться непрерывными.

Верхние поясные швы в подкрановых балках и балках рабочих площадок, непосредственно воспринимающих нагрузки от подвижного состава, должны выполняться с проваром на всю толщину стенки.

10.12. В сварных балках заводские стыки поясных листов и стенок надлежит выполнять встык без накладок с применением двусторонней сварки.

Одностороннюю сварку допускается применять только при условии подварки корня шва. Поверхности стыковых швов поясных листов рекомендуется зачищать заподлицо с основным металлом.

Концы швов встык надлежит выводить за пределы стыка (на подкладки).

Количество стыков в растянутых элементах должно быть ограничено.

**10.13.** При расчете подкрановых балок под краны «особого» режима работы, тормозных конструкций и их креплений надлежит учитывать воздействие горизонтальных боковых сил, вызываемых движением крановых мостов.

Размеры ребер жесткости подкрановых балок должны удовлетворять требованиям п. 6.8, при этом ширина выступающей части парного ребра должна быть не менее 100 мм. Швы креплений ребер к верхнему поясу должны быть рассчитаны с учетом кручения этого пояса.

#### ФЕРМЫ

**10.14.** Оси стержней ферм должны быть центрированы во всех узлах. Центрирование стержней следует производить в сварных фермах по центрам тяжести сечений (с округлением до 5 мм), а в клепаных — по рискам углов.

**10.15.** Внецентренное приложение нагрузок и внецентренная передача усилий, как правило, не допускаются. При наличии эксцентриситетов элементы ферм надлежит рассчитывать с учетом дополнительных моментов.

Допускается не учитывать смещение осей поясов ферм при изменении сечений, если оно не превышает 1,5% высоты пояса в тяжелых фермах и 5% — в легких фермах.

**10.16.** При пролетах ферм покрытий свыше 36 м рекомендуется предусматривать строительный подъем, равный прогибу от постоянной нагрузки и половины временной нагрузки. При плоских кровлях строительный подъем следует предусматривать независимо от величины пролета, принимая величину подъема равной прогибу от суммарной нормативной нагрузки плюс 1/200 пролета.

**10.17.** При расчете ферм с элементами из двух уголков или сварного тавра соединения элементов в узлах ферм допускается принимать шарнирными. При двутавровых и Н-образных сечениях элементов расчет ферм по шарнирной схеме допускается, когда отношение высоты сечения к длине элементов не превышает: 1/10 — для конструкций, эксплуати-

руемых при расчетной температуре минус 40°С и выше; 1/15 — при расчетной температуре ниже минус 40°С.

При превышении этих отношений надлежит учитывать дополнительные изгибающие моменты в элементах от жесткости узлов. Учет жесткости узлов в фермах разрешается производить приближенными методами, осевые усилия допускается определять по шарнирной схеме.

Расстояние между краями элементов решетки и пояса в узлах ферм с фасонками следует принимать 40—50 мм.

**10.18.** Между торцами стыкуемых элементов поясов ферм, перекрываемых накладками, следует оставлять зазор не менее 50 мм.

Стыки поясов ферм, эксплуатируемых или монтируемых при расчетной температуре ниже минус 40°С, следует располагать вне узлов, при этом наименьшее расстояние между ближайшими краями стыковой накладки и узловой фасонки должно быть не менее удвоенной высоты сечения пояса и не менее 200 мм.

#### КОЛОННЫ

**10.19.** Стенки сплошных колонн при  $\frac{h_0}{\delta} \geq \frac{100}{\sqrt{R}}$  (где  $R$  в т/см<sup>2</sup>) следует укреплять

парными поперечными ребрами жесткости, расположенными на расстоянии  $2,5h_0$ — $3h_0$  одно от другого; на каждом отправочном элементе должно быть не менее двух ребер.

Ширина выступающей части поперечного ребра жесткости должна быть не менее  $\frac{h_0}{30} + 40$  мм; толщина ребра из стали классов С38/23—С46/33 не менее  $b_p/15$ , из стали классов С52/40—С85/75 — не менее  $b_p/12$ .

**Примечание.** Отступление от требований п. 10.19 может быть допущено для стандартных сварных двутавров специализированного производства при условии обеспечения неизменяемости формы сечения.

**10.20.** Составные колонны следует укреплять диафрагмами, соединяющими ветви этих колонн. Диафрагмы следует располагать не более чем через 4 м по высоте колонны; при этом в отправочном элементе должно быть не менее двух диафрагм.

**10.21.** Заводские стыки колонн следует выполнять сварными, прямыми встык с полным проваром.

### СВЯЗИ

**10.22.** Нижние пояса подкрановых балок и ферм должны быть укреплены в горизонтальной плоскости так, чтобы их свободная длина не превышала 12 м.

При установке вертикальных связей необходимо учитывать пространственную работу подкрановых балок.

**10.23.** Вертикальные связи между основными колоннами ниже подкрановых балок при двухветвевых колоннах надлежит располагать в плоскости каждой из ветвей колонны.

В крайних колоннах зданий допускается установка указанных связей только в плоскости подкрановой ветви колонны; при этом должна быть обеспечена развязка наружной (шатровой) ветви на уровне тормозной конструкции.

**10.24.** При проектировании покрытий зданий и сооружений, возводимых или эксплуатируемых при расчетных температурах ниже минус 40° С, следует, как правило, предусматривать (дополнительно к обычно применяемым связям) вертикальные связи посередине каждого пролета вдоль всего здания.

**10.25.** Горизонтальные связи по верхним и нижним поясам разрезных ферм пролетных строений транспортерных галерей следует проектировать раздельно для каждого пролета.

### ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ (ОБОЛОЧКИ ВРАЩЕНИЯ)

**10.26.** Элементы поперечной жесткости оболочек следует проектировать замкнутой формы.

**10.27.** Передачу сосредоточенных воздействий на листовые конструкции следует, как правило, предусматривать через элементы жесткости.

**10.28.** В местах сопряжений оболочек различной формы рекомендуется применять плавные переходы в целях уменьшения местных напряжений.

**10.29.** Выполнение всех стыковых швов следует предусматривать либо двухсторонней сваркой, либо односторонней сваркой с подваркой корня или на подкладках.

В проекте надлежит указывать на необходимость обеспечения плотности соединений конструкций, в которых эта плотность требуется.

**10.30.** В листовых конструкциях рекомендуется применять сварные соединения встык.

Соединения листов толщиной 5 мм и менее, а также монтажные соединения разрешается осуществлять внахлестку.

**10.31.** При проектировании листовых конструкций необходимо предусматривать промышленные методы их изготовления и монтажа путем применения:

- а) листов и лент больших размеров;
- б) способа рулонирования, изготовления заготовок в виде скорлуп и др.;
- в) раскрой, обеспечивающего наименьшее количество отходов;
- г) автоматической сварки с минимальным количеством сварных швов, выполняемых на монтаже.

### СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**10.32.** В конструкциях со сварными соединениями следует

а) предусматривать применение высокопроизводительных механизированных способов сварки;

б) предусматривать такое расположение сварных швов, при котором максимально сокращалась бы необходимость кантовки конструкций при их изготовлении;

в) обеспечивать свободный доступ к местам наложения швов с учетом выбранного способа и технологии сварки,

г) назначать толщины, взаимное расположение швов и выбирать такой способ сварки, чтобы в конструкциях возникали возможно меньшие собственные напряжения и деформации от сварки;

д) избегать сосредоточения большого количества швов в одном месте;

е) принимать минимально необходимое количество и минимальные размеры сварных швов.

**10.33.** Разделка кромок под сварку должна назначаться с учетом способа сварки, толщины свариваемых элементов, положения их в пространстве и технологии сварки. Разделку кромок под сварку следует принимать по ГОСТ 8713—70 «Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Основные типы и конструктивные элементы»; ГОСТ 11533—65 «Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Основные типы и конструктивные элементы (под острым и тупым углами)»; ГОСТ 14771—69 «Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах. Основные типы и конструктив-

ные элементы»; ГОСТ 5264—69 «Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка. Основные типы и конструктивные элементы»; ГОСТ 11534—65 «Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка. Основные типы и конструктивные элементы (под острым и тупым углами)».

10.34. Размеры и форма сварных угловых швов должны удовлетворять следующим требованиям:

а) толщина угловых швов  $h_{ш}$  должна быть не менее 4 мм (за исключением швов в деталях толщиной менее 4 мм) и не более 1,2 $\delta$ , где  $\delta$  — наименьшая толщина соединяемых элементов;

б) в зависимости от толщины свариваемых элементов толщины угловых однопроходных швов  $h_{ш}$  следует принимать не менее указанных в табл. 48 величин (с учетом п. 10.34, а);

Таблица 48

Минимальные толщины  $h_{ш}$  угловых швов

Толщина более толстого из свариваемых элементов в мм	Минимальная толщина $h_{ш}$ в мм, в конструкциях из стали классов	
	C38/23, C44/29	C46/33—C85/75
7—10	4	6
11—22	6	8
23—32	8	10
33—50	10	12
51 и более	12	—

Примечание. В конструкциях из стали класса C38/23 и C44/29, возводимых в районах с расчетными зимними температурами ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , минимальные толщины швов следует принимать такими же, как для стали класса C46/33—C85/75.

в) расчетная длина углового (флангового и лобового) шва должна быть не менее  $4h_{ш}$  и не менее 40 мм;

г) наибольшая расчетная длина флангового шва должна быть не более  $60h_{ш}$ , за исключением швов сопряжений, в которых усилие, воспринимаемое фланговым швом, возникает на всем его протяжении (в последнем случае длина флангового шва не ограничивается);

д) величина напуска в соединениях внахлестку должна быть не менее 5 толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов;

е) в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, а также в конструкциях, возводимых в районах с расчетными зимними температурами ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$ , и в конструкциях из сталей классов C60/45 — C85/75 угловые швы должны выпол-

няться с плавным переходом к основному металлу; фланговые швы, воспринимающие продольные силы, допускается выполнять с плоской поверхностью;

ж) соотношения размеров катетов угловых швов следует принимать для швов:

фланговых — 1 : 1;

лобовых — 1 : 1 в конструкциях из сталей классов C38/23—C52/40, воспринимающих статические нагрузки;

то же — 1 : 1,5 в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, а также в конструкциях, возводимых в районах с расчетными зимними температурами ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$ , и в конструкциях из сталей классов C60/45—C85/75.

10.35. Конструктивные формы сварных соединений в конструкциях из сталей классов C60/45 — C85/75, в конструкциях, возводимых в районах с расчетными зимними температурами ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$ , и в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, должны обеспечивать наиболее равномерную эпюру напряжений в элементах и деталях, а также наименьшие реактивные напряжения от сварки. С этой целью необходимо избегать резких геометрических концентраторов напряжений (входящих углов, перепадов сечений и т. д.), особенно расположенных на участках с высокими местными или остаточными напряжениями. Применение пакетов листов в таких конструкциях не рекомендуется; следует предусматривать полную обварку ребер жесткости и выведение концов угловых швов на малонагруженные элементы.

Устройство стыков с неполным перекрытием сечения (например, стык поясов при отсутствии стыка стенки) не допускается.

10.36. В сварных стыковых соединениях листов разного сечения в целях обеспечения плавности перехода сечения от меньшей толщины (ширины) к большей следует предусматривать скосы у более толстого (широкого) листа с одной или двух его сторон с уклоном не более 1 : 5.

Стыкование листов разной толщины без устройства скосов разрешается при условии, если разница в толщинах листов не превышает 4 мм, а величина уступа в месте стыка не превышает 1/8 толщины более тонкого листа (для конструкций из сталей классов C60/45—C85/75 указанные величины должны составлять соответственно 2,5 мм и 1/12; при этом необходима механическая обработка ступеньки перед подваркой корня шва).

10.37. В конструкциях из стали классов С60/45—С85/75, возводимых в районах с расчетными зимними температурами ниже минус 40°С, сварные стыки следует, как правило, осуществлять прямыми встык с двухсторонней сваркой и полным проваром.

В монтажных условиях допустима односторонняя сварка с подваркой корня шва и сварка на остающейся стальной подкладке.

Примечание. Стыковые швы должны выполняться с применением выводных планок.

10.38. Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается сварными швами, а часть заклепками, запрещается.

10.39. Применение прерывистых швов, электрозаклепок, выполняемых ручной сваркой с предварительным сверлением отверстий, а также заварка монтажных отверстий запрещается в конструкциях всех групп, кроме конструкций VI группы (см. приложение 1).

#### ЗАКЛЕПОЧНЫЕ И БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

10.40. В рабочих элементах конструкций число заклепок, прикрепляющих элемент в узле или расположенных по одну сторону стыка, должно быть не менее двух.

Примечание. Элементы опор линий электропередач, а также элементы соединительных решеток составных стержней допускается крепить на одной заклепке.

10.41. Толщина склепываемого пакета, как правило, не должна превосходить 5 диаметров заклепки.

При применении заклепок с повышенными головками и коническими стержнями толщина пакета может доходить до 7 диаметров заклепки; при этом клепка должна производиться в соответствии с требованиями главы СНиП по изготовлению и монтажу.

10.42. Размещение заклепок и болтов (в том числе высокопрочных) должно производиться в соответствии с табл. 49.

Соединительные заклепки и болты должны размещаться, как правило, на максимальных расстояниях; в стыках и узлах рекомендуется размещать заклепки и болты на минимальных расстояниях.

При размещении заклепок или болтов в шахматном порядке расстояние между их центрами, в рядах вдоль усилия, следует принимать не менее  $a + 1,5d$ , где  $a$  — расстояние между рядами поперек усилия;  $d$  — по табл. 49. При таком размещении сечение элемента  $F_{нт}$

Таблица 49

Размещение заклепок и болтов

Характеристика расстояния	Расстояния
1. Расстояния между центрами заклепок и болтов в любом направлении:	
а) минимальное . . . . .	3d
б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии . . . . .	8d или 12δ
в) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:	
при растяжении . . . . .	16d или 24δ
> сжатии . . . . .	12d или 18δ
2. Расстояния от центра заклепки или болта до края элемента:	
а) минимальное, вдоль усилия . . . . .	2d
б) то же, поперек усилия:	
при обрезных кромках . . . . .	1,5d
> прокатных > . . . . .	1,2d
в) максимальное . . . . .	4d или 8δ

Обозначения, принятые в табл. 49:

$d$  — диаметр отверстия для заклепки или болта;

$\delta$  — толщина наиболее тонкого наружного элемента.

определяется с учетом ослабления его отверстиями, расположенными только в одном сечении поперек усилия (не по «зигзагу»).

10.43. Монтажные крепления конструкций зданий и сооружений с кранами «особого» режима работы, а также конструкций под железнодорожные составы следует осуществлять на сварке, заклепках или высокопрочных болтах.

Болты грубой и нормальной точности в монтажных соединениях этих конструкций допускается применять:

а) для крепления прогонов, элементов фанерной конструкции, связей по верхним поясам ферм (при наличии связей по нижним поясам или жесткой кровли), вертикальных связей по фермам и фонарям, а также элементов факхверка;

б) для крепления связей по нижним поясам ферм при наличии жесткой кровли (например, из сборных железобетонных или армированных плит из ячеистых бетонов и т. п.);

в) для крепления стропильных и подстропильных ферм к колоннам и стропильных ферм к подстропильным, при условии передачи вертикального опорного давления через столник;

г) для крепления подкрановых балок друг к другу по длине, а также для крепления нижнего пояса их к колоннам, к которым не крепятся вертикальные связи;

д) для крепления балок рабочих площадок, не подвергающихся воздействию динамических нагрузок, при условии передачи вертикального опорного давления через столы;

е) для крепления второстепенных конструкций.

Во всех случаях применения в монтажных соединениях болтов грубой и нормальной точности (за исключением крепления второстепенных конструкций) должны быть предусмотрены меры, предотвращающие возможность развинчивания гаек.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

## УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛИ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Таблица 50

Расчетная температура в °С	Класс стали	Марка стали	Толщина листового, сортового и фасонного проката в мм	ГОСТ или ТУ на поставку	Требования по ударной вязкости в кгс·м/см²				после механического старения
					не менее			при температуре в °С	
					-20	-40	-70		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Группа I. Сварные конструкции, работающие в особо тяжелых условиях и подвергающиеся непосредственному воздействию динамических или вибрационных нагрузок (балки рабочих площадок главных зданий мартеновских и конверторных цехов, элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающие нагрузку от подвижных составов; подкрановые балки; фасонки стропильных и подстропильных ферм и т. п.)

t ≥ -40	С38/23	В18Гпс5	От 5 до 9	ЧМТУ 1—47—67	4	—	—	4
			» 10 » 30	ЧМТУ 1—47—67	3	—	—	3
		ВСтЗсп5	» 5 » 9	ГОСТ 380—71	4	—	—	4
			» 10 » 25	ГОСТ 380—71	3	—	—	3
		М16С	» 26 » 40	ГОСТ 6713—53	3,5	—	—	3,5
	С44/29	СтТсп	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	—
		09Г2С	» 21 » 60	ГОСТ 5058—65*	—	3,5	—	3
	С46/33	09Г2С	От 4 до 10	ГОСТ 5058—65*	—	4	—	3
			» 11 » 20	ГОСТ 5058—65*	—	3,5	—	3
		10Г2С1	» 4 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	4	—	3
		10Г2С1Д	» 11 » 40	ГОСТ 5058—65*	—	3	—	3
		15ХСНД	» 5 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	4	—	3
		» 11 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	3	—	3	
	14Г2**	» 4 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	3,5	—	3	
		» 11 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	3	—	3	
С52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	5	—	3	
	10ХСНД	» 4 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	5	—	3	
		» 11 » 15	ГОСТ 5058—65*	—	4	—	3	
		» 16 » 40	ГОСТ 5058—65*	—	5	—	3	

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
—40 > t ≥ —65	C44/29	09Г2С	От 21 до 60	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3
	C46/33	09Г2С	От 4 до 10 » 11 » 20	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	—	—	3,5 3	3 3
	C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД	От 10 до 40 » 11 » 40	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	—	—	3 3	3 3
Группа II. Сварные конструкции, находящиеся под непосредственным воздействием динамических или вибрационных нагрузок, кроме перечисленных в группе I (пролетные строения наклонных мостов доменных печей, пролетные строения и опоры транспортных галерей и т. п.)								
t ≥ —30	C38/23	ВСтЗпс6 В18Гпс5 ВСтЗсп5 09Г2С	От 5 до 10 » 11 » 30 » 11 » 25 » 61 » 160	ГОСТ 380—71 ЧМТУ 1—47 67 ГОСТ 380—71 ГОСТ 5058—65*	— 3 3 —	— — — 3,5	— — — —	3 3 3 3
	C44/29	СтТсп	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	3
	C46/33	14Г2 10Г2С1 10Г2С1Д 15ХСНД	От 4 до 10 » 11 » 32 » 4 » 10 » 11 » 40 » 5 » 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — — — —	3,5 3 4 3 4 3	— — — — — —	3 3 3 3 3 3
	C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД 14Г2АФ 15Г2АФДпс	От 10 до 40 » 4 » 10 » 11 » 15 » 16 » 40 » 4 » 50 » 10 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71	— — — — — —	5 5 4 5 4 4	— — — — — —	3 3 3 3 4 3
	C60/45	15ХСНД*** 16Г2АФ 18Г2АФпс 15Г2СФ***	От 10 до 32 » 4 » 50 » 4 » 32 » 8 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ЧМТУ 1—741—69 ТУ 14—1—64—71	— — — —	4 4 4 5	— — — —	3 4 3 3
	C38/23	ВСтЗпс6 В18Гпс5 ВСтЗсп5	От 5 до 10 » 11 » 30 » 11 » 25	ГОСТ 380—71 ЧМТУ 1—47—67 ГОСТ 380—71	— 3 3	— — —	— — —	3 3 3
—30 > t ≥ —40	C44/29	СтТсп	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	3
	C46/33	14Г2 10Г2С1 10Г2С1Д 15ХСНД	От 4 до 10 » 11 » 32 » 4 » 10 » 11 » 40 » 5 » 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — — — —	3,5 3 4 3 4 3	— — — — — —	3 3 3 3 3 3



Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
-30 > t ≥ -40	C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД  14Г2АФ 15Г2АФДпс	От 10 до 40 » 4 » 10 » 11 » 15 » 16 » 40 » 4 » 50 » 10 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71	— — — — — —	5 5 4 5 4 4	— — — — — —	3 3 3 3 4 3
	C60/45	15ХСНД*** 16Г2АФ 18Г2АФпс 15Г2СФ***	От 10 до 32 » 4 » 50 » 8 » 32 » 8 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ЧМТУ 1—741—69 ТУ 14—1—64—71	— — — —	4 4 4 5	— — — —	3 4 3 3
-40 > t ≥ -65	C38/23	09Г2С	От 61 до 160	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3
	C44/29	09Г2С	От 21 до 60	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3
	C46/33	09Г2С	От 4 до 10 » 11 » 20	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3,5 3	3 3
		10Г2С1	» 4 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3
		10Г2С1Д	» 11 » 60	ГОСТ 5058—65*	—	—	2,5	3
15ХСНД		» 4 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3	
C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД	От 10 до 40 » 11 » 40	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3 3	3 3	
Группа III. Сварные конструкции перекрытий и покрытий (фермы, за исключением фасонков, ригели рам, главные балки перекрытий и т. п.)								
t ≥ -30	C38/23	ВСт3пс6	От 5 до 9 » 10 » 25	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71	— —	— —	— —	4 3
		ВСт3Гпс5	» 10 » 30	ГОСТ 380—71	3	—	—	3
		В18Гпс5	» 10 » 30	ЧМТУ 1—47—67	3	—	—	3
		C44/29	СтТпс	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	— —
C52/40	10Г2С1*** 14Г2АФ 15Г2АФДпс 15Г2СФ	От 10 до 40 » 4 » 50 » 10 » 32 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71 ТУ 14—1—64—71	— — — —	5 4 4 4	— — — —	— — — —	
	C60/45	15ХСНД*** 16Г2АФ 18Г2АФпс 15Г2СФ***	От 10 до 32 » 4 » 50 » 8 » 32 » 8 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ЧМТУ 1—741—69 ТУ 14—1—64—71	— — — —	4 4 4 5	— — — —	— — — —

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t \geq -30$	C70/60	12Г2СМФ 14ГСМФР	От 10 до 32 » 4 » 40	ЧМТУ 1—644—69 ЧМТУ 1—45—67	— —	3,5 3	— —	— —
$-30 > t \geq -40$	C38/23	ВСт3пс6 ВСт3Гпс5 В18Гпс5 ВСт3сп5	От 5 до 10 » 11 » 30 » 11 » 30 » 11 » 25	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71 ЧМТУ 1—47—67 ГОСТ 380—71	— 3 3 3	— — — —	— — — —	3 3 3 3
	C44/29	СтТпс	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	—
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	— —
	C52/40	10Г2С1*** 14Г2АФ 15Г2АФДпс 15Г2СФ	От 10 до 40 » 4 » 50 » 10 » 32 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71 ТУ 14—1—64—71	— — — —	5 4 4 4	— — — —	— — — —
	C60/45	15ХСНД*** 16Г2АФ 15Г2СФ*** 18Г2АФпс	От 10 до 32 От 4 до 50 » 8 » 32 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—64—71 ЧМТУ 1—741—69	— — — —	4 4 5 4	— — — —	— — — —
	C70/60	12Г2СМФ 14ГСМФР	От 10 до 32 » 4 » 40	ЧМТУ 1—644—69 ЧМТУ 1—45—67	— —	3,5 3	— —	— —
$-40 > t \geq -65$	C44/29	09Г2С 09Г2	От 21 до 60 » 5 » 10	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— 4	3 —	3 3
	C46/33	09Г2С 10Г2С1 15ХСНД	От 4 до 10 » 11 » 20 » 4 » 10 » 11 » 60 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — — —	4 — — — —	— 3 3 2,5 3	3 3 3 3 3
	C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД	От 10 до 40 » 11 » 40	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3 3	3 3
	<p>Группа IV. Сварные конструкции, не подвергающиеся непосредственному воздействию подвижных или вибрационных нагрузок (колонны, стойки, прогоны покрытий, опорные плиты; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование и трубопроводы, сварные балки, бункера)</p>							
$t \geq -30$	C38/23	ВСт3кп2	От 4 до 30 » 31 » 40**** » 41 » 160*****	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71	— — —	— — —	— — —	— — —

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t \geq -30$	C44/29	СтТ	От 10 до 40	ГОСТ 14637—69	—	—	—	—
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	— —
	C52/40	10Г2С1*** 14Г2АФ 15Г2АФДпс 15Г2СФ	От 10 до 40 » 4 » 50 » 10 » 32 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71 ТУ 14—1—64—71	— — — —	5 4 4 3	— — — —	— — — —
	C60/45	16Г2АФ 15Г2СФ*** 18Г2АФпс	От 4 до 50 » 8 » 32 » 4 » 32	ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—64—71 ЧМТУ 1—741—69	— — —	4 5 4	— — —	— — —
	C70/60	12Г2СМФ 14ГСМФР	От 10 до 32 » 4 » 40	ЧМТУ 1—644—69 ЧМТУ 1—45—67	— —	3,5 3	— —	— —
$-30 > t \geq -40$	C38/23	ВСт3пс6 ВСт3Гпс5 В18Гпс5	От 5 до 9 » 10 » 25 » 10 » 30 » 10 » 30	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71 ЧМТУ 1—47—67	— — 3 3	— — — —	— — — —	4 3 3 3
	C44/29	СтТпс	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	—
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	— —
	C52/40	10Г2С1*** 14Г2АФ 15Г2АФДпс 15Г2СФ	От 10 до 40 » 4 » 50 » 10 » 32 » 4 » 32	ГОСТ 5058—65* ЧМТУ 1—349—68 ТУ 14—1—91—71 ТУ 14—1—64—71	— — — —	5 4 4 3	— — — —	— — — —
	C60/45	16Г2АФ 18Г2АФпс 15Г2СФ***	От 4 до 50 » 4 » 32 » 8 » 32	ЧМТУ 1—349—68 ЧМТУ 1—741—69 ТУ 14—1—64—71	— — —	4 4 5	— — —	— — —
	C70/60	12Г2СМФ 14ГСМФР	От 10 до 32 » 4 » 40	ЧМТУ 1—644—69 ЧМТУ 1—45—67	— —	3,5 3	— —	— —
$-40 > t \geq -50$	C38/23	09Г2С*****	От 61 до 160	ГОСТ 5058—65*	—	3,5	—	—
	C44/29	СтТсп 09Г2 09Г2С	От 10 до 25 » 5 » 10 » 11 » 20 » 21 » 32 » 21 » 32 » 33 » 60	ГОСТ 14637—69 ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — — — —	3 4 3 4 3,5 —	— — — — — 3	— — — — — —

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$-40 > t \geq -50$	C44/29	10Г2С1*****	От 61 до 160	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	—
	C46/33	09Г2С 10Г2С1	От 4 до 10 » 11 » 20 » 4 » 10 » 11 » 60	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	4 3,5 4 —	— — — 2,5	— — — —
	C52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	—
$-50 > t \geq -65$	C44/29	09Г2С	От 21 до 60	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	—
	C46/33	09Г2С	От 4 до 11 » 11 » 20	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3,5 3	— —
		10Г2С1	» 4 » 10 » 11 » 60	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3 2,5	— —
		15ХСНД	» 4 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	—
C52/40	10Г2С1*** 10ХСНД	От 10 до 40 » 11 » 40	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	— —	3 3	— —	
<p>Группа V. Конструкции I, II, III, IV групп, монтируемые при расчетной температуре ниже <math>-40^{\circ}\text{C}</math> и эксплуатируемые в отапливаемых помещениях.</p> <p>Все марки сталей, рекомендуемые для конструкций I, II, III и IV групп, с заменой требования по ударной вязкости при температуре минус <math>70^{\circ}\text{C}</math> требованием по ударной вязкости при температуре <math>-40^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Значение ударной вязкости должно быть не менее <math>3 \text{ кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2</math>.</p>								
<p>Группа VI. Вспомогательные конструкции зданий и сооружений (связи, элементы фахверка, лестницы, площадки, опоры светильников и т. п.) и слабнонагруженные конструкции и элементы с напряжением менее 0,4 расчетного сопротивления</p>								
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗкп2	От 4 до 30	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
$-40 > t \geq -65$	C38/23	ВСтЗсп5	От 5 до 9 » 10 » 25	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71	4 3	— —	— —	4 3
		ВСтЗГпс5	» 5 » 9 » 10 » 30	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71	4 3	— —	— —	4 3
		В18Гпс5	» 5 » 9 » 10 » 30	ЧМТУ 1—47—67 ЧМТУ 1—47—67	4 3	— —	— —	4 3
<p>Группа VII. Конструкции, относящиеся к группам I, II и III, при выполнении их клепаными</p>								
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗпс6	От 5 до 9 » 10 » 25	ГОСТ 380—71 ГОСТ 380—71	— —	— —	— —	4 3

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗГпс5 В18Гпс5	От 10 до 30 » 10 » 30	ГОСТ 380—71 ЧМТУ 1—47—67	3 3	— —	— —	3 3
	C44/29	СтТпс 09Г2	От 10 до 25 » 5 » 10 » 11 » 20 » 21 » 32	ГОСТ 14637—69 ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	3 4 3 4	— — — —	
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	
	C52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	5	—	
$-40 > t \geq -65$	C44/29	СтТсп 09Г2 09Г2С	От 10 до 25 » 4 » 10 » 11 » 20 » 21 » 32	ГОСТ 14637—69 ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	3 4 3 3,5	— — — —	3 3 3 3
	C46/33	14Г2 10Г2С1	От 4 до 10 » 11 » 32 » 4 » 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	3,5 3 4 3	— — — —	3 3 3 3
	C52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3
	Группа VIII. Конструкции, относящиеся к группе IV, при выполнении их клепаны- ми, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений							
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗкп2	От 4 до 30	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
	C44/29	СтТкп	От 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	3	—	—
	C46/33	14Г2	От 4 до 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— —	3,5 3	— —	— —
	C52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	5	—	—
$-40 > t \geq -65$	C44/29	СтТсп 09Г2 09Г2С	От 10 до 25 » 4 » 10 » 11 » 20 » 21 » 32	ГОСТ 14637—69 ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	3 4 3 3,5	— — — —	3 3 3 3
	C46/33	14Г2 10Г2С1	От 4 до 10 » 11 » 32 » 4 » 10 » 11 » 32	ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65* ГОСТ 5058—65*	— — — —	3,5 3 4 3	— — — —	3 3 3 3
	C52/40	10Г2С1***	От 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	—	3	3

Продолжение табл. 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Группа IX. Конструкции, относящиеся к группе VI, не имеющие сварных соединений								
$t \geq -40$	С38/23	ВСтЗкп2	До 30	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
$-40 > t \geq -65$	С38/23	ВСтЗсп5	От 5 до 9	ГОСТ 380—71	4	—	—	4
		ВСтЗГпс5	» 10 » 25	ГОСТ 380—71	3	—	—	3
			» 5 » 9	ГОСТ 380—71	4	—	—	4
			» 10 » 30	ГОСТ 380—71	3	—	—	3
		В18Гпс5	» 5 » 9	ЧМТУ 1—47—67	4	—	—	4
			» 10 » 30	ЧМТУ 1—47—67	3	—	—	3

\*\* Не применяется нигде, кроме фасонек ферм.

\*\*\* Сталь термоупрочненная.

\*\*\*\* См. примечание 4, а к табл. 2.

\*\*\*\*\* Применяется только для опорных плит (см. примечание 4, б к табл. 2).

\*\*\*\*\* Применяется только для опорных плит.

Примечания: 1. Указания настоящей таблицы не распространяются на стальные конструкции специальных сооружений: магистральные и технологические трубопроводы, резервуары специального назначения (для хранения нефтепродуктов и др.), кожухи доменных печей и воздухонагревателей, мачты и башни сооружений связи, опоры линий электропередачи, опоры контактных сетей и т. п. Марки стали для этих конструкций устанавливаются соответствующими главами СНиП или специальными руководствами.

2. За расчетную температуру принимается:

- при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус  $40^{\circ}\text{C}$  и выше — температура, при которой конструкции эксплуатируются;
- при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$  — температура данного района.

За температуру наружного воздуха района принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки, согласно указаниям главы СНиП по строительной климатологии и геофизике.

3. Сталь всех марок должна удовлетворять требованиям на загиб в холодном состоянии согласно нормам соответствующих ГОСТов и технических условий.

4. К конструкциям, подвергающимся динамическому воздействию подвижных нагрузок, относятся конструкции, подлежащие расчету на выносливость.

5. В описаниях I—IX групп приведен примерный перечень конструкций.

6. Примерный перечень кранов разных режимов работы приведен в главе СНиП по нагрузкам и воздействиям.

7. За толщину, указанную в графе 4, для двутавров и швеллеров принимается толщина стенки.

8. Прочерк (—) в таблице означает, что гарантия по ударной вязкости при данной температуре или после механического старения не требуется.

9. При толщинах проката 4 мм и менее приведенные в таблице марки стали применяются без требований по ударной вязкости.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 51

Модули упругости  $E$  материалов стальных конструкций

### ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Объемный вес принимается равным: для стали и стальных отливок всех марок  $7850 \text{ кгс/м}^3$ , для отливок из чугуна  $7200 \text{ кгс/м}^3$ .

2. Коэффициент линейного расширения принимается равным  $0,000012 \text{ град}^{-1}$ .

3. Модули упругости для материалов стальных конструкций надлежит принимать по табл. 51.

4. Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) принимается равным 0,3.

Материалы	Модуль в $\text{кгс/см}^2$	
	упругости $E$	сдвига $G$
Прокатная сталь и отливки из углеродистой стали . . . . .	2 100 000	810 000
Отливки от серого чугуна марок:		
Сч 28-48, Сч 24-44, Сч 21-40 и Сч 18-36 . . . . .	1 000 000	—
Сч 15-32 и Сч 12-28 . . . . .	850 000	—

Продолжение табл. 51

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Материалы	Модуль в кгс/см <sup>2</sup>	
	упругости $E$	сдвига $G$
Пучки и пряди высокопрочной проволоки (с параллельным расположением проволок)	2 000 000	—
Канаты стальные спиральные закрытые . . . . .	1 700 000	—
Канаты стальные спиральные и канаты (тросы) с металлическим сердечником . . . . .	1 500 000	—
Канаты стальные (тросы) с органическим сердечником . .	1 300 000	—

Примечание. Величины модуля упругости даны для канатов, предварительно вытянутых усилием не менее 30—40% разрывного усилия для каната в целом.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ И РУЧНОЙ СВАРКИ

1. Материалы для механизированной сварки под флюсом и в углекислом газе, а также для ручной дуговой сварки приведены в табл. 52. Выбор материалов для механизированных способов сварки необходимо проводить с учетом марки свариваемой стали.

2. При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций могут использоваться новые прогрессивные сварочные материалы (проволоки, флюсы, защитные газы). При этом механические свойства металла шва, выполненного с их применением, должны быть на уровне свойств, обеспечиваемых применением соответствующих материалов для ручной дуговой и механизированной сварки под флюсом и в углекислом газе, приведенных в табл. 52.

3. Для расчетных угловых швов допускается применять сварочные материалы, предназначенные для стали более высокого класса в сравнении со сталью данной конструкции.

Таблица 52

Материалы, рекомендуемые для механизированной и ручной сварки

Группа конструкций (по табл. 50)	Класс стали	Расчетная температура в °C	Температура при сварке в °C	Сварочные материалы				
				Сварка под флюсом		Сварка в углекислом газе (по ГОСТ 8050—64*)	Ручная дуговая сварка	
				марки флюсов** (по ГОСТ 9087—69)	марки сварочной проволоки по (ГОСТ 2246—70)	марки сварочной проволоки (по ГОСТ 2246—70)	тип электродов (по ГОСТ 9467—60)	марки электродов
I, II	C38/23	$t \geq -40$	$t \geq 0$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М	Св-08АА Св-08А	Св-08Г2С	Э42А Э46А	Все марки данного типа
	C44/29 C46/33				Св-08ГА Св-10Г2		Э46А Э50А	
	C52/40			АН-22 АН-348-А АН-348-АМ	Св-08ХМ Св-18ХМА		Э60А	
	C60/45			АН-22 АН-17М	Св-08ХН2М Св-08ХМ Св-18ХМА	Св-10ХГ2СМА		
III, IV, VI	C38/23	$t \geq -40$	$t \geq 0$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М ФЦ-9	Св-08	Св-08ГС	Э42 Э46	Все марки данного типа***
	C44/29 C46/33				Св-08ГА Св-10Г2	Св-08Г2С	Э46 Э50	
	C52/40			АН-22 АН-348-А АН-348-АМ	Св-10ГА		Э60А	
	C60/45			АН-22 АН-17М АН-348-А	Св-08ХМ Св-18ХМА	Св-10ХГ2СМА		
	C70/60			АН-22 АН-17М	Св-08ХН2ГМЮ Св-08ХМФА	Св-08ХН2Г2СМЮ Св-08ХГСМФА	Э70	

Продолжение табл. 52

Группа конструкций (по табл. 50)	Класс стали	Расчетная температура в °С	Температура при сварке в °С	Сварочные материалы				
				Сварка под флюсом		Сварка в углекислом газе (по ГОСТ 8050—64*)	Ручная дуговая сварка	
				марки флюсов** (по ГОСТ 9087—69)	марки сварочной проволоки (по ГОСТ 2246—70)	марки сварочной проволоки (по ГОСТ 2246—70)	тип электродов (по ГОСТ 9467—60)	марки электродов
I, II, III	C38/23 C44/29 C46/33 C52/40	$-40 > t \geq -65$	$t \geq -50$	АН-22	Св-10НМА	Св-08Г2С	Э50А Э42А	УОНИ 13/55; УОНИ 13/45; СМ-11****; УП-2/55****
IV	C44/29 C46/33	$-50 > t \geq -65$						УОНИ 13/55; УОНИ 13/45; СМ-11; УП-2/55
	C52/40	$-40 > t \geq -65$						
IV	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -50$	$t \geq 0$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М	Св-08АА**** Св-08А**** Св-08ГА			УОНИ 13/55; УОНИ 13/45; СМ-11; УП-2/55
V	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -65$						
IV, VI	C38/23	$-40 > t \geq -65$						
IV	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -50$	$0 > t \geq -35$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М АН-60	Св-10НМА Св-08ХНМ Св-08ГА			УОНИ 13/55; УОНИ 13/45; СМ-11****
V	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -65$						
IV, VI	C38/23	$-40 > t \geq -65$						
IV	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -50$	$-35 > t \geq -50$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М АН-60	Св-10НМА Св-08ХНМ			УОНИ 13/55; УОНИ 13/45; СМ-11****
V	C44/29 C46/33	$-40 > t \geq -65$						
IV, VI	C38/23	$-40 > t \geq -65$						

\*\* Флюс марки АН-17М поставляется по ЧМТУ 1—1017—70.

\*\*\* Для конструкций III группы электроды марок ОММ-5 и СМ-5 не применяются.

\*\*\*\* Применять только для сварки при положительной температуре.

\*\*\*\*\* Применять только для сварки конструкций VI группы.

Примечания: 1. Для конструкций всех групп при расчетных температурах минус 40°С и выше для сварки при отрицательных температурах выбор материалов производится в соответствии с главой СНиП по изготовлению и монтажу стальных конструкций.

2. В конструкциях IV, V, VI групп при расчетных температурах ниже минус 40°С для стыковых соединений применяются электроды только марки УОНИ 13/55.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\varphi$  ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА  
ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица 53

Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты $\varphi$ для элементов из стали классов						
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,982
20	0,970	0,968	0,965	0,962	0,956	0,953	0,950
30	0,943	0,935	0,932	0,927	0,916	0,909	0,903
40	0,905	0,892	0,888	0,878	0,866	0,852	0,838
50	0,867	0,843	0,837	0,823	0,810	0,790	0,760
60	0,820	0,792	0,780	0,764	0,740	0,700	0,660
70	0,770	0,730	0,710	0,682	0,650	0,610	0,558
80	0,715	0,660	0,637	0,604	0,570	0,518	0,432
90	0,655	0,592	0,563	0,523	0,482	0,412	0,343
100	0,582	0,515	0,482	0,437	0,396	0,336	0,288
110	0,512	0,440	0,413	0,370	0,325	0,273	0,230
120	0,448	0,383	0,350	0,315	0,273	0,230	0,192
130	0,397	0,330	0,302	0,264	0,232	0,196	0,164
140	0,348	0,285	0,256	0,228	0,198	0,168	0,142
150	0,305	0,250	0,226	0,198	0,173	0,148	0,123
160	0,270	0,220	0,200	0,176	0,153	0,130	0,108
170	0,240	0,195	0,178	0,156	0,137	0,116	0,096
180	0,216	0,175	0,160	0,139	0,122	0,102	0,086
190	0,196	0,158	0,142	0,126	0,108	0,092	0,077
200	0,175	0,142	0,129	0,112	0,098	0,082	0,069
210	0,160	0,130	0,118	0,102	0,089	0,075	0,063
220	0,146	0,119	0,108	0,093	0,081	0,068	0,057

Обозначения, принятые в табл. 53:  
 $l$  — расчетная длина элемента;  
 $r$  — радиус инерции сечения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

УКАЗАНИЯ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА  $\varphi_6$   
ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ БАЛОК

1. Для балок двояко симметричного двутаврового сечения коэффициент  $\varphi_6$  определяется по формуле

$$\varphi_6 = \varphi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{l} \right)^2 10^3. \quad (86)$$

Значения  $\varphi$  принимаются по табл. 54 и 55 в функции от параметра  $\alpha$ , определяемого по формулам:

а) для прокатных двутавров

$$\alpha = 1,54 \frac{J_K}{J_y} \left( \frac{l}{h} \right)^2, \quad (87)$$

где  $J_K$  — момент инерции при кручении ( $J_K$  для прокатных двутавров по ГОСТ 8239—56\* приведены в табл. 56);

$l$  — расчетная длина балки согласно п. 4.17;

б) для сварных двутавров, составленных из трех

листов, а также для клепаных двутавровых балок

$$\alpha = 8 \left( \frac{l \delta_1}{bh} \right)^2 \left( 1 + \frac{d \delta_1^3}{b \delta_1^3} \right). \quad (88)$$

где:

для сварных балок

$\delta$  — толщина стенки балки;

$b$  и  $\delta_1$  — ширина и толщина пояса балки;

$h$  — полная высота сечения балки;

$d = 0,5 h$ ;

для клепаных балок

$\delta$  — сумма толщин стенки и вертикальных полок уголков;

$\delta_1$  — сумма толщин пояса и горизонтальной полки уголка;

$d$  — высота вертикальной полки уголка плюс толщина пакета горизонтальных листов.

Если  $\varphi_6 > 0,85$ , то вместо  $\varphi_6$  в формулу (20) подставляется величина  $\varphi_6$ , определяемая по табл. 57.

Таблица 54

Коэффициенты  $\varphi$  для двутавровых балок  
из стали класса C38/23

Коэффициенты $\varphi$					
$\alpha$	Для балок без закреплений в пролете				При наличии не менее двух промежуточных закреплений верхнего пояса, делящих пролет на равные части, независимо от места приложения нагрузки
	При сосредоточенной нагрузке, приложенной		При равномерно распределенной нагрузке, приложенной		
	к верхнему поясу	к нижнему поясу	к верхнему поясу	к нижнему поясу	
0,1	1,73	5,00	1,57	3,81	2,17
0,4	1,77	5,03	1,60	3,85	2,20
1	1,85	5,11	1,67	3,90	2,27
4	2,21	5,47	1,98	4,23	2,56
8	2,63	5,91	2,35	4,59	2,90
16	3,37	6,65	2,99	5,24	3,50
24	4,03	7,31	3,55	5,79	4,00
32	4,59	7,92	4,04	6,25	4,45
48	5,60	8,88	4,90	7,13	5,23
64	6,52	9,80	5,65	7,92	5,91
80	7,31	10,59	6,30	8,58	6,51
96	8,05	11,29	6,93	9,21	7,07
128	9,40	12,67	8,05	10,29	8,07
160	10,59	13,83	9,04	11,30	8,95
240	13,21	16,36	11,21	13,48	10,86
320	15,31	18,55	13,04	15,29	12,48
400	17,24	20,48	14,57	16,80	13,91

Примечания: 1. При одном креплении в середине пролета различаются следующие случаи:  
сосредоточенная сила в середине пролета независимо от уровня приложения  $\varphi = 1,75 \psi^*$ ;  
сосредоточенная сила в четверти пролета или равномерно распределенная нагрузка, приложенные к верхнему поясу,  $\varphi = 1,14 \psi^*$ ;  
сосредоточенная сила в четверти пролета, приложенная к нижнему поясу  $\varphi = 1,6 \psi^*$ ;  
равномерно распределенная по нижнему поясу нагрузка,  $\varphi = 1,3 \psi^*$ . Здесь под  $\psi^*$  понимается значение  $\varphi$  по первой графе справа.

Продолжение табл. 54

2. Для сталей классов С44/29—С85/75 значения таблицы должны быть умножены на отношение  $2,1/R$ , где  $R$  в т/см<sup>2</sup>.

Таблица 55

Коэффициенты  $\psi$  для консолей двутаврового сечения из стали класса С38/23 при сосредоточенной нагрузке, приложенной к концу консоли

$\alpha$	Коэффициенты $\psi$ при нагрузке, приложенной	
	к верхнему поясу	к нижнему поясу
4	1,57	6,52
6	1,98	6,70
8	2,32	6,87
10	2,67	7,03
12	3,00	7,19
14	3,30	7,35
16	3,60	7,50
24	4,5	8,1
32	5,3	8,6
40	5,9	9,0
100	9,0	12,0

Примечания: 1. Для сталей классов С44/29—С85/75 значения  $\psi$  должны быть умножены на отношение  $2,1/R$ , где  $R$  в т/см<sup>2</sup>.

2. При равномерно распределенной нагрузке по верхнему поясу консоли  $\psi = 1,42 \sqrt{\alpha}$ .

Таблица 56

Моменты инерции при кручении  $J_K$  прокатных двутавров (по ГОСТ 8239—56\*)

№ двутавра	$J_K$ в см <sup>4</sup>	№ двутавра	$J_K$ в см <sup>4</sup>
10	2,28	30	17,4
12	2,88	30а	20,3
14	3,59	33	23,8
16	4,46	36	31,4
18	5,60	40	40,6
18а	6,54	45	54,7
20	6,92	50	75,4
20а	7,94	55	100
22	8,60	60	135
22а	9,77	65	180
24	11,1	70	244
24а	12,8	70а	352
27	13,6	70в	534
27а	16,7		

2. Для балок с одной осью симметрии двутаврового сечения (рис. 20) коэффициенты  $\varphi_6$  ( $\varphi_{6H}$ ) определяются по следующим формулам:

а) при сжатии более развитого пояса

$$\varphi_6 = \frac{2J_y h h_1 \psi}{J_x l^2} 10^3; \quad (89)$$

б) при сжатии менее развитого пояса

$$\varphi_{6H} = \frac{2J_y h h_2 \psi}{J_x l^2} 10^3. \quad (90)$$

Таблица 57

Коэффициенты  $\varphi_6$  и  $\varphi_{6H}$

$\varphi_6$ ( $\varphi_{6H}$ )	$\varphi_6'$ ( $\varphi_{6H}'$ )
0,85	0,850
0,90	0,871
0,95	0,890
1,00	0,904
1,05	0,916
1,10	0,927
1,15	0,938
1,20	0,948
1,25	0,957
1,30	0,964
1,35	0,973
1,40	0,980
1,45	0,987
1,50	0,994
1,55	1,000

Здесь  $h_1$  — расстояние от оси большого пояса до центра тяжести сечения;

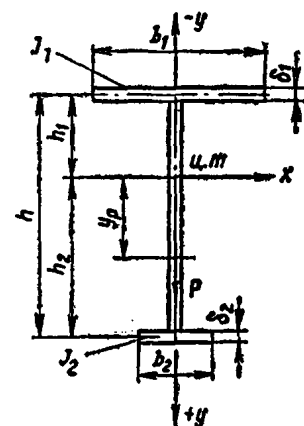
$h_2$  — расстояние от оси меньшего пояса до центра тяжести сечения;

$l$  — пролет балки.

Коэффициент  $\psi$  вычисляется по формуле

$$\psi = A [B + \sqrt{B^2 + C}]. \quad (91)$$

Рис. 20. Схема моносимметричного сечения балки



Коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  приведены в табл. 58 и 59. При чистом изгибе, вызывающем:

сжатие большого пояса

$$B = \frac{\beta_y}{h}.$$

растяжение большого пояса

$$B = -\frac{\beta_y}{h}.$$

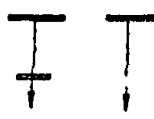

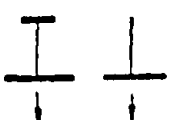

Таблица 58

Коэффициенты A и C

Нагрузки	Коэффициент A	Коэффициент C при сечении	
		двутавровом $n \leq 0,9$	тавровом $n = 1$
Сила, сосредоточенная в середине пролета . .	3,265	$0,33 n (1-n) \times (9,87 + \alpha_1)$	$0,0826\alpha$
Равномерно распределенная нагрузка . . . .	2,247	$0,481 n (1-n) \times (9,87 + \alpha_1)$	$0,1202\alpha$
Чистый изгиб . .	4,315	$0,101 n (1-n) \times (9,87 + \alpha_1)$	$0,0253\alpha$

Таблица 59

Коэффициент B

Схема сечения и место приложения нагрузки	Коэффициент B при нагрузке	
	силой, сосредоточенной в середине пролета	равномерно распределенной
	$n + 0,734 \frac{\beta_y}{h}$	$n + 1,145 \frac{\beta_y}{h}$
	$n - 1 + 0,734 \frac{\beta_y}{h}$	$n - 1 + 1,145 \frac{\beta_y}{h}$
	$1 - n - 0,734 \frac{\beta_y}{h}$	$1 - n - 1,145 \frac{\beta_y}{h}$
	$-n - 0,734 \frac{\beta_y}{h}$	$-n - 1,145 \frac{\beta_y}{h}$

Обозначения, принятые в п. 2 приложения 5:

$J_1, J_2$  — моменты инерции соответственно большого и меньшего поясов относительно оси симметрии сечения;

$n = \frac{J_1}{J_1 + J_2}$  — коэффициент асимметрии сечения;

$$\beta_y = \left[ 0,43 - 0,065 \left( \frac{b_f}{h} \right)^2 \right] (2n - 1)h;$$

$$\alpha_1 = \frac{J_K}{2,6J_\omega} l^2; \quad \alpha = \frac{1,54J_K}{J_y} \left( \frac{l}{h} \right)^2;$$

$J_\omega = \frac{J_1 J_2}{J_y} h^2$  — секториальный момент инерции сечения;

$$J_y = J_1 + J_2;$$

$J_K = \frac{\gamma_0}{3} \sum b_i \delta_i^3$  — момент инерции при кручении;

$b_i$  и  $\delta_i$  — ширина и толщина элементарных прямоугольников, образующих сечение;

$\gamma_0 = 1,3$  — для двутаврового сечения (двойко симметричного);

$\gamma_0 = 1,2$  — для таврового сечения;

$\gamma_0 = 1,25$  — для двутаврового сечения с одной осью симметрии;

$h$  — высота сечения.

Примечания: 1. При  $n > 0,9$  значения  $\psi$  определяются интерполяцией между значениями  $\psi$ , вычисленными при  $n = 0,9$  и  $n = 1$ .

2. Коэффициенты  $\psi$  для таврового сечения при сосредоточенной силе или равномерно распределенной нагрузке и  $\alpha < 40$  следует умножить на  $0,8 + 0,004 \alpha$ .

3. Формула (91) для вычисления коэффициентов  $\psi$  составлена для балок из стали класса С38/23. При других классах стали значения  $\psi$  должны быть умножены на отношение  $2,1/R$ .

4. В балках с менее развитым сжатым поясом при  $n > 0,7$  величина  $\psi$  уменьшается умножением на коэффициент  $1,025 - 0,015 l/b$ ,  $5 \leq l/b \leq 25$ . Значения  $l/b > 25$  в таких балках не допускаются.

5. Если соответствующее меньшей полке  $\phi_{6н} > 0,85$ , то в формулу (20) вместо  $\phi_6$  подставляются  $\phi'_6$  или  $\phi''_{6н}$  при сжатии большого пояса

$$\phi'_6 = \phi_6 \left[ n \frac{\phi'_6}{\phi_6} + (1 - n) \frac{\phi'_{6н}}{\phi_{6н}} \right]; \quad (92)$$

при сжатии меньшего пояса

$$\phi''_{6н} = \phi_{6н} \left[ 1 - 2\sqrt{1 - n} \left( 1 - \frac{\phi'_{6н}}{\phi_{6н}} \right) \right]; \quad (93)$$

Значения  $\phi'_6$  и  $\phi'_{6н}$  вычисляются по табл. 57.

3. Проверка устойчивости балок швеллерного сечения производится так же, как балок двутаврового сечения; при этом  $\alpha$  вычисляется по формуле (88) и найденные значения  $\phi_6$  умножаются на 0,5 — при приложении нагрузки в главной плоскости, параллельной стенке, и на 0,7 — при приложении нагрузки в плоскости стенки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

## ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Таблица 60

Коэффициенты  $\varphi^{вн}$  для проверки устойчивости внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) сплошностенчатых стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии

Условная гибкость $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{E}}$	Коэффициенты $\varphi^{вн}$ при приведенном эксцентриситете $m_1$																			
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	489	417	370	337	307	280	260	237	222	210	183
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307	283	259	240	225	209	196	175
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283	262	240	223	207	195	182	163
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260	240	222	206	193	182	170	153
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238	220	204	190	178	168	158	144
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	216	198	183	172	162	153	145	137
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198	183	172	162	153	145	137	125
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181	168	158	149	140	135	127	118
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165	155	146	137	130	125	118	110
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150	143	135	126	123	117	111	103
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138	132	124	117	112	108	104	095
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128	120	115	109	104	100	096	089
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117	112	106	101	097	094	089	083
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108	102	098	094	091	087	083	078
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	103	100	095	091	087	083	081	078	076	074	068
9,0	122	117	112	107	103	100	093	096	093	088	085	082	079	075	072	069	066	065	064	061
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069	065	062	060	059	058	057	055
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060	057	055	053	052	051	050	048
12,0	069	067	064	063	062	060	059	058	055	054	053	052	051	050	049	048	047	045	044	042
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	050	049	048	048	047	045	044	043	042	041	039	038
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042	041	040	039	039	038	037	036

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $\varphi^{вн}$  в таблице увеличены в 1000 раз.  
2. Значения  $\varphi^{вн}$  принимаются не выше значений  $\varphi$ , приведенных в табл. 53.


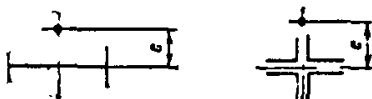
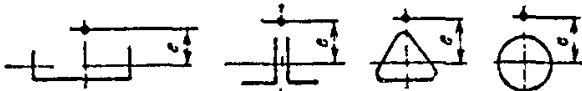
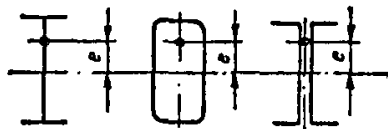
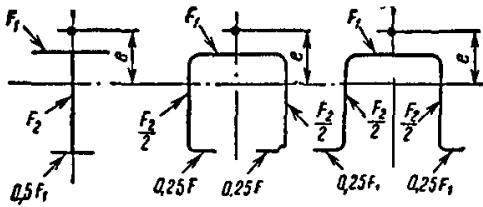
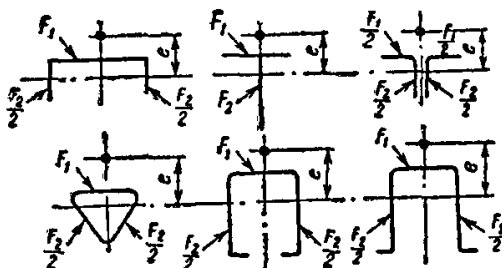
Таблица 61

Коэффициенты  $\varphi^{вн}$  для проверки устойчивости внецентренно сжатых (сжато-изогнутых) сквозных стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии

Приведенная условная гибкость $\bar{\lambda}_{пр} = \lambda_{пр} \sqrt{\frac{R}{E}}$	Коэффициенты $\varphi^{вн}$ при относительном эксцентриситете $m$																			
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333	286	250	222	200	182	167	154	143	133	125	111
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328	280	243	218	197	180	165	151	142	131	121	109
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190	178	163	149	137	128	119	108
2,0	774	673	556	479	423	381	345	318	293	255	228	202	183	170	156	143	132	125	117	105
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274	238	215	192	175	162	148	136	127	120	113	103
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255	222	201	182	165	153	139	130	121	116	110	100
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235	206	187	170	155	143	130	123	115	110	106	096
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215	191	173	160	145	133	124	118	110	105	100	093
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196	176	160	149	136	124	116	110	105	100	096	089
5,0	350	315	277	250	230	212	201	188	178	161	149	138	127	117	108	104	100	095	092	086
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118	110	102	098	095	091	087	081
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149	135	126	119	109	103	097	093	090	085	083	077
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102	097	092	088	085	080	077	072
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	108	101	095	091	087	083	079	076	074	068
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082	079	077	073	070	067	065	060
9,0	117	114	110	107	102	098	091	087	082	079	075	072	069	067	064	062	059	056	053	050
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073	070	067	064	062	060	058	056	054	052	050	047
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	060	058	056	054	053	052	050	048	046	044	043
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056	054	052	050	049	048	047	045	043	042	040	039
13,0	060	059	054	053	052	051	050	049	049	048	047	046	045	044	044	042	041	040	038	037
14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043	043	042	042	041	041	040	039	039	038	037	036

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $\varphi^{вн}$  в таблице увеличены в 1000 раз.  
2. Значения  $\varphi^{вн}$  принимаются не выше значений  $\varphi$ , приведенных в табл. 53.

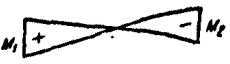

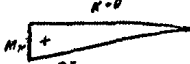
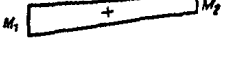
Таблица 62

Коэффициенты $\eta$ влияния формы сечения для вычисления приведенного эксцентриситета $m_1 = \eta m$					
Тип сечения	Схема сечения	$\frac{F_1}{F_2}$	Значения $\eta$ при:		
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 \leq m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 0,2$
1		—	1,0	1,0	1,0
2		—	$0,8 + 0,04\bar{\lambda}$	1,0	1,0
3		—	$1,3 - 0,06\bar{\lambda}$	$1,2 - 0,04\bar{\lambda}$	1,0
4		—	$1,75 - 0,13\bar{\lambda}$	$1,5 - 0,08\bar{\lambda}$	1,1
5		$\leq 1,0$	$1,8 - 0,12\bar{\lambda}$	$1,6 - 0,08\bar{\lambda}$	1,2
		$> 1,0$	$2,0 - 0,1\bar{\lambda}$	$1,9 - 0,08\bar{\lambda}$	1,5
6		0,5	$1,5 + 0,04m$	1,7	1,7
		1,0	$1,75 + 0,15m$	2,5	2,5
		1,5	$2,25 + 0,25m$	3,5	3,5
		<div>Примечание. Для сечений типа 6 относительные эксцентриситеты <math>m_1</math> не должны превышать значений, приведенных в третьей строке сверху следующей таблицы:</div>			
$F_1/F_2 \leq 1$			$F_1/F_2 \leq 1,5$		
$1 \leq \bar{\lambda} \leq 2,5$	$2,5 < \bar{\lambda} \leq 5$	$\bar{\lambda} > 5$	$1 \leq \bar{\lambda} \leq 3,5$	$3,5 < \bar{\lambda} \leq 6,5$	$\bar{\lambda} > 6,5$
$m_1 \leq 2\bar{\lambda}$	$m_1 \leq 6\bar{\lambda} - 10$	$0,1 \leq m_1 \leq 20$	$m_1 \leq 1,6\bar{\lambda} - 0,6$	$m_1 \leq 5\bar{\lambda} - 12,5$	$0,1 \leq m_1 \leq 2,0$

Примечание. Для сечений типа 6 относительные эксцентриситеты  $m_1$  не должны превышать значений, приведенных в третьей строке сверху следующей таблицы:

Таблица 63

расчетные эксцентриситеты  $m_1$  для стержней с шарнирно опертыми концами

$K = \frac{M_2}{M_1}$	$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{E}}$	Расчетные эксцентриситеты $m_1$ при относительном эксцентриситете $m'$ , равном										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,48	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50
	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,80
	1	0,10	0,32	0,70	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,28	0,60	0,90	1,28	1,96	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,27	0,55	0,84	1,15	1,75	2,43	3,17	4,80	7,40	17,20
	4	0,10	0,26	0,52	0,78	1,10	1,60	2,20	2,83	4,00	6,30	15,40
	5	0,10	0,25	0,52	0,78	1,10	1,55	2,10	2,78	3,85	5,90	14,50
	6	0,10	0,28	0,52	0,78	1,10	1,55	2,00	2,70	3,80	5,60	13,80
	7	0,10	0,32	0,52	0,78	1,10	1,55	1,90	2,60	3,75	5,50	13,00
	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,40	0,78	1,20	1,60	2,30	3,15	4,10	5,85	8,60	18,50
	3	0,10	0,40	0,77	1,17	1,55	2,30	3,10	3,90	5,55	8,15	18,00
	4	0,10	0,40	0,75	1,13	1,55	2,30	3,05	3,80	5,30	7,60	17,50
	5	0,10	0,40	0,75	1,10	1,55	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	17,00
	6	0,10	0,40	0,75	1,10	1,50	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,50
	7	0,10	0,40	0,75	1,10	1,40	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,00

$$m' = \eta e \frac{F}{W} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{F}{W}, \text{ где } M_1 \text{ — больший из концевых моментов.}$$

# ПРИЛОЖЕНИЕ 7

## УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСЧЕТНОЙ ДЛИНЫ КОЛОНН

### Одноступенчатые колонны

Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для нижнего участка одноступенчатой колонны принимаются в зависимости от отношения погонных жесткостей участков

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{J_2 l_1}{J_1 l_2} \text{ и величины } c_1 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{J_1}{J_2}} :$$

при верхнем конце, свободном от всяких закреплений, — по табл. 64;

при верхнем конце, закрепленном от поворота и при возможности свободного его смещения, — по табл. 65. Здесь (рис. 21):  $J_1$ ,  $J_2$  и  $l_1$ ,  $l_2$  — моменты инерции сечений и длины соответственно нижнего и верхнего участков колонны;

$$t = \frac{P_1 + P_2}{P_2}.$$

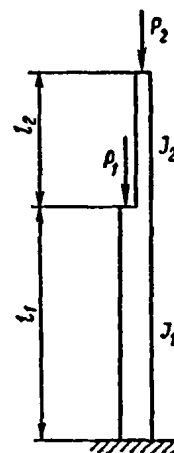
При неподвижном верхнем конце, шарнирно опертом или закрепленном от поворота, значения коэффи-

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2 (t-1)}{t}}, \quad (94)$$

$\mu_{11}$  — коэффициент расчетной длины нижнего участка при  $P_2=0$ .

Коэффициенты расчетной длины  $\mu_2$  для верхнего участка колонны во всех случаях определяются по формуле

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{c_1} \leq 3. \quad (95)$$



**Рис. 21. Схема  
одноступенча-  
той колонны**

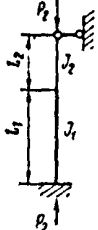
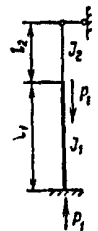
**Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для одноступенчатых колонн с верхним свободным концом**

[illegible]

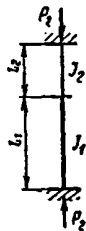

**Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для одноступенчатых колонн, закрепленных только от поворота**

[illegible]

Таблица 66

Расчетная схема	$J_2/J_1$	Коэффициенты $\mu_{12}$ и $\mu_{11}$ при $l_2/l_1$														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Коэффициенты $\mu_{12}$																
	0,04	1,02	1,84	2,25	2,59	2,85	3,08	3,24	3,42	3,70	4,00	4,55	5,25	5,80	6,55	7,20
	0,06	0,91	1,47	1,93	2,26	2,57	2,74	2,90	3,05	3,24	3,45	3,88	4,43	4,90	5,43	5,94
	0,08	0,86	1,31	1,73	2,05	2,31	2,49	2,68	2,85	3,00	3,14	3,53	3,93	4,37	4,85	5,28
	0,1	0,83	1,21	1,57	1,95	2,14	2,33	2,46	2,60	2,76	2,91	3,28	3,61	4,03	4,43	4,85
	0,2	0,79	0,98	1,23	1,46	1,67	1,85	2,02	2,15	2,28	2,40	2,67	2,88	3,11	3,42	3,71
	0,3	0,78	0,90	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,86	1,98	2,11	2,35	2,51	2,76	2,99	3,25
	0,4	0,78	0,88	1,02	1,17	1,32	1,45	1,58	1,69	1,81	1,92	2,14	2,31	2,51	2,68	2,88
	0,5	0,78	0,86	0,99	1,10	1,22	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76	1,96	2,15	2,34	2,50	2,76
	1,0	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,34	1,41	1,54	1,68	1,82	1,97	2,10
	Коэффициенты $\mu_{11}$															
	0,04	0,67	0,67	0,83	1,25	1,43	1,55	1,65	1,70	1,75	1,78	1,84	1,87	1,88	1,90	1,92
	0,06	0,67	0,67	0,81	1,07	1,27	1,41	1,51	1,60	1,64	1,70	1,78	1,82	1,84	1,87	1,88
	0,08	0,67	0,67	0,75	0,98	1,19	1,32	1,43	1,51	1,58	1,63	1,72	1,77	1,81	1,82	1,84
	0,1	0,67	0,67	0,73	0,93	1,11	1,25	1,36	1,45	1,52	1,57	1,66	1,72	1,77	1,80	1,82
	0,2	0,67	0,67	0,69	0,75	0,89	1,02	1,12	1,21	1,29	1,36	1,46	1,54	1,60	1,65	1,69
	0,3	0,67	0,67	0,67	0,71	0,80	0,90	0,99	1,08	1,15	1,22	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59
	0,4	0,67	0,67	0,67	0,69	0,75	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,24	1,33	1,40	1,47	1,51
	0,5	0,67	0,67	0,67	0,69	0,73	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07	1,17	1,26	1,33	1,39	1,44
	1,0	0,67	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,99	1,07	1,13	1,19	1,24

### Таблица 67

Расчетная схема	$J_2/J_1$	Коэффициенты $\mu_{12}$ и $\mu_{11}$ при $l_2/l_1$														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Коэффициенты $\mu_{12}$																
	0,04	0,78	1,02	1,53	1,73	2,01	2,21	2,38	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23
	0,06	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23	2,38	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30
	0,08	0,68	0,79	1,05	1,31	1,54	1,74	1,91	2,05	2,20	2,31	2,55	2,80	3,11	3,45	3,73
	0,1	0,67	0,76	1,00	1,20	1,42	1,61	1,78	1,92	2,04	2,20	2,40	2,60	2,86	3,18	3,41
	0,2	0,64	0,70	0,79	0,93	1,07	1,23	1,41	1,50	1,60	1,72	1,92	2,11	2,28	2,45	2,64
	0,3	0,62	0,68	0,74	0,85	0,95	1,06	1,18	1,28	1,39	1,48	1,67	1,82	1,96	2,12	2,20
	0,4	0,60	0,66	0,71	0,78	0,87	0,99	1,07	1,16	1,26	1,34	1,50	1,65	1,79	1,94	2,08
	0,5	0,59	0,65	0,70	0,77	0,82	0,93	0,99	1,08	1,17	1,23	1,39	1,53	1,66	1,79	1,92
	1,0	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
	Коэффициенты $\mu_{11}$															
	0,04	0,66	0,68	0,75	0,94	1,08	1,24	1,37	1,47	1,55	1,64	1,72	1,78	1,81	1,85	1,89
	0,06	0,65	0,67	0,68	0,76	0,94	1,10	1,25	1,35	1,44	1,50	1,61	1,69	1,74	1,79	1,82
	0,08	0,64	0,66	0,67	0,68	0,84	1,00	1,12	1,25	1,34	1,41	1,53	1,62	1,68	1,75	1,79
	0,1	0,64	0,65	0,65	0,65	0,78	0,92	1,05	1,15	1,25	1,33	1,45	1,55	1,62	1,68	1,71
	0,2	0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54
	0,3	0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,73	0,81	0,89	0,94	1,09	1,20	1,28	1,35	1,41
	0,4	0,58	0,63	0,63	0,64	0,64	0,66	0,68	0,75	0,82	0,88	1,01	1,10	1,19	1,26	1,32
	0,5	0,57	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,68	0,72	0,77	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19	1,25
	1,0	0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,80	0,88	0,93	1,01	1,05



## Двухступенчатые колонны

Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для нижнего участка двухступенчатой колонны при различных условиях закрепления (кроме упругой заделки) верхнего конца определяются по формуле

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{t_1 \bar{\mu}_1^2 + (t_2 \bar{\mu}_2^2 + \bar{\mu}_3^2)(1 + \bar{n}_2)^2 \frac{J_1}{J'_{\text{ср}}}}{1 + t_1 + t_2}} \quad (96)$$

Здесь (см. рис. 22):

$\bar{\mu}_1, \bar{\mu}_2$  и  $\bar{\mu}_3$  — коэффициенты, определяемые по указаниям табл. 68, как для одноступенчатых колонн по схемам рис. 23;

$$t_1 = \frac{P_1}{P_3} \text{ и } t_2 = \frac{P_2}{P_3}; \quad \bar{n}_2 = \frac{l_2}{l_1};$$

$P_1, P_2$  и  $P_3$  — продольные силы, приложенные соответственно в местах образования ступеней и к верху колонн;

$J'_{\text{ср}}$  — среднее значение момента инерции для участков  $l_1$  и  $l_2$ , определяемое по формуле

$$J'_{\text{ср}} = \frac{J_1 l_1 + J_2 l_2}{l_1 + l_2}; \quad (97)$$

$J'_{\text{ср}}$  — среднее значение момента инерции для участков  $l_2$  и  $l_3$ , определяемое по формуле

$$J'_{\text{ср}} = \frac{J_2 l_2 + J_3 l_3}{l_2 + l_3}; \quad (98)$$

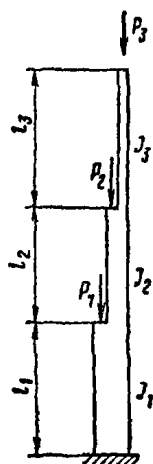


Рис. 22. Схема двухступенчатой колонны

Таблица 68

Коэффициенты расчетной длины  $\bar{\mu}_1, \bar{\mu}_2, \bar{\mu}_3$  в формуле (96)

Условия закрепления верхнего конца колонны	Значения коэффициентов		
	$\bar{\mu}_1$	$\bar{\mu}_2$	$\bar{\mu}_3$
	При загрузении		
	по рис. 23, а	по рис. 23, б	по рис. 23, в
Свободный конец	$\bar{\mu}_1 = 2$	$\bar{\mu}_2 = 2$	$\bar{\mu}_3 = \mu_1$ по табл. 64 при $C_1 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J'_{\text{ср}}}{J_2}}$
Конец, закрепленный только от поворота	$\bar{\mu}_1 = \mu_1$ по табл. 65 при $C_1 = 0$	$\bar{\mu}_2 = \mu_1$ по табл. 65 при $C_1 = 0$	$\bar{\mu}_3 = \mu_1$ по табл. 65 при $C_1 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J'_{\text{ср}}}{J_2}}$
Неподвижный шарнирно опертый конец	$\bar{\mu}_1 = \mu_{11}$ по табл. 66	$\bar{\mu}_2 = \mu_{11}$ по табл. 66	$\bar{\mu}_3 = \mu_{12}$ по табл. 66
Неподвижный, закрепленный от поворота, конец	$\bar{\mu}_1 = \mu_{11}$ по табл. 67	$\bar{\mu}_2 = \mu_{11}$ по табл. 67	$\bar{\mu}_3 = \mu_{12}$ по табл. 67

## Колонны (стойки) многоэтажных свободных рам

Таблица 69

Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  стоек многоэтажных свободных рам при числе ярусов 3 и более

$\frac{l_c}{l_{p-n}}$	Коэффициенты $\mu$ при $\frac{l_c}{l_{p-n}}$														
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
0	1,00	1,03	1,06	1,10	1,12	1,15	1,28	1,44	1,55	1,62	1,67	1,75	1,80	1,84	1,86
0,2	1,03	1,06	1,10	1,13	1,16	1,19	1,31	1,48	1,60	1,66	1,72	1,80	1,86	1,89	1,91
0,4	1,06	1,10	1,13	1,16	1,19	1,22	1,35	1,52	1,64	1,71	1,77	1,86	1,91	1,95	1,97
0,6	1,10	1,13	1,16	1,19	1,22	1,25	1,38	1,56	1,68	1,76	1,82	1,90	1,96	2,00	2,03
0,8	1,12	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29	1,41	1,60	1,72	1,79	1,86	1,96	2,01	2,05	2,09
1,0	1,15	1,19	1,22	1,25	1,29	1,31	1,44	1,64	1,76	1,84	1,91	2,00	2,06	2,10	2,13
2,0	1,28	1,31	1,35	1,38	1,41	1,44	1,58	1,79	1,93	2,03	2,11	2,22	2,31	2,36	2,40
4,0	1,44	1,48	1,52	1,56	1,60	1,64	1,79	2,04	2,21	2,33	2,43	2,59	2,71	2,78	2,83
6,0	1,55	1,60	1,64	1,68	1,72	1,76	1,93	2,21	2,40	2,56	2,66	2,88	2,99	3,11	3,17
8,0	1,62	1,66	1,71	1,76	1,79	1,84	2,03	2,33	2,56	2,71	2,85	3,11	3,28	3,38	3,45
10,0	1,67	1,72	1,77	1,82	1,86	1,91	2,11	2,43	2,66	2,85	3,02	3,28	3,50	3,61	3,70
15,0	1,75	1,80	1,86	1,90	1,96	2,00	2,22	2,59	2,88	3,11	3,18	3,61	3,88	4,03	4,19

Продолжение табл. 69

$\frac{i_c}{i_{p-n}}$	Коэффициенты $\mu$ при $i_c/i_{p-n}$														
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
20,0	1,80	1,86	1,91	1,96	2,01	2,06	2,31	2,71	2,99	3,28	3,50	3,88	4,19	4,36	1,55
25,0	1,84	1,89	1,95	2,00	2,05	2,10	2,36	2,78	3,11	3,38	3,61	4,03	4,36	4,62	4,84
30,0	1,86	1,91	1,97	2,03	2,09	2,13	2,40	2,83	3,17	3,45	3,70	4,19	4,55	4,84	5,07

Обозначения, принятые в табл. 69:

$i_c$  — погонная жесткость стойки рассматриваемого яруса;

$i_{p-n}$  — полусумма погонных жесткостей ригелей, примыкающих к нижнему концу рассматриваемой стойки;

$i_{p-в}$  — то же, примыкающих к верхнему концу стойки.

Примечания: 1. При отношении  $L/b \geq 6$  (где  $L$  — полная высота рамы и  $b$  — ширина рамы) должна быть проверена общая устойчивость рамы в целом как составного стержня, защемленного в основании и свободного сверху.

2. Для стоек двухъярусных рам значения коэффициентов  $\mu$ , приведенные в табл. 69, умножаются на коэффициент 0,9.

$J_1, J_2, J_3$  и  $l_1, l_2, l_3$  — моменты инерции сечений и длины соответственно нижнего, среднего и верхнего участков колонны.

Значения коэффициентов расчетной длины  $\mu_1$  для среднего участка длиной  $l_2$  определяются по формуле

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{c_2}, \quad (99)$$

а коэффициентов расчетной длины  $\mu_3$  для верхнего участка длиной  $l_3$  — по формуле

$$\mu_3 = \frac{\mu_1}{c_3} \leq 3. \quad (100)$$

Здесь

$$c_2 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{J_1(P_2 + P_3)}{J_2(P_1 + P_2 + P_3)}}$$

$$c_3 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{J_1 P_3}{J_3(P_1 + P_2 + P_3)}}$$

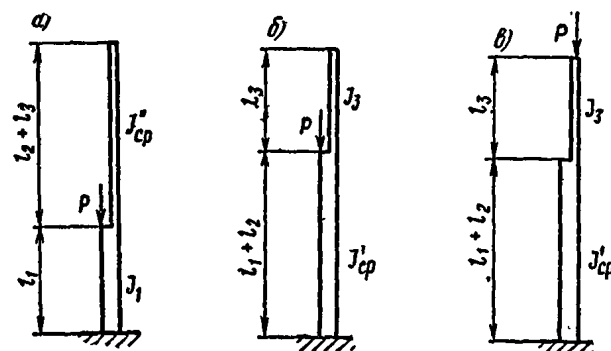


Рис. 23. Схемы одноступенчатых колонн к табл. 68

а — сила  $P$  приложена к нижнему участку колонны; б — то же, к среднему участку; в — то же, к верхнему участку

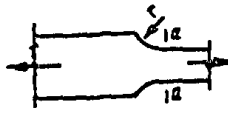
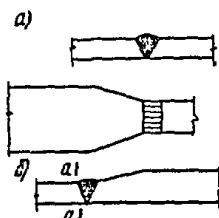
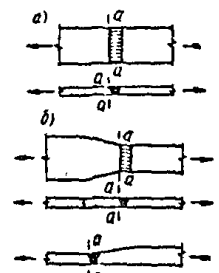
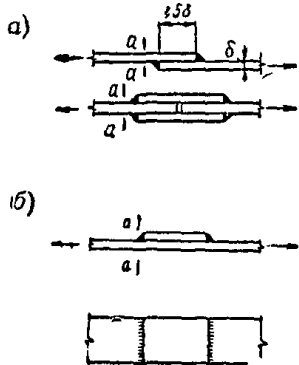
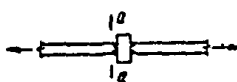
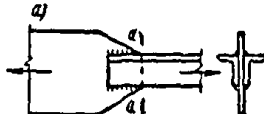
## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ НА УСТАЛОСТЬ

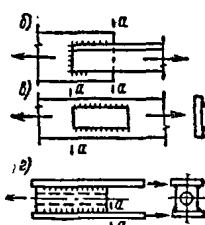
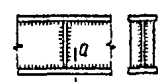
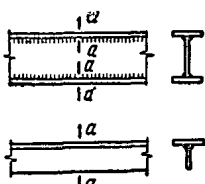
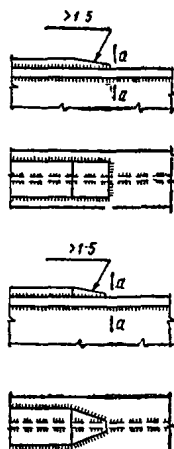
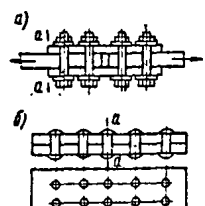
Таблица 70

№ п/п	Схема соединения и расположение расчетного сечения а—а	Характеристика сечения	Группа элемента или соединения
1		Основной металл с необработанной прокатной поверхностью и с прокатными, обрезанными или обработанными механическим путем кромками в сечениях вне сварных швов, заклепок и болтов . . . . .	1
2		То же, но с кромками, обрезанными газовой резкой: машинной . . . . . ручной . . . . .	2 4


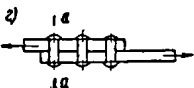
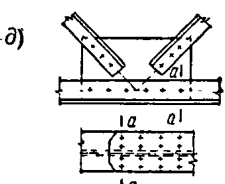
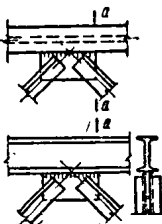
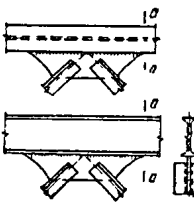
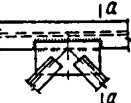
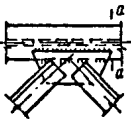

Продолжение табл. 70

№ п/п	Схема соединения и расположение расчетного сечения $a-a$	Характеристика сечения	Группа элемента или соединения
3		Основной металл с необработанной прокатной поверхностью и обработанным механическим путем кромками при разной ширине и радиусе перехода: $r=200$ мм . . . . . $r=10$ мм . . . . .	1 4
4		Основной металл в месте перехода к необработанному стыковому шву с усилением, имеющим достаточно плавный переход: а) при стыковании листов одинаковой толщины и ширины . . . . . б) при стыковании листов разной ширины или листов разной толщины с плавным переходом . . . . .	4 5
5		Основной металл в месте перехода к стыковому шву, обработанному в этом месте абразивным кругом или специальной фрезой: а) при стыковании листов одинаковой толщины и ширины . . . . . б) при стыковании листов разной толщины или ширины . . . . .	2 3
6		Основной металл в месте перехода к поперечному (лобовому) угловому шву: а) при передаче усилия через швы без механической обработки при отношении катетов 1:1,5 (при направлении большего катета вдоль усилия) . . . . . то же, при механической обработке перехода от шва к основному металлу . . . . . б) без механической обработки при передаче усилия через основной металл . . . . . то же, при зачистке зоны перехода от шва к основному металлу . . . . .	7 4 6 4
7		Основной металл в соединениях с фланцами при плавном переходе шва к основному металлу: с глубоким проваром присоединения . . . . . то же, с механической обработкой перехода от сварного шва к основному металлу . . . . .	7 4
8		Основной металл в соединениях с фланговыми швами, работающими на срез от осевой силы, в местах перехода от элемента к концам фланговых швов, независимо от обработки: а) с двумя фланговыми швами . . . . .	8

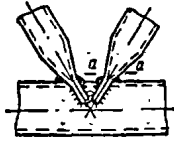

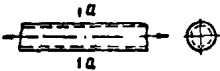
Продолжение табл. 70

№ п/п	Схема соединения и расположение расчетного сечения $a-a$	Характеристика сечения	Группа элемента или соединения
		<p>б) с фланговыми и лобовыми швами . . . . .</p> <p>в) при передаче усилия через основной металл . .</p> <p>г) щеки анкеров для крепления стальных канатов</p>	<p>8</p> <p>8</p> <p>8</p>
9		<p>Основной металл вблизи диафрагм и ребер, приваренных угловыми швами к растянутым поясам балок и элементам ферм:</p> <p>без механической обработки швов, но при наличии плавного перехода от швов к металлу — при ручной или полуавтоматической сварке . . . . .</p> <p>то же, при механической обработке швов . . . . .</p>	<p>4</p> <p>2</p>
10		<p>Сварные сечения двутаврового, таврового и других типов, сваренные непрерывными продольными швами: автоматической сваркой при действии усилия вдоль оси шва по основному металлу . . . . .</p> <p>при ручной сварке . . . . .</p>	<p>2</p> <p>3</p>
11		<p>Обрыв поясного листа сварной балки при уменьшении толщины (ширины) листа к месту обрыва с уклоном 1:5, без механической обработки поперечного (лобового) шва с соотношением катетов 1:2 . . . . .</p>	7
12		<p>Основной металл в сечениях:</p> <p>а) у прикреплений высокопрочными болтами . . .</p> <p>б) по соединительным заклепкам, а также по свободному отверстию . . . . .</p>	<p>3</p> <p>4</p>

Продолжение табл. 70

№ п/п	Схема соединения и расположение расчетного сечения $a-a$	Характеристика сечения	Группа элемента или соединения
12		в) по прикреплениям с двусрезными заклепками .	5
		г) по прикреплениям с односрезными заклепками .	6
		д) по первому ряду заклепок, прикрепляющих фасонки к непрерывным (нестыкуемым в данном узле) элементам сплошных балок и решетчатых ферм, а также у обрыва поясного листа изгибаемого элемента . . . . .	4
13		Фасонки прямоугольной формы, привариваемые встык или втавр к элементам конструкций, без механической обработки перехода от фасонки к элементу	8
14		Фасонки, привариваемые встык или втавр к стенкам и поясам балок, а также к элементам ферм, при плавной криволинейной форме и механической обработке перехода от фасонки к элементу конструкции, при полном проваре на всю толщину фасонки . . . . .	4
15		Фасонки прямоугольной и трапециевидной формы, привариваемые к поясам балок внахлестку с обваркой по контуру нахлестки, без механической обработки зон концентрации напряжений . . . . .	7
16		Фасонки трапециевидной формы, привариваемые двумя фланговыми и двумя косыми швами (с соотношением катетов 1:1 для фланговых и 1:1,5 для косых швов), при механической обработке швов на концах фасонки . . . . .	5
17		Основной металл трубы у сварного шва, выполненного на подкладном кольце . . . . .	4

Продолжение табл. 70

№ п/п	Схема соединения и расположение расчетного сечения $a-a$	Характеристика сечения	Группа элемента или соединения
18		Основной металл трубы растянутого раскоса при $s = \delta_n/D_n = 1/14$ , где $\delta_n$ и $D_n$ — толщина и наружный диаметр трубы пояса . . . . .	8
19		Основной металл трубы растянутого раскоса, когда $\gamma_r = \frac{d_p}{D_n} = 0,4 \div 0,7$ , $\alpha = 45 \div 60^\circ$ , то при: $s \geq 1/14$ . . . . . $1/14 > s \geq 1/20$ . . . . . $1/20 > s \geq 1/35$ . . . . . где $s$ — см. п. 18 $d_p$ и $D_n$ — наружные диаметры труб раскосов и пояса	6 7 8
20	См. рис. п. 12, а	Высокопрочные болты . . . . .	1
21	См. рис. п. 12, в См. рис. п. 12, г	Заклепки (при расчете на срез и смятие): двусрезные . . . . . односрезные . . . . .	4 5
22		Основной металл винтовых тяг стяжных муфт (форкопов) из стали марки Ст35 (С38/23) по нарезке: М 24—М 48 . . . . . М 56—М 72 . . . . .	4 6

### ПРИЛОЖЕНИЕ 9

#### ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$x, y$  — главные оси сечения;

$F$  — площадь сечения;

$J$  — момент инерции сечения (общее обозначение);

$J_x$  и  $J_y$  — моменты инерции сечения соответственно относительно осей  $x$  и  $y$ ;

$W$  — момент сопротивления сечения при упругой работе материала (общее обозначение);

$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x}$  и  $\lambda_y = \frac{l_y}{r_y}$  — гибкость стержня в плоскостях, перпендикулярных осям  $x$  и  $y$ ;

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R/E}$  — условная гибкость элемента;

$l_x$  и  $l_y$  — расчетные длины стержня в плоскостях,

перпендикулярных соответственно осям  $x$  и  $y$ ;

$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$ ;  $r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$  — радиусы инерции сечения;

$N$  — продольная сила;

$Q$  — поперечная сила;

$M_x$  и  $M_y$  — изгибающие моменты относительно соответственно осей  $x$  и  $y$ ;

$e = \frac{M}{N}$  — эксцентриситет приложения силы;

$m = e \frac{F}{W}$  — относительный эксцентриситет;

$m_1 = \eta m$  — приведенный эксцентриситет (с учетом влияния формы сечения);

$\eta$  — коэффициент влияния формы сечения.

Примечание.  $F, J$  и  $W$  соответствуют сечениям брутто.  $F_{нт}, J_{нт}, W_{нт}$  соответствуют сечениям нетто.

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие указания . . . . .	3
2. Материалы для стальных конструкций и соединений . . . . .	4
3. Расчетные характеристики материалов и соединений . . . . .	6
Расчетные сопротивления . . . . .	6
4. Расчет элементов стальных конструкций на осевые силы и изгиб . . . . .	10
Центрально-растянутые и центрально-сжатые элементы . . . . .	10
Изгибаемые элементы . . . . .	12
Элементы, подверженные действию осевой силы с изгибом . . . . .	15
Опорные части . . . . .	19
5. Расчетные длины элементов стальных конструкций и предельные гибкости . . . . .	19
Расчетные длины . . . . .	19
Плоские фермы и связи . . . . .	19
Пространственные решетчатые конструкции из одиночных уголков . . . . .	20
Колонны (стойки) . . . . .	22
Предельные гибкости элементов . . . . .	23
Сжатые элементы : : : : : . . . . .	23
Растянутые элементы . . . . .	23
6. Проверка устойчивости стенок и поясных листов изгибаемых и сжатых элементов . . . . .	23
Стенки балок . . . . .	23
Стенки центрально- и внецентренно-сжатых элементов . . . . .	28
Поясные листы (полки) центрально- и внецентренно-сжатых и изгибаемых элементов . . . . .	30
7. Прочность и устойчивость листовых конструкций (оболочек вращения) . . . . .	31
Расчет на прочность . . . . .	31
Проверка устойчивости . . . . .	32
8. Учет усталости металла . . . . .	34
9. Расчет соединений стальных конструкций . . . . .	35
Стыки и крепления элементов . . . . .	35
Сварные соединения : : : : : . . . . .	35
Заклепочные и болтовые соединения . . . . .	36
Соединения на высокопрочных болтах . . . . .	37
Соединения с фрезерованными торцами . . . . .	38
Поясные соединения в составных балках . . . . .	38
10. Указания по проектированию стальных конструкций и их элементов . . . . .	39
Общие указания . . . . .	39
Балки . . . . .	41
Фермы . . . . .	42
Колонны . . . . .	42
Связи . . . . .	43
Листовые конструкции (оболочки вращения) . . . . .	43
Сварные соединения . . . . .	43
Заклепочные и болтовые соединения . . . . .	45
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.</b> Указания по применению стали для стальных конструкций зданий и сооружений . . . . .	46
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.</b> Физические характеристики материалов, применяемых для стальных конструкций . . . . .	53
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3.</b> Материалы для механизированной и ручной сварки . . . . .	54
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4.</b> Коэффициенты $\varphi$ продольного изгиба центрально сжатых элементов . . . . .	56
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5.</b> Указания по определению коэффициента $\varphi_6$ для проверки общей устойчивости балок . . . . .	56
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6.</b> Таблицы для расчета внецентренно сжатых элементов . . . . .	59
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7.</b> Указания по определению коэффициентов расчетной длины колонн . . . . .	61
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 8.</b> Группы элементов и соединений при расчете на усталость . . . . .	65
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 9.</b> Основные буквенные обозначения . . . . .	69

**Т а б л и ц а соотношений между некоторыми единицами физических величин,  
подлежащих изъятию, и единицами СИ**

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Сила; нагрузка; вес	килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	}	ньютон Н	1 кгс ~ 9,8 Н ~ 10 Н 1 тс ~ 9,8 · 10 <sup>3</sup> Н ~ 10 кН 1 гс ~ 9,8 · 10 <sup>-3</sup> Н ~ ~ 10 мН
Линейная нагрузка	килограмм-сила на метр	кгс/м			ньютон на метр
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м <sup>2</sup>	ньютон на квадратный метр	Н/м <sup>2</sup>	1 кгс/м <sup>2</sup> ~ 10 Н/м <sup>2</sup>
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяно- го столба миллиметр ртутно- го столба	кгс/см <sup>2</sup>  мм вод. ст.  мм рт. ст.	}	паскаль Па	1 кгс/см <sup>2</sup> ~ 9,8 · 10 <sup>4</sup> Па ~ ~ 10 <sup>5</sup> Па ~ 0,1 МПа 1 мм вод. ст. ~ 9,8 Па ~ ~ 10 Па 1 мм рт. ст. ~ 133,3 Па
Механическое напря- жение	килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм <sup>2</sup>			}
Модуль продольной упругости; модуль сдви- га; модуль объемного сжатия	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см <sup>2</sup>	1 кгс/см <sup>2</sup> ~ 9,8 · 10 <sup>4</sup> Па ~ ~ 10 <sup>5</sup> Па ~ 0,1 МПа		
Момент силы; момент пары сил	килограмм-си- ла-метр	кгс · м	ньютон-метр	Н · м	1 кгс · м ~ 9,8 Н · м ~ ~ 10 Н · м
Работа (энергия)	килограмм-си- ла-метр	кгс · м	джоуль	Дж	1 кгс · м ~ 9,8 Дж ~ 10 Дж
Количество теплоты	калория килокалория	кал ккал	джоуль	Дж	1 кал ~ 4,2 Дж 1 ккал ~ 4,2 кДж
Мощность	килограмм-си- ла-метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час	кгс · м/с  л. с. кал/с ккал/ч	}	ватт Вт	1 кгс · м/с ~ 9,8 Вт ~ ~ 10 Вт 1 л. с. ~ 735,5 Вт 1 кал/с ~ 4,2 Вт 1 ккал/ч ~ 1,16 Вт
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус. Цельсия	кал/(г · °С)  ккал/(кг · °С)			джоуль на ки- лограмм- кельвин
Теплопроводность	калория в секунду сантиметр-гра- дус Цельсия калория в час на метр-градус Цельсия	кал/(с · см · °С)  ккал/(ч · м · °С)	ватт на метр- кельвин	Вт/(м · К)	1 кал/(с · см · °С) ~ ~ 420 Вт/(м · К) 1 ккал/(ч · м · °С) ~ ~ 1,16 Вт/(м · К)
Коэффициент теплооб- мена (теплоотдачи); ко- эффициент теплопере- дачи	калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр-градус Цель- сия	кал/(с · см <sup>2</sup> · °С)  ккал/(ч · м <sup>2</sup> · °С)	ватт на квад- ратный метр- кельвин	Вт/(м <sup>2</sup> · К)	1 кал/(с · см <sup>2</sup> · °С) ~ ~ 42 кВт/(м <sup>2</sup> · К) 1 ккал/(ч · м <sup>2</sup> · °С) ~ ~ 1,16 кВт/(м <sup>2</sup> · К)



Госстрой СССР  
Глава СНиП II-V.3-72  
«Стальные конструкции.  
Нормы проектирования»

Редактор издательства В. В. Петрова  
Технические редакторы В. М. Родионова, И. В. Пянова  
Корректоры Л. П. Бирюкова, Е. А. Степанова

---

Сдано в набор 24/IX 1973 г. Подписано к печати 28/I 1974 г. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>, д. л. Бумага  
типографская № 2 7,56 усл. печ. л. (уч.-изд. 7,57 л.) Тираж 200 000 экз. Изд. № XII-4362  
Зак № 1024. Цена 38 коп.

---

Стройиздат  
103777, Москва, Кузнецкий мост, д. 9  
Владимирская типография Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

# ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
15	Правая колонка, 6-я снизу, формула (24)	$m_x = e_x \frac{F_{y1}}{J_x}$ или $m_y = e_y \frac{F_{x1}}{J_y}$ ,	$m_x = e_x \frac{FY_1}{J_x}$ или $m_y = e_y \frac{FX_1}{J_y}$
47	Между 7-й и 8-й снизу, графы 3—9		09Г2С   » 61 » 160   ГОСТ 5058—65   —   3,5   —   3
60	1-я колонка справа, головка табл.	$0,1 \leq m \leq 0,2$	$0,1 \leq m \leq 20$
	1-я снизу	$0,1 \leq m_1 \leq 2,0$	$0,1 \leq m_1 \leq 20$
64	Левая колонка, числитель формулы (96)	$(1 + \overline{n2})^2$	$(1 + n_2)^2$



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(Госстрой СССР)

БСТ № 142, 1976г

1

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 12 сентября 1975г.

№ 150

Об изменении и дополнении пунктов 5.2 и 10.34,  
таблиц 2 и 50 главы СНиП П-В.3-72 "Стальные  
конструкции. Нормы проектирования"

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам  
строительства ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Утвердить и ввести в действие с 1 января 1976 г. измене-  
ния и дополнения пунктов 5.2 и 10.34, таблиц 2 и 50 главы  
СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования",  
утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972г.  
№ 222, согласно приложению.



Председатель Госстроя СССР

И.Новиков

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ

пунктов 5.2 и 10.34, таблиц 2 и 5 главы СНиП  
"Стальные конструкции. Нормы проектирования",  
утвержденной постановлением Госстроя СССР от  
29 декабря 1972 г. № 222

1. Последний абзац пункта 5.2 изложить в следующей редакции:

"Радиусы инерции сечений стальных элементов из одиночных угол-  
ков при этом принимаются: при  $\ell_0 = \ell$  - минимальный радиус  
инерции; при  $\ell_0 = 0,7\ell_1$ ,  $\ell_0 = \ell_1$  и  $\ell_0 = 1,4\ell_1$  -  
радиус инерции относительно оси сечения уголка, параллельной  
плоскости фермы."

2. В подпункте "б" пункта 10.34 исключить слово: "однопро-  
ходных".

3. Последнюю фразу примечания 2 таблицы 2 исключить.

4. Таблицу 50 изложить в следующей редакции:

Приложение I

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛИ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Таблица 50

Расчетная температура в °C	Класс стали	Марка стали	Толщина листового, сортового и фасонного проката в мм	ГОСТ или ТУ на поставку	Примечания
1	2	3	4	5	6
<p>Г р у п п а I. Сварные конструкции, работающие в особо тяжелых условиях и подвергающиеся непосредственному воздействию динамических или вибрационных нагрузок (балки рабочих площадок главных зданий мартеновских и конверторных цехов, элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающие нагрузку от подвижных составов; подкрановые балки; фасонки стропильных и подстропильных ферм и т.п.)</p>					
$t \geq -40$	C38/23	БСтЗГпс5 БСтЗсп5 М16С	От 5 до 30 " 5 " 25 " 26 " 40	ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71* ГОСТ 6713-53	Ударная вязкость при $-20^{\circ}\text{C}$ и после мех.старения $\geq 3,5$ кгс.м/см <sup>2</sup>
	C44/29	БСтГпс О9Г2С-12	От 10 до 25 " 21 " 60	ГОСТ 14637-69* ГОСТ 19281(2)-73	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ и после мех.старения $\geq 3$ кгс.м/см <sup>2</sup>
	C46/33	О9Г2С-12 Ю9Г2С1-12 Ю9Г2С1-12 15ХСНД-12 14Г2-12	От 4 до 20 " 4 " 11 " 12 " 40 " 4 " 32 " 4 " 32	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19282-73	Применяется только для фасонных ферм.

1	2	3	4	5	6
$t \geq -40$	С52/40	ЮГ2С1-12	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
		ЮХСН-12	" 4 " 15	ГОСТ 19281-73	
		ЮХСН-12	" 4 " 40	ГОСТ 19282-73	
		14Г2А0-12	" 4 " 50	ГОСТ 19282-73	
		15Г2А0пс-12	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
$-40 < t \leq -65$	С44/29	09Г2С-15	От 21 до 60	ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
	С46/33	09Г2С-15	От 4 до 11	ГОСТ 19281-73	
		09Г2С-15	" 4 " 20	ГОСТ 19282-73	
	С52/40	ЮГ2С1-15	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	
		ЮХСН-15	" 4 " 11	ГОСТ 19281-73	
ЮХСН-15		" 4 " 40	ГОСТ 19282-73		
14Г2А0-15		" 4 " 50	ГОСТ 19282-73		
15Г2А0пс-15		" 4 " 32	ГОСТ 19282-73		
Г р у п п а П. Сварные конструкции, находящиеся под непосредственным воздействием динамических или вибрационных нагрузок, кроме перечисленных в группе I (пролетные строения наклонных мостов доменных печей, пролетные строения и опоры транспортных галерей и т.п.)					
$t \geq -40$	С38/23	ЕСТ3пс6	От 5 до 10	ГОСТ 380-71*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ и после мех.старения $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
		ЕСТ3Гпс5	" 11 " 30	ГОСТ 380-71*	
		ЕСТ3сп5	" 11 " 25	ГОСТ 380-71*	
		09Г2С-12	" 61 " 160	ГОСТ 19281(2)-73	
	С44/29	ЕСТТпс	От 10 до 25	ГОСТ 14537-69*	

1	2	3	4	5	6
$t \geq -40$	C46/33	I4Г2-I2	От 4 до 32	ГОСТ 19281(2)-73	
		IOГ2CI-I2	" 4 " 11	ГОСТ 19281(2)-73	
		IOГ2CII-I2	" 12 " 40	ГОСТ 19281(2)-73	
		I5XCH-I2	" 4 " 32	ГОСТ 19281(2)-73	
		IOXHII-I2	" 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73	
	C52/40	IOГ2CI-I2	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
		IOXCH-I2	" 4 " 15	ГОСТ 19281-73	
		IOXCH-I2	" 4 " 40	ГОСТ 19282-73	
		I4Г2A-I2	" 4 " 50	ГОСТ 19282-73	
		I5Г2AIIIC-I2	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
	C60/45	I6Г2A-I2	От 4 до 50	ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ЧМТУ I-74I-69
		I8Г2AIIIC-I2	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
		I5Г2CII-I2	" 10 " 32	ГОСТ 19282-73	
$-40 > t \geq -65$	C38/23	09Г2C-I5	От 6I до I60	ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по TV I4-I-54-7I
	C44/29	09Г2C-I5	От 2I до 60	ГОСТ 19282-73	
	C46/33	09Г2C-I5	От 4 до 11	ГОСТ 19281-73	
		09Г2C-I5	" 4 " 20	ГОСТ 19282-73	
		IOГ2CI-I5	" 4 " 11	ГОСТ 19281(2)-73	
		IOГ2CII-I5	" 12 " 60	ГОСТ 19282-73	
		I5XCH-I5	" 4 " 11	ГОСТ 19281-73	
		I5XCH-I5	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	

1	2	3	4	5	6
$-40 > t \geq -65$	C52/40	IOГ2CI-I5 IOXCH-I5 IOXCH-I5 I4Г2A-I5 I5Г2AIIIIII-I5	От 10 до 40 " 4 " 11 " 4 " 40 " 4 " 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
	C60/45	I6Г2A-I5 I6Г2AIIIIII-I5	От 4 до 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ЧТУ 1-741-69
Г р у п п а III. Сварные конструкции перекрытий и покрытий (фермы, за исключением фазонков, ригели рам, главные балки перекрытий и т.п.)					
$t \geq -30$	C38/23	БСт3пс6	От 5 до 25	ГОСТ 380-71*	
$-30 > t \geq -40$	C38/23	БСт3пс6. БСт3Гпс5 БСт3пс5	От 5 до 10 " 11 " 30 " 11 " 25	ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71*	
$t \geq -40$	C44/29	БСт1пс	От 10 до 25	ГОСТ 14637-69*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
	C46/33	I4Г2-6 IOAIIIIII-6	От 4 до 32 " 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	
		IOXCHII	" 10 " 12	ТУ 14-1-389-72 ТУ 14-1-1217-75	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
	C52/40	IOГ2CI-6 I4Г2A-6 I5Г2AIIIIII-6	От 10 до 40 " 4 " 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
		I5Г2AIIIIII-6 I5Г2AIIIIII-6	" 4 " 20 " 4 " 32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977г. поставляется по ТУ 14-1-64-71



1	2	3	4	5	6
$t > -40$	C60/45	I6Г2А0-6 I5Г2С0-6 I8Г2А0пс-6	От 4 до 50 " 10 " 32 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная <sup>изгот. в 1977 г.</sup> До 01.01.1977 поставляется по <sup>изгот. в 1977 г.</sup> ЧМТУ I-74I-69
	C70/60	I2Г2СМ0	От 10 до 32	ТУ I4-I-1308-75	Ударная вязкость при -40°C ≥ 2,5 кгс.м/см²
	C44/29	09Г2-I2 09Г2С-I5	От 4 до 10 " 21 " 60	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19282-73	
$-40 < t < -35$	C45/33	09Г2С-I2 09Г2С-I2 09Г2С-I5 10Г2С1-I5 10Г2С1-I5 15ХСН-I5 15ХСН-I5	От 4 до 11 " 4 " 9 " 10 " 20 " 4 " 11 " 4 " 60 " 4 " 11 " 4 " 32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73	
	C52/40	10Г2С1-I5 10ХСН-I5 10ХСН-I5 14Г2А0-I5 15Г2А0пс-I5	От 10 до 40 " 4 " 11 " 4 " 40 " 4 " 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
	C60/45	I6Г2А0-I5 I8Г2А0пс-I5	От 4 до 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ЧМТУ I-74I-69

1	2	3	4	5	6
Г р у п п а I У. Сварные конструкции, не подвергающиеся непосредственному воздействию подвижных или вибрационных нагрузок (колонны, стойки, прогоны покрытий, опорные плиты; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование и трубопроводы, сварные балки, бункера)					
$t \geq -30$	C38/23	ВСтЗкп2 ВСтЗкп2	От 4 до 40 " 4I " 160	ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71*	Применяется только для опорных плит
	C44/29	ВСтПс	От 10 до 25	ГОСТ 14637-69*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
$-30 > t \geq -40$	C38/23	ВСтЗпсб	От 5 до 25	ГОСТ 380-71*	
$t \geq -40$	C44/29	ВСтПс	От 10 до 25	ГОСТ 14637-69*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
	C46/33	I4Г2-6 ЮХНДП-6	От 4 до 32 " 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
		ЮХНДП	" 10 " 12	ТУ 14-1-389-72 ТУ 14-1-1217-75	
	C52/40	I0Г2С1-6	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
		I4Г2АФ-6	" 4 " 50	ГОСТ 19282-73	
		I5Г2АФпс-6	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
		I5Г2СФ-6	" 4 " 20	ГОСТ 19281-73	
	C60/45	I5Г2СФ-6	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ТУ 14-1-64-71
		I6Г2АФ-6	От 4 до 50	ГОСТ 19282-73	
		I8Г2АФпс-6	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
		I5Г2СФ-6	" 10 " 32	ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по УМТУ 1-741-69 Сталь термоупрочненная. До 01.01.1977 поставляется по ТУ 14-1-64-71

1	2	3	4	5	6
$t \geq -40$	C70/60	I2Г2СМ0	От 10 до 32	ТУ I4-I-I308-75	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3,5 \text{ кгс.м/см}^2$
	C38/23	09Г2С-6	От 61 до 160	ГОСТ 19282-73	Применяется только для опорных плит
	C44/29	ВСтПс 09Г2-6 09Г2С-6 09Г2С-9 ЮГ2С1-6	От 10 до 25 " 4 " 32 " 21 " 32 " 33 " 60 " 61 " 160	ГОСТ 14637-69* ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$  Применяется только для опорных плит
$-40 > t \geq -50$	C46/33	09Г2С-6 ЮГ2С1-6 ЮГ2С1-9 ЮАДП-6	От 4 до 20 " 4 " 20 " 21 " 60 " 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281(2)-73	
	C52/40	ЮГ2С1-9 I4Г2А9-9 I5Г2А9Дпс-9	От 10 до 40 " 4 " 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
	C60/45	I6Г2А9-9 I8Г2А9пс-9	От 4 " 50 " 4 " 32	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ЧТУ I-74I-69

1	2	3	4	5	6
-50 > t > -65	C44/29	09Г2С-9	От 2I до 60	ГОСТ 19282-73	
	C46/33	09Г2С-9	От 4 до II	ГОСТ 19281-73	
		09Г2С-9	" 4 " 20	ГОСТ 19282-73	
		10Г2С1-9	" 4 " II	ГОСТ 19281-73	
		10Г2С1-9	" 4 " 60	ГОСТ 19282-73	
		15ХСНД-9	" 4 " II	ГОСТ 19281-73	
		15ХСНД-9	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
	C52/40	10Г2С1-9	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термодупрочненная
		10ХСНД-9	" II " 40	ГОСТ 19282-73	
		16Г2А0-9	" 4 " 50	ГОСТ 19282-73	
		15Г2А0пс-9	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	
	C50/45	16Г2А0-9	От 4 " 50	ГОСТ 19282-73	До 01.01.1977 поставляется по ЧТУ I-74I-69
		16Г2А0пс-9	" 4 " 32	ГОСТ 19282-73	

Г р у п п а У. Конструкции I, II, III, IV группы, монтируемые при расчетной температуре ниже минус 40°C и эксплуатируемые в отапливаемых помещениях.

Все марки сталей, рекомендуемые для конструкций I, II, III, IV группы в районах с расчетной температурой ниже минус 40°C, с заменой требования по ударной вязкости при температуре минус 70°C (категории 9 и 15 по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73) требованием по ударной вязкости при температуре минус 40°C (категории 6 и 12 по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73)

1	2	3	4	5	6
Г р у п п а У I. Вспомогательные конструкции зданий и сооружений (связи, элементы факверка, лестницы, площадки, опоры светильников и т.п.) и слабонагруженные конструкций и элементы с напряжением менее 0,4 расчетного сопротивления с применением сварки и без сварки.					
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗкп2	От 4 до 30	ГОСТ 380-71*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
	C46/33	ЮХНДП-6 ЮХНДП	От 4 до 9 " 10 " 12	ГОСТ 19281(2)-73 ТУ 14-1-389-72 ТУ 14-1-1217-75	
$-40 > t \geq -65$	C38/23	ВСтЗсп5 ВСтЗГпс5	От 5 до 25 " 5 " 30	ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71*	
	C46/33	ЮХНДП-12	От 4 до 9	ГОСТ 19281(2)-73	
Г р у п п а У II. Конструкции, относящиеся к группам I, II и III, при выполнении их клепаными					
$t \geq -40$	C38/23	ВСтЗпс6 ВСтЗГпс5	От 5 до 25 " 10 " 30	ГОСТ 380-71* ГОСТ 380-71*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
	C44/29	ВСтТпс О9Г2-6	От 10 до 25 " 4 " 32	ГОСТ 14637-69* ГОСТ 19281(2)-73	
	C46/33	14Г2-6 ЮХНДП-6	От 4 до 32 " 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3 \text{ кгс.м/см}^2$
		ЮХНДП	" 10 " 12	ТУ 14-1-389-72 ТУ 14-1-1217-75	

1	2	3	4	5	6
$t \geq -40$	C52/40	ЮГ2СІ-6	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термоупрочненная
$-40 > t \geq -65$	C44/29	ВСТсп 09Г2-І2 09Г2С-І2	От 10 до 25 " 4 " 20 " 21 " 32	ГОСТ 14637-69* ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ и после мех.старения $\geq 3$ кгс.м/см <sup>2</sup>
	C46/33	І4Г2-І2 ЮГ2СІ-І2	От 4 до 32 " 4 " 32	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	
	C52/40	ЮГ2СІ-І5	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	
Г р у п п а УШ. Конструкции, относящиеся к группе ІУ, при выполнении их клепаными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений.					
$t \geq -40$	C38/23	ВСТ3кп2	От 4 до 30	ГОСТ 380-71*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3$ кгс.м/см <sup>2</sup>
	C44/29	ВСТкп	От 10 до 25	ГОСТ 14637-69*	
	C46/33	І4Г2-6. ЮХНІІ-6. ЮХІІДІІ	От 4 до 32 " 4 " 9 " 10 " 12	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ТУ І4-І-389-72 ТУ І4-І-І2І7-75	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ $\geq 3$ кгс.м/см <sup>2</sup>
	C52/40	ЮГ2СІ-6	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	
		ВСТпс	От 10 до 25	ГОСТ 14637-69*	Ударная вязкость при $-40^{\circ}\text{C}$ и после мех.старения $\geq 3$ кгс.м/см <sup>2</sup>
$-40 > t \geq -65$	C44/29	09Г2-І2 09Г2С-І2	" 4 " 20 " 21 " 32	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	

1	2	3	4	5	6
-40 > t > -65	G46/33	I4F2-I2 IOT2CI-I2 IOXHCII-I2	От 4 до 32 " 4 " 32 " 4 " 9	ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73 ГОСТ 19281(2)-73	
	G52/40	IOT2CI-I5	От 10 до 40	ГОСТ 19282-73	Сталь термупрочненная

Примечания: I. Указания настоящей таблицы не распространяются на стальные конструкции специальных сооружений: магистральные и технологические трубопроводы, резервуары специального назначения (для хранения нефтепродуктов и др.), кожухи доменных печей и воздухонагревателей, мачты и башни сооружений связи, опоры линий электропередачи, опоры контактных сетей и т.п. Марки стали для этих конструкций устанавливаются соответствующими главами СНиП или специальными руководствами.

2. За расчетную температуру принимается:

- при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 40°C и выше - температура, при которой конструкции эксплуатируются;
- при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40°C - температура наружного воздуха данного района.

За температуру наружного воздуха района принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки, согласно указаниям главы СНиП по строительной климатологии и геофизике.

3. К конструкциям, подвергающимся динамическому воздействию подвижных нагрузок, относятся подкрановые балки, а также конструкции, подлежащие расчету на выносливость.

4. В описаниях I - VIII групп приведен примерный перечень конструкций.

5. Примерный перечень кранов разных режимов работы приведен в главе СНиП по нагрузкам и воздействиям.

6. За толщину, указанную в графе 4, для двутавров и швеллеров условно принимается толщина стенки.

7. При толщинах проката менее 5 мм приведенные в таблице марки стали применяются без требований по ударной вязкости.

8. При соответствующем технико-экономическом обосновании стали марок 09Г2С, 10Г2С1, 13Г2СФ, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 18Г2АФпс могут заказываться как стали повышенной коррозионной стойкости (с медью); в этом случае к названию марки добавляется буква "Д", а именно: 09Г2СД, 10Г2С1Д, 13Г2СФД, 14Г2АФД, 16Г2АФД, 18Г2АФпсД, согласно ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73.

9. Для конструкций всех групп, кроме групп I и II, при расчетных температурах  $t \geq -50^\circ\text{C}$  допускается применять прокат толщиной 4 мм и менее из стали ВСтЗкп2 по ГОСТ 380-71\*.

10. Низколегированные стали, поставляемые по ГОСТ 19281-73 и по ГОСТ 19282-73, одного диапазона толщин и одной категории, в таблице указываются одной строчкой, причем оба стандарта в графе "5" обозначены как 19281(2) - 73.

11. Допускается вместо сталей марок ВСтЗГпс и ВСтЗсп применять сталь марки В18Гпс соответствующих категорий по ТУ 14-2-173-75.





ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(Госстрой СССР)

БСТ № 10, 1976 г.

2.

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 23 июня

1976 г.

№ 94

Об изменении и дополнении пунктов 2.9, 3.1, 10.34  
и 10.42 главы СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции.  
Нормы проектирования"

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам  
строительства ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить и ввести в действие с 1 августа 1976 г. изме-  
нения и дополнения пунктов 2.9, 3.1, 10.34 и 10.42 главы СНиП  
П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования", утвер-  
жденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222,  
согласно приложению.

2. Признать утратившим силу с 1 августа 1976 г. пункт 2  
приложения к постановлению Госстроя СССР от 12 сентября 1975 г.  
№ 150 "Об изменении и дополнении пунктов 5.2 и 10.34, таблиц  
2 и 50 главы СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проекти-  
рования".

Председатель Госстроя СССР

И.Новиков



ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ

пунктов 2.9, 3.1, 10.34 и 10.42 главы СНиП П-В.3-72  
"Стальные конструкции. Нормы проектирования", утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. №222

1. В абзаце втором подпункта "а" пункта 2.9 после слов: "болты классов 4.6 и 5.6" дополнить "и 6.6" и после слов: "по п.1" исключить "3".

2. В абзаце втором подпункта "б" пункта 2.9 после слов: "с дополнительными испытаниями по пп." исключить "1".

3. Примечания к подпунктам "а" и "б" пункта 2.9 изложить в следующей редакции:

"1. В расчетных соединениях, воспринимающих сдвигающие или растягивающие усилия, конструкций, не рассчитываемых на выносимость, при расчетной температуре минус 40°C и выше допускается применять болты классов 4.8 и 5.8 грубой точности по ГОСТ 15589-70<sup>X</sup> или ГОСТ 15591-70<sup>X</sup> и нормальной точности по ГОСТ 7798-70<sup>X</sup> или ГОСТ 7796-70<sup>X</sup>, изготовленные из кипящей и спокойной стали с дополнительными видами испытаний по п.1 табл.10 ГОСТ 1759-70<sup>X</sup>.

2. При заказе болтов классов 4.8 и 5.8 по ГОСТ 1759-70<sup>X</sup> необходимо указывать, что не допускается применение автоматных сталей.

3. Болты классов 6.6 допускается применять только из стали 35".

4. В пункте 2.9, в после слов: "по п.2.9, а" добавить "и примечанию 1".

5. Таблицу 7 пункта 3.1 дополнить расчетными сопротивлениями  $R^b$  болтовых соединений для болтов классов 4.8, 5.8 и 6.6 в следующей редакции:

«Дополнение таблицы 7  
Расчетные сопротивления  $R^b$  болтовых соединений

Болты	Соединения	Напряженное состояние и группа соединения	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup>		
				растяжению и срезу болтов классов		
				4.8	5.8	6.8
Повышенной точности	Одноболтовые и многоболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез В	$R^b_{cp}$	1600	1800	2000
		Смятие В	$R^b_{cm}$	-	-	-
Нормальной точности	Одноболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез	$R^b_{cp}$	1600	1900	2000
		Смятие	$R^b_{cm}$	-	-	-
	Многоболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез	$R^b_{cp}$	1400	1600	1700
		Смятие	$R^b_{cm}$	-	-	-
	Одноболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез	$R^b_{cp}$	1600	1800	2000
		Смятие	$R^b_{cm}$	-	-	-
Грубой точности	Многоболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез	$R^b_{cp}$	1400	1600	1700
		Смятие	$R^b_{cm}$	-	-	-
	Одноболтовые	Растяжение	$R^b_p$	1600	1900	2400
		Срез	$R^b_{cp}$	1600	1800	2000
		Смятие	$R^b_{cm}$	-	-	-

6. Таблицу 7 пункта 3.1 дополнить примечаниями следующего содержания:

„3. Расчетное сопротивление смятию соединений элементов конструкций из сталей классов С44/29 и С46/33, указанное для болтов нормальной точности, распространяется на соединения с болтами грубой точности.

4. В соединяемых элементах из сталей классов С38/23, С44/29, С46/33 при уменьшении расстояния вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего болта до  $1,5d$  и расстояния между центрами болтов до  $2d$  расчетное сопротивление смятию должно быть снижено на 15%”.

7. Абзац третий пункта 10.42 изложить в следующей редакции:

„При размещении заклепок или болтов в шахматном порядке расстояние между их центрами вдоль усилия следует принимать не менее  $a + 1,5d$ , где  $a$  – расстояние между рядами поперек усилия;  $d$  – по табл.49. При таком размещении сечение элемента  $F_{нт}$  определяется с учетом ослабления его отверстиями, расположенными только в одном сечении поперек усилия (не по „зигзагу“)”.

8. Таблицу 49 пункта 10.42 дополнить примечанием следующего содержания:

„В элементах болтовых соединений конструкций из сталей классов С38/23, С44/29, С46/33 минимальные расстояния между центрами болтов в любом направлении допускается принимать равными  $2,5d$ ”.

9. Подпункт "б" пункта 10.34 изложить в следующей редакции:

"б) в зависимости от группы конструкций, метода сварки, класса стали и толщины свариваемых элементов толщины двухсторонних угловых швов  $h_w$  следует принимать не менее указанных в п.1, 2 и 3 табл.48 и не более  $1,2\delta$  (наименьшей толщины свариваемых элементов).

Для прикрепления ребер жесткости и диафрагм в конструкциях III, IV и VI групп допускается применение односторонних угловых швов, толщины которых  $h_w$  следует принимать не менее указанных в п.4 табл.48 и не более  $1,2\delta$ . При этом не допускается применение односторонних угловых швов:

в конструкциях, эксплуатируемых в среднеагрессивной и сильноагрессивной средах (в соответствии с главой СНиП II-28-73), а также находящихся на открытом воздухе;

в конструкциях, изготавливаемых из стали классов C52/40-C85/75;

в конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$ ;

в конструкциях, изготавливаемых с применением ручной сварки".

10. Таблицу 48 пункта 10.34 изложить в следующей редакции:

Таблица 48

„МИНИМАЛЬНЫЕ ТОЛЩИНЫ  $h_w$  УГЛОВЫХ ШВОВ

№ г/п	Группа конструкций по табл. 50 и отдельные элементы конструкций	Метод сварки	Вид соеди- нения	Класс стали	Минимальные толщины швов (мм) при толщине более толстого из свариваемых элементов (г/п)						
					6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-60	61-80
1	Конструкции I, II, III, IV и VI групп	Ручная	Соединение с двухсто- ронними угловыми швами	C38/23- -C46/33	4	6	6	8	10	10	12
				C52/40- -C60/45	6	8	8	10	12	12	-
2	Конструкции I и II групп и крепление расонок к полосам ферм	Автоматическая и полу- автоматическая	То же	C38/23- -C46/33	4	6	6	8	10	10	12
				C52/40- -C60/45	6	8	8	10	12	12	-
3	Конструкции III, IV и VI групп (кроме крепления расонок к полосам ферм)	То же	То же	C38/23- -C46/33	4	5	6	7	8	9	10
				C52/40	5	6	7	8	9	10	-
				C60/45	6	8	8	10	12	12	-
4	Крепление ребер жест- кости и диафрагм кон- струкций III, IV и VI групп	То же	Соедине- ние с од- носторон- ними угло- выми швами	C38/23- -C46/33	4	6	6	8	10	10	12

- Примечания: 1. В конструкциях из стали классов С70/60 и С85/75, а также из стали всех классов при толщине элементов более 80 мм минимальные толщины угловых швов при —  
нимаются по специальным техническим условиям, утвержденным или согласованным  
в установленном порядке.
2. В конструкциях из стали класса С38/23-С52/40, возводимых в районах с расчет-  
ными температурами наружного воздуха ниже минус 40°С, минимальные толщины  
швов принимаются такими же, как для стали класса С60/45".

## Изменение в главе СНиП II-B.3-72

БСТ №2, 1979г.

③

Постановлением Госстроя СССР от 31 октября 1978 г. № 211 утверждено и с 1 января 1979 г. введено в действие приведенное ниже изменение п. 2.9 главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222.

В связи с этим утратят силу с 1 января 1979 г. пп. 1, 2, 3, 4 приложения к постановлению Госстроя СССР от 23 июня 1976 г. № 94 «Об изменении и дополнении

пп. 2.9, 3.1, 10.34 и 10.42 главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования».

Пункт 2.9 изложить в следующей редакции:

«2.9. Болты из углеродистых и легированных сталей по ГОСТ 1759—70\*, грубой точности (ГОСТ 15589—70\*, ГОСТ 15591—70\*), нормальной точности (ГОСТ 7798—70\*, ГОСТ 7796—70\*) и повышенной точности (ГОСТ 7805—70\*) надлежит применять в соответствии с указаниями табл. 1а».



Указания по применению болтов

Таблица 1а

Условия применения		Технические требования по ГОСТ 1759-70 *				ГОСТ на болты	Допускаемый диаметр, мм	Дополнительные требования
Расчетная температура, °С	Условия работы болтов	Класс прочности (табл. 1)	Технологический процесс изготовления (прил. 1)	Дополнительные виды испытаний (табл. 10)	Марки стали болтов			
В конструкциях, не рассчитываемых на выносливость								
$t \geq -40$	Растяжение или срез	4.6; 5.6	1 или 3	п. 1	по табл. 1	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leq 48$	
		6.6	5	п. 1	35	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leq 48$	
		4.8; 5.8	4	п. 1	по табл. 1	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leq 48$	
$-40 > t \geq -65$	Растяжение	4.6; 5.6	1 или 3	пп. 1 (или 7) и 4	по табл. 1	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 27$	
		4.8; 5.8	4	пп. 1 (или 7)	по табл. 1	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 24$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70^\circ\text{C}$ не ниже 3 кгс·м/см <sup>2</sup>
	Растяжение или срез	8.8	5 или 6	пп. 1 (или 7) и 3	35Х 38ХА	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 48$	
	Срез	4.6; 5.6	1 или 3	п. 1	по табл. 1	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 30$	
		4.8; 5.8	4	п. 1	по табл. 1	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 30$	
	Растяжение	4.8	4	п. 1	14Г2 09Г2 по ГОСТ 19281-73	7798-70* 7796-70*	$27 \leq d \leq 48$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70^\circ\text{C}$ не ниже 3 кгс·м/см <sup>2</sup>
В конструкциях, рассчитываемых на выносливость								
$t \geq -40$	Растяжение или срез	4.6; 5.6	1 или 3	пп. 1 (или 7) и 4	по табл. 1	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leq 48$	
		6.6	5	пп. 1 (или 7) и 4	35	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leq 48$	
$-40 > t \geq -65$	Растяжение или срез	8.8	5 или 6	пп. 1 (или 7) и 3	35Х 38ХА	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leq 48$	
	Растяжение	4.8	4	пп. 1 (или 7)	14Г2 09Г2 по ГОСТ 19281-73	7798-70* 7796-70*	$27 \leq d \leq 48$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70^\circ\text{C}$ не ниже 3 кгс·м/см <sup>2</sup>

Примечания: 1. В нерасчетных соединениях допускается применять болты с подголовком грубой и нормальной точности по ГОСТ 15590-70\* и ГОСТ 7795-70\*, указанные для расчетной температуры минус 40°С и выше без дополнительных видов испытаний, предусмотренных в графе 5.  
2. При заказе болтов классов прочности 6.6 и 8.8, а также класса прочности 4.8 из сталей марок 14Г2 и 09Г2 следует указать марки сталей.  
3. Болты классов прочности 4.8 и 5.8 с дополнительными требованиями, указанными в графе 9, а также класса прочности 4.8 из сталей марок 14Г2 и 09Г2 следует применять по соглашению между потребителем и изготовителем в соответствии с п. 1.9 ГОСТ 1759-70\*.  
4. При заказе болтов классов прочности 4.8 и 5.8 необходимо указывать, что применение автоматной стали не допускается.  
5. За расчетную температуру принимается температура в соответствии с указанием п. 2 примечаний к табл. 50 прил. 1.

Примечания: 1. В нерасчетных соединениях допускается применять болты с полголовкой грубой и нормальной точности по ГОСТ 15590-70\* и ГОСТ 7795-70\*, указанные для расчетной температуры минус 40°С и выше без дополнительных видов испытаний, предусмотренных в графе 5.

2. При заказе болтов классов прочности 6.6 и 8.8, а также класса прочности 4.8 из сталей марок 14Г2 и 09Г2 следует указать марки сталей.

3. Болты классов прочности 4.8 и 5.8 с дополнительными требованиями, указанными в графе 9, а также класса прочности 4.8 из сталей марок 14Г2 и 09Г2 следует применять по соглашению между потребителем и изготовителем в соответствии с п. 1.9 ГОСТ 1759-70\*.

4. При заказе болтов классов прочности 4.8 и 5.8 необходимо указывать, что применение автоматной стали не допускается.

5. За расчетную температуру принимается температура в соответствии с указанием п. 2 примечаний к табл. 50 прил. 1.

## Изменение и дополнение главы СНиП II-B.3-72

Постановлением Госстроя СССР от 27 декабря 1978 г. № 250 утверждены и с 1 января 1979 г. введены в действие публикуемые ниже изменения и дополнения главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222.

В связи с этим утратили силу с 1 января 1979 г. пп. 9 и 10 приложения к постановлению Госстроя СССР от 23 июня 1976 г. № 94 «Об изменении и дополнении пунктов 2.9; 3.1; 10.34 и 10.42 главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования».

Пункт 2.7 изложить в следующей редакции:

«2.7. Для сварки стальных конструкций следует применять материалы, приведенные в приложении 3 настоящей главы».

Примечание 3 к пункту 3.1 признать утратившим силу.

Таблицу 5 изложить в следующей редакции:

$$\frac{h_0}{\delta} \leq 100 \sqrt{\frac{2.1}{R}}. \quad (32a)$$

Пункт 6.4 дополнить примечаниями следующего содержания: «Примечание. При проверке устойчивости стенок балок симметричного сечения с односторонними поясными швами в формуле (34) должны быть приняты значения коэффициента  $K_0 = 4,5$ ; в формуле (35) значения  $t_0$  должны быть умножены на коэффициент 0,8.»

Пункт 6.10 дополнить примечанием следующего содержания: «Примечание. В центрально-сжатых элементах из сварных двутавров с односторонними поясными швами наибольшая расчетная высота стенки  $h_0$  определяется по формуле:

$$\frac{h_0}{\delta} = 40 \sqrt{\frac{2.1}{R}} + 0,2\lambda \quad (R \text{ в т/см}^2) \quad (48)$$

и не должна быть больше 75 $\delta$ ».

Таблица 5

Расчетные сопротивления  $R^{CB}$  сварных соединений

Сварные соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> сварных соединений в конструкциях из стали класса						
			C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60	C85/75
Встык	Сжатие	$R_c^{CB}$	2100	2600	2900	3400	3800	4400	5300
	Растяжение:								
	а) автоматическая сварка; полуавтоматическая и ручная сварка с физическим контролем качества швов	$R_p^{CB}$	2100 (2600)	2600 (3000)	2900 (3100)	3400	3800	4400	5300
	б) полуавтоматическая и ручная сварка	$R_p^{CB}$	1800	2200	2500	—	—	—	—
С угловыми швами	Срез	$R_{cp}^{CB}$	1300	1500	1700	2000	2300	2600	3100
	Срез (условный):								
	а) металла шва	$R_{y,ш}^{CB}$	1800	2000	2000	2100	2400	2800	3400
	б) металла границы сплавления	$R_{y,c}^{CB}$	1800	2000	2100	2300	2700	3000	3600

\* Значения  $R_{y,ш}^{CB}$  установлены по временному сопротивлению металла шва растяжению.

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления растяжению сварных соединений встык, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Для элементов из стали разных классов расчетное сопротивление сварного соединения встык принимается равным расчетному сопротивлению соединения встык менее прочной стали.

3. Расчетные сопротивления сварных соединений встык установлены для швов, выполненных двухсторонней сваркой или односторонней с подваркой корня шва.

4. При применении в соединяемых элементах конструкций проката более толстого, чем указано в прил. 1, расчетные сопротивления сварных соединений встык устанавливаются в соответствии с расчетными сопротивлениями основного металла (примеч. 3 к табл. 2).

5. Для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, значения расчетных сопротивлений срезу (условному): металла углового шва ( $R_{y,ш}^{CB}$ ) для стали класса C38/23 и металла границы сплавления ( $R_{y,c}^{CB}$ ) для всех классов стали должны быть умножены на коэффициент 0,85».

Пункт 6.3 дополнить примечанием следующего содержания: «Примечание. В балках с односторонними поясными швами проверки устойчивости стенок не требуется, если при отсутствии местного напряжения

Пункт 9.3 изложить в следующей редакции:

«9.3. Расчет сварных соединений с угловыми швами, воспринимающих продольные и поперечные силы, на срез (условный) производится по двум сечениям

(рис. 18а): по металлу шва — формула (74) и по металлу границы сплавления — формула (74а)

$$h_{ш1} \geq \frac{N}{R_{у.ш}^{св} \cdot \beta \cdot l_{ш}}; \quad (74)$$

$$h_{ш2} \geq \frac{N}{R_{у.г}^{св} \cdot \beta' \cdot l_{ш}}. \quad (74а)$$

где  $h_{ш1}$  и  $h_{ш2}$  — толщина углового шва, принимаемая равной катету ( $h_{ш}$ ) вписанного равнобедренного треугольника (рис. 19);

$\beta$  и  $\beta'$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 42а в зависимости от условий сварки, которые должны быть оговорены в проекте;

$l_{ш}$  — расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом длины, равной  $2h_{ш}$ ;

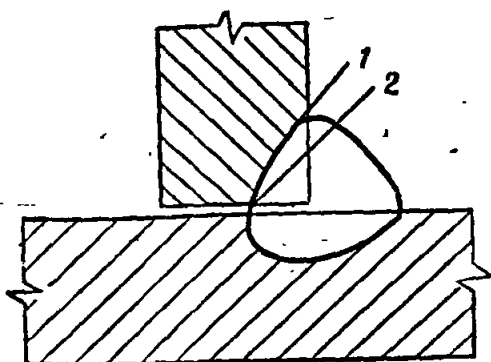


Рис. 18а. Схема расчетных сечений сварного соединения с угловым швом 1 — сечение по металлу шва, 2 — сечение по металлу границы сплавления

Таблица 42а

Значения коэффициентов  $\beta$  и  $\beta'$  в зависимости от условий сварки

Вид сварки	Диаметр проволоки, мм	Коэффициент	Значения коэффициента при числе проходов		
			1	2 и 3	более 3
Автоматическая	3—5	$\beta$	1.1	0.9	0.7
		$\beta'$	1.15	1.05	1
Полуавтоматическая и автоматическая	1.4—2	$\beta$	0.9	0.8	0.7
		$\beta'$	1.05	1	1

Примечания. 1. Число проходов при сварке углового шва устанавливается в зависимости от вида сварки, положения шва и его толщины в соответствии с табл. 52б.

2. Указанные в табл. 42а значения коэффициентов соответствуют сварке под флюсом и в углекислом газе проволокой сплошного сечения при технологии сварки, в которой не используются специальные меры, направленные на повышение производительности наплавки, сопровождаемые снижением глубины проплавления.

3. При ручной сварке, полуавтоматической сварке проволокой сплошного сечения диаметром менее 1,4 мм и порошковой проволокой, при применении специальных мер, направленных на повышение производительности наплавки, указанных в п. 2 настоящей главы, а также для конструкций из стали классов С70/60 и С65/75 при любом числе проходов значения коэффициентов принимаются  $\beta = 0.7$  и  $\beta' = 1$ .

$R_{у.ш}^{св}$  и  $R_{у.г}^{св}$  — расчетные сопротивления, принимаемые по табл. 5.

Толщину углового шва следует назначать равной большему из двух значений  $h_{ш1}$  и  $h_{ш2}$ . Допускается уменьшать толщину шва при условии увеличения расчетного сопротивления металла шва  $R_{у.ш}^{св}$  по табл. 5 соответственно более высокому классу стали и сварочным материалам, указанным в табл. 52а для этого класса стали. При этом значение  $h_{ш1}$  должно быть не меньше значения  $h_{ш2}$ . Минимальная толщина шва достигается, когда  $h_{ш1} = h_{ш2}$ .

Пункт 9.6 изложить в следующей редакции: «9.6. Сварные соединения с угловыми швами при одновременном действии в одном и том же сечении соединения срезающих напряжений в двух направлениях рассчитываются на равнодействующую этих напряжений.

Сварные соединения с угловыми швами, прикрепляющими элемент, на который действует одновременно растягивающее усилие и изгибающий момент, рассчитываются по формуле (22), в которой значения  $F_{нт}$ ,  $I_{х.нт}$ ,  $I_{у.нт}$  и  $R$  принимаются соответственно:

$F_{нт}$  — расчетная площадь швов или границы сплавления, определяемые с учетом глубины проплавления умножением соответственно на коэффициенты  $\beta$  или  $\beta'$ , значения которых указаны в табл. 42а;

$I_{х.нт}$  и  $I_{у.нт}$  — расчетные моменты инерции швов или границы сплавления с учетом глубины проплавления;

$R = R_{у.ш}^{св}$  или  $R = R_{у.г}^{св}$  — расчетные сопротивления, принимаемые по табл. 5.»

Таблицу 44 изложить в следующей редакции:

Пункт 10.11 дополнить абзацем следующего содержания:

«В сварных двутавровых балках, несущих статическую нагрузку, допускается применять односторонние поясные швы при выполнении следующих условий:

нагрузка должна прикладываться симметрично относительно поперечного сечения балки;

к сжатому поясу балки с помощью сварки, болтов или заклепок должен быть прикреплен жесткий металлический настил;

в местах приложения к поясу балки сосредоточенных нагрузок должны быть установлены поперечные ребра жесткости.

В балках, рассчитываемых по пластическому моменту сопротивления в соответствии с п. 4.15 настоящей главы, применение односторонних поясных швов не допускается.»

Раздел 10 дополнить пунктами 10.19а и 10.20а следующего содержания:

«10.19а. В центрально-сжатых колоннах и стойках из сварных двутавров, рассчитанных с учетом примечания к п. 6.10 настоящей главы, допускается применять односторонние поясные швы.

## Формулы для расчета поясных соединений в составных балках.

Характер нагрузки.	Соединения.	Расчетные формулы
Неподвижная нагрузка (распределенная и сосредоточенная)	Угловые швы двухсторонние	$h_{ш1} \geq \frac{QS_{п}}{2\beta R_{у.ш}^{св} I_{6p}}; \quad (82)$ $h_{ш2} \geq \frac{QS_{п}}{2\beta' R_{у.с}^{св} I_{6p}}. \quad (82 а)$
	Угловые швы односторонние	$h_{ш1} \geq \frac{QS_{п}}{\beta R_{у.ш}^{св} I_{6p}}; \quad (82 б)$ $h_{ш2} \geq \frac{QS_{п}}{\beta' R_{у.с}^{св} I_{6p}}. \quad (82 в)$
	Заклепки	$N_{закл} \geq a \frac{QS_{п}}{I_{6p}}. \quad (83)$
Подвижная сосредоточенная нагрузка	Угловые швы двухсторонние	$h_{ш1} \geq \frac{1}{2\beta R_{у.ш}^{св}} \sqrt{\left(\frac{QS_{п}}{I_{6p}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2}; \quad (84)$ $h_{ш2} \geq \frac{1}{2\beta' R_{у.с}^{св}} \sqrt{\left(\frac{QS_{п}}{I_{6p}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2}. \quad (84 а)$
	Заклепки	$N_{закл} \geq a \sqrt{\left(\frac{QS_{п}}{I_{6p}}\right)^2 + \left(\frac{an_1 P}{z}\right)^2}. \quad (85)$
<p>Обозначения, принятые в табл. 44:</p> <p><math>h_{ш1}</math> и <math>h_{ш2}</math> — толщина углового шва;</p> <p><math>Q</math> — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении;</p> <p><math>S_{п}</math> — статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси;</p> <p><math>\beta</math> и <math>\beta'</math> — коэффициенты, принимаемые по табл. 42а;</p> <p><math>a</math> — шаг поясных заклепок;</p> <p><math>N_{закл}</math> — меньше из двух значений расчетного усилия на одну заклепку, принимаемое равным:</p> <p style="text-align: center;">при расчете на срез <span style="float: right;">при расчете на смятие</span></p> $N_{закл} = n_{ср} \frac{\pi d^2}{4} R_{ср}^{закл}; \quad N_{закл} = d \Sigma \delta R_{см}^{закл};$ <p><math>R_{у.ш}^{св}</math>, <math>R_{у.с}^{св}</math> — расчетные сопротивления, принимаемые по табл. 5;</p> <p><math>R_{ср}^{закл}</math>, <math>R_{см}^{закл}</math> — расчетные сопротивления, принимаемые по табл. 6;</p> <p><math>P</math> — величина расчетного сосредоточенного груза (для подкрановых балок — расчетная величина давления колеса крана, принимаемая без коэффициента динамичности);</p> <p><math>n_1</math> — коэффициент, принимаемый согласно указаниям п. 4.13 настоящей главы;</p> <p><math>z</math> — условная длина распределения давления сосредоточенного груза, принимаемая согласно указаниям п. 4.13 настоящей главы;</p> <p><math>\alpha</math> — коэффициент, принимаемый:</p> <p style="padding-left: 20px;">при нагрузке по верхнему поясу клепаной балки, в которой стенка пристрогава к верхнему поясу, — <math>\alpha=0,4</math>; то же, но при отсутствии пристрожки стенки, а также при нагрузке по нижнему поясу — <math>\alpha=1</math>.</p>		

В узлах крепления к колонне с односторонними поясными швами связей, балок, распорок и т. д. в зоне передачи усилия следует применять двухсторонние поясные швы. При этом двухсторонний шов должен выходить за контуры прикрепляемого элемента (узла) на длину  $30 h_{ш}$  с каждой стороны.»

«10.20а. Размеры угловых швов, прикрепляющих фасонки соединительной решетки к колоннам, должны назначаться по расчету и располагаться в шахматном порядке в виде отдельных участков; расстояние меж-

ду концами таких швов не должно превышать 15δ, где δ — толщина фасонки.

В конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, а также при применении ручной сварки швы должны быть непрерывными по всей длине фасонки.»

Подпункт «а» пункта 10.34 изложить в следующей редакции:

«а) толщина угловых швов  $h_{ш}$  должна быть не бо-

Минимальные толщины  $h_{ш}$  угловых швов

Группа конструкций (по табл. 50)	Вид сварки	Вид соединения	Класс стали	Минимальные толщины швов (мм) при толщине бо- лее толстого из свариваемых элементов (мм)						
				4—5	6—10	11—16	17—22	23—32	33—40	41—80
Конструкции всех групп	Ручная	Тавровое соедине- ние с двухсторон- ними угловыми швами; нахлесточ- ное и угловое соединение	C38/23— C52/40	4	5	6	7	8	9	10
			C60/45	5	6	7	8	9	10	12
Конструкции всех групп	Автоматиче- ская и по- луавтомати- ческая	То же	C38/23— C52/40	3	4	5	6	7	8	9
			C60/45	4	5	6	7	8	9	10
Крепление ребер жест- кости и диафрагм, а также крепление стенок с полками в стержнях двутаврового и кораб- чатого сечения в конст- рукциях III, IV и VI групп	То же	Тавровое соедине- ние с односторон- ними угловыми швами	C38/23— C46/33	4	5	6	7	8	9	10

Примечания: 1. В конструкциях из стали классов C70/60 и C85/75, а также из стали всех классов при толщине элементов более 80 мм минимальные толщины угловых швов принимаются по специальным техническим условиям, утвержденным или согласованным в установленном порядке.  
2. В конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, минимальные толщины швов увеличиваются на 1 мм при толщине свариваемых элементов до 40 мм включительно и на 2 мм при толщине элементов более 40 мм.

лее  $1,2\delta$ , где  $\delta$  — наименьшая толщина соединяемых элементов;»

Подпункт «б» пункта 10.34 изложить в следующей редакции:

«б) в зависимости от группы конструкций, вида сварки, вида соединения, класса стали и толщины свариваемых элементов толщины угловых швов  $h_{ш}$  следует принимать не менее указанных в табл. 48. В случае, когда из-за разницы толщины свариваемых элементов требования, изложенные в пп. 10.34, а и 10.34, б становятся противоречивыми, следует принимать неравнокатетные швы, у которых катет, примыкающий к более тонкому элементу, соответствует требованиям п. 10.34, а, а примыкающий к более толстому элементу — требованиям п. 10.34, б.

Для прикрепления ребер жесткости и диафрагм в конструкциях III, IV и VI групп допускается применять односторонние угловые швы, толщины которых  $h_{ш}$  следует принимать не менее указанных в табл. 48.

Применение односторонних угловых швов для прикрепления ребер жесткости, диафрагм, а также для поясных швов в сварных балках, колоннах и стойках двутаврового сечения не допускается в конструкциях: эксплуатируемых в среднеагрессивной и сильноагрессивных средах (в соответствии с главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии);

изготавливаемых из стали классов C52/40 — C85/75; возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С;

изготавливаемых с применением ручной сварки.

Подпункт «г» пункта 10.34 изложить в следующей редакции:

«г) наибольшая расчетная длина флангового шва должна быть не более  $85\beta h_{ш}$  ( $\beta$  — коэффициент, принимаемый по табл. 42а), за исключением швов сопряжений, в которых усилие, воспринимаемое фланговым швом, возникает на всем его протяжении (в последнем случае длина флангового шва не ограничивается);»

Заглавие приложения 3 изложить в следующей редакции:

«Материалы для сварки конструкций».

Пункты 1, 2 и 3 приложения 3 признать утратившими силу.

Заглавие таблицы 52 изложить в следующей редакции:

«Материалы, рекомендуемые для сварки стыковых соединений, соответствующие классу прочности стали.»

Приложение 3 дополнить таблицами 52а и 52б следующего содержания:

Таблица 52а

Материалы для сварки угловых швов, соответствующие классу прочности стали

Группа конструкций (по табл. 50)	Класс стали	Сварочные материалы			
		Марки проволок (по ГОСТ 2246—70) для механизированной сварки			Типы электродов для ручной сварки (по ГОСТ 9467—75)
		под флюсом	в углекислом газе (по ГОСТ 8050—76) сплошной проволокой	порошковой про- волокой*	
I, II III, IV, VI	C38/23	—	—	—	$\frac{\text{Э42А}}{\text{Э42}}$
I, II III, IV, VI	C44/29 C46/33	Св-08АА, Св-08А Св-08	—	—	$\frac{\text{Э46А}}{\text{Э46}}$
I, II III, IV, VI	C52/40	Св-10ГА, Св-08ГА	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ	ПП-АН8, ПП-АН3	$\frac{\text{Э50А}}{\text{Э50}}$
Все группы	C60/45	Св-10НМА, Св-10Г2	Св-08Г2С **, Св-08Г2СЦ **	—	Э60А
Все группы	C70/60	Св-08ХН21МЮ	Св-10ХГ2СМА	—	Э70

\* Порошковая проволока марки ПП-АН8 поставляется по ЧМТУ 4-353-71, марки ПП-АН3 — по ТУ ИЭС 24-66.

\*\* Применение проволоки Св-08Г2С и Св-08Г2СЦ обеспечивает значение  $R_{y,ш}^{св} = 2400$  кгс/см<sup>2</sup> только в конструкциях из стали класса C60/45 для односторонних швов, в остальных случаях при применении указанных проволок  $R_{y,ш}^{св} = 2100$  кгс/см<sup>2</sup>.

Таблица 52б

Зависимость числа проходов при сварке углового шва от вида сварки, положения шва и его толщины

Вид сварки	Положение шва при сварке	Число проходов при толщине шва, мм					
		3—8	9—10	12	14	16	18
Полуавтоматическая	В лодочку	1	1	1	2	3	более 3
	Не в лодочку	1	2	3	более 3	более 3	более 3
Автоматическая	В лодочку	1	1	1	1	1	2
	Не в лодочку	1	2	2	3	3	более 3

5

# Нормативные документы и государственные стандарты по строительству

Бет №4, 1980г.

## Об изменении и дополнении главы СНиП II-B.3-72.

Постановлением Госстроя СССР от 25 января 1980 г. № 2 утверждены и с 1 апреля 1980 г. введены в действие приведенные ниже изменения и дополнения главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222.

1. Пункт 3.1 дополнить абзацами следующего содержания:

«Расчетные сопротивления растяжению, сжатию и изгибу прокатной стали ГОСТ 23570—79, отнесенной к классу С38/23, следует принимать:

а)  $R=2150$  (2600) кгс/см<sup>2</sup> для стали марок 18пс, 18сп, 18Гпс при толщине от 4 до 20 мм и для стали марки 18Гсп при толщине от 31 до 40 мм;

б)  $R=2100$  (2600) кгс/см<sup>2</sup> для стали марки 18кп при толщине от 4 до 30 мм и для стали марки 18Гпс при толщине от 21 до 30 мм;

в)  $R=1900$  кгс/см<sup>2</sup> для стали марки 18кп при толщине от 31 до 40 мм.

Расчетные сопротивления других напряженных состояний принимаются:  $R_{ср} = 1300$  кгс/см<sup>2</sup>,  $R_{сж.т} = 3200$  кгс/см<sup>2</sup>,  $R_{сж.н} = 1600$  кгс/см<sup>2</sup> и  $R_{с.к.} = 80$  кгс/см<sup>2</sup>.

2. В примечание 2 к табл. 2 после слов: «в приложении 1» добавить слова: «, с учетом примечания 4 к настоящей таблице».

3. В табл. 50 приложения 1 для группы 1 заменить: в графе 3 марку стали «М16С» на марку стали «16Д»; в графе 5 «ГОСТ 6713—53» на «ГОСТ 6713—75».

4. Примечание 11 табл. 50 приложения 1 изложить в следующей редакции:

«11. Разрешается применять стали марок по ГОСТ 23570—79 вместо сталей марок по ГОСТ 380—71\* и ГОСТ 6713—75\*:

18сп и 18Гпс вместо ВСтЗсп5 и ВСтЗГпс6;

18пс и 18Гпс вместо ВСтЗпс6;

18кп вместо ВСтЗкп2;

18Гпс и 18Гсп вместо 16Д».

Постановлением Госстроя СССР от 14 июля 1980 г. № 104 утверждены и с 1 августа 1980 г. введены в действие приведенные ниже изменения и дополнения главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222.

Пункт 2.11 изложить в следующей редакции:

«2.11. Для соединения элементов стальных конструкций следует принимать высокопрочные болты диамет-

ром от 16 до 48 мм по ГОСТ 22353-77, ГОСТ 22356-77, гайки и шайбы к ним — по ГОСТ 22354-77 и ГОСТ 22355-77».

Примечания к табл. 8 пункта 3.1 дополнить примечанием 4 следующего содержания:

«4. Коэффициент условий работы, установленный в пункте 4, не распространяется на расчет соединений на высокопрочных болтах».



Последний абзац пункта 9.8 изложить в следующей редакции:

«Величины  $d_1$ ,  $d_2$  и  $H$  принимаются по СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75 и СТ СЭВ 182-75».

Примечание 1 к пункту 9.8 изложить в следующей редакции:

«Площадь сечения нетто болтов диаметром от 16 до 48 мм по СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75 и СТ СЭВ 182-75 следует принимать

при статических нагрузках: площадь брутто  $F$ , если  $F_{нт} \geq 0,85 F$ ; условная площадь  $F_{нт}/0,85$ , если  $F_{нт} < 0,85 F$ ».

Примечание к табл. 49 пункта 10.42 дополнить абзацем следующего содержания: «Минимальное расстояние от центра высокопрочного болта до края элемента в любом направлении и при любых кромках принимается  $1,3 d$ ».

Диаметр болта, мм	16	18*	20	22*	24	27*	30	36	42	48
Площадь нетто, см <sup>2</sup>	1,57	1,92	2,45	3,03	3,52	4,59	5,6	8,16	11,2	14,72

\* Болты указанных диаметров применять не рекомендуется».

Пункт 9.11 изложить в следующей редакции:

«9.11. Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, определяется по формуле

$$N_0 = \frac{mPf}{K}, \quad (80)$$

где  $K$  — коэффициент, принимаемый по табл. 43;

$P$  — осевое усилие натяжения болта;

$f$  — коэффициент трения, принимаемый по табл. 43;

$m$  — коэффициент условий работы болтового соединения, принимаемый в зависимости от количества болтов в соединении:

1 — при 10 болтах и более;

0,9 — от 5 до 9 болтов;

0,8 — от 1 до 4 болтов.

Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей, способ регулирования натяжения болтов и разность номинальных диаметров отверстий и болтов должны указываться в рабочих чертежах.

Разность номинальных диаметров отверстий и болтов 5 или 6 мм допускается только в соединениях, не определяющих геометрии конструкции.

Осевое усилие натяжения высокопрочных болтов определяется по формуле

$$P = 0,7 \sigma_b F_{нт}, \quad (81)$$

где  $\sigma_b$  — наименьшее временное сопротивление болта разрыву, принимается по табл. 1 ГОСТ 22356—77;

$F_{нт}$  — площадь сечения болта нетто, определяемая по пункту 9.8 или по приложению 1 ГОСТ 22356—77.

Прочность соединяемых элементов, ослабленных отверстиями под высокопрочные болты, проверяется с учетом, что 50% усилия, приходящегося на каждый болт, в рассматриваемом сечении уже передано силами трения, при этом принимается:

при динамических нагрузках — площадь нетто  $F_{нт}$ ;

Таблица 43  
Коэффициенты трения  $f$  и коэффициенты  $K$  в формуле (80)

Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей	$f$	Способ регулирования натяжения болтов**	К в зависимости от нагрузок и разности $U$ , мм, номинальных диаметров отверстий и болтов	
			динамические при $U = 3 + 6$ , статические при $U = 5 + 6$	динамические при $U = 1 + 4$ , статические $U = 1 + 4$
1. Пескоструйная, дробеструйная или дробеметная двух поверхностей кварцевым песком или дробью без консервации	0,58	по М по а	1,35 1,2	1,12 1,02
2. То же, с консервацией металлизацией распылением цинка или алюминия*	0,50	по М по а	1,35 1,2	1,12 1,02
3. Одна поверхность кварцевым песком или дробью с консервацией полимерным клеем и посыпкой карборундовым порошком, другая — стальными щетками без консервации	0,50	по М по а	1,35 1,2	1,12 1,02
4. Газопламенный двух поверхностей без консервации	0,42	по М по а	1,35 1,2	1,12 1,02
5. Стальными щетками двух поверхностей без консервации	0,35	по М по а	1,35 1,25	1,17 1,06
6. Без обработки	0,25	по М по а	1,7 1,5	1,3 1,2

\* Способ обработки 2 применяется в конструкциях, защита от коррозии которых выполнена по способу горячего цинкования или металлизации распылением, и допускается в других конструкциях.

\*\* Способ регулирования натяжения болтов по М\* означает регулирование по моменту закручивания, а по а\* — регулирование во углу поворота гайки.

Постановлением Госстроя СССР от 31 июля 1981 г. № 130 утверждены и с 1 октября 1981 г. введены в действие приведенные ниже изменения и дополнения главы СНиП II-B.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», утвержденной постановлением Госстроя СССР от 29 декабря 1972 г. № 222.

В связи с этим утратили силу с 1 октября 1981 г. п. 3 приложения к постановлению Госстроя СССР от 27 декабря 1978 г. № 250; пп. 1 и 2 приложения к постановлению Госстроя СССР от 25 января 1980 г. № 2.

1. Пункт 2.6 изложить в следующей редакции:

«2.6. Отливки (опорные части и т. п.) для стальных конструкций надлежит проектировать из углеродистой стали марок 15Л, 25Л, 35Л и 45Л, удовлетворяющей требованиям групп отливок II или III по ГОСТ 977-75, а также из серого чугуна марок СЧ15, СЧ20, СЧ25 и СЧ30, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 1412-79».

2. Пункт 2.10 изложить в следующей редакции:

«2.10. Выбор марок стали для фундаментных болтов следует производить по ГОСТ 24379.0-80, а их конструкцию и размеры принимать по ГОСТ 24379.1-80».

3. Таблицу 2 изложить в следующей редакции:

Таблица 2  
«Расчетные сопротивления стали  
для различных видов напряженного состояния»

Вид напряженного состояния	Расчетные сопротивления	
	условные обозначения	расчетная формула
Срез	$R_{ср}$	$0,6 R$
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{см. т}$	$1,5 R$
Смятие местное в цилиндрических шарнирах (шарфах) при плотном касании	$R_{см. м}$	$0,75 R$
Диаметральное сжатие катков при свободном касании (в конструкциях с ограниченной подвижностью)	$R_{с. к}$	$0,4 R$

4. Пункт 3.1 изложить в следующей редакции:

«3.1. Расчетные сопротивления  $R$  растяжению, сжатию и изгибу прокатной стали следует определять по формуле

$$R = \frac{\sigma_T}{K},$$

Эмчен.с.1.0482.  
Исх. Госстроя СССР  
от 16.03.82. №49

а для растянутых элементов конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести, расчетные сопротивления  $R_s$  определяются по формуле

$$R_s = \frac{\sigma_s}{1,3K}$$

но не менее  $R_t$ , где  $\sigma_t$  и  $\sigma_s$  — предел текучести и временное сопротивление стали, принимаемые по государственным стандартам или техническим условиям на сталь. При этом за толщину фасонного проката принимается толщина полки;

$K$  — коэффициент безопасности по материалу следует принимать по таблице 2а.

Таблица 2а

Коэффициенты безопасности по материалу

Государственный стандарт или технические условия на сталь	$K$
ГОСТ 23570—79	1,025
ГОСТ 380—71 ТУ 14-1-3023-80 ГОСТ 6713—75 ГОСТ 14637—69 ГОСТ 19281 (2)—73 (с пределом текучести до 39 кгс/мм <sup>2</sup> ) ТУ 14-1-389-72 ТУ 14-1-1271-75	1,05
ГОСТ 19281 (2)—73 (с пределом текучести выше 39 кгс/мм <sup>2</sup> ) *	1,1
ТУ 14-1-1308-75 ТУ 14-1-1772-76	1,15

\* — для стали марки 14Г2АФ  $K=1,05$ .

Расчетные сопротивления стали для различных видов напряженного состояния следует принимать по табл. 2.

Расчетные сопротивления  $R$  отливок из углеродистой стали и из серого чугуна следует принимать по табл. 3 и 4.

Расчетные сопротивления сварных соединений следует принимать по табл. 5.

Расчетные сопротивления угловых швов срезу (условному)  $R_{y,ш}^{св}$  металла шва следует принимать по табл. 5а.

Таблица 5а  
Расчетные сопротивления угловых швов срезу (условному)  $R_{y,ш}^{св}$  металла шва

Сварочные материалы			Типы электродов для ручной сварки (по ГОСТ 9467—75)	Расчетные сопротивления срезу (условному) $R_{св}$ металла шва, кгс/см <sup>2</sup>
Марки проволок по ГОСТ 2246—70		Сварка по-روشковой проволокой*		
сварка под флюсом	сварка в углекислом газе			
—	—	—	Э42А	1800
Св-08АА	—	—	Э42	
Св-08А	—	—	Э46А	2000
Св-10ГА	Св-08Г2С	ПП-АН8	Э46	
Св-08ГА	Св-08Г2СЦ	ПП-АН3	Э50А	2100
Св-10НМА	Св-08Г2СЦ*	—	Э50	2400
Св-10Г2	Св-08Г2СЦ**	—	Э60	2400
Св-08ХН2ГМЮ	Св-10ХГ2СМА	—	Э70	2800

\* и \*\* — см. табл. 52а.

\* и \*\* — см. табл. 52а.

Расчетные сопротивления заклепочных и болтовых соединений следует принимать по табл. 6 и 7.

Примечания: 1. В необходимых случаях приведенные в таблицах 2—7 значения расчетных сопротивлений изменяются умножением на коэффициенты условий работы  $\gamma$  элементов стальных конструкций по табл. 8.

2. При расчете конструкций и соединений следует учитывать коэффициент надежности по назначению, принимаемый по «Правилам учета степени ответственности зданий и сооружений при проектировании конструкций».

3. При расчете конструкций на выносливость расчетные сопротивления понижаются умножением на коэффициент  $\gamma$  по указаниям п. 8.2а.

5. Таблицу 4 изложить в следующей редакции:

Таблица 4

«Расчетные сопротивления  $R$  отливок из серого чугуна

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в кгс/см <sup>2</sup> отливок из серого чугуна марок			
		СЧ15	СЧ20	СЧ25	СЧ30
Сжатие центральное и при изгибе	$R_c$	1600	2000	2300	2500
Растяжение при изгибе	$R_{\text{и}}$	550	650	850	1000
Срез	$R_{\text{ср}}$	400	500	650	750
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{\text{см.т}}$	2400	3000	3400	3700

6. Таблицу 5 изложить в следующей редакции:

Таблица 5

«Расчетные сопротивления  $R^{св}$  сварных соединений»

Сварные соединения	Напряженное состояние	Расчетные сопротивления	
		условные обозначения	расчетная формула
Стыковые	Сжатие	$R_c^{св}$	$R$
	Растяжение:		
	а) автоматическая сварка, полуавтоматическая и ручная сварка с физическим контролем качества швов	$R_p^{св}$	$R$
	б) полуавтоматическая и ручная сварка	$R_p^{св}$	$0,85R$
	Срез	$R_{ср}^{св}$	$0,60R$
С угловыми швами	Срез (условный):		
	а) металла шва б) металла границы сплавления	$R_{у.ш}^{св}$ $R_{у.с}^{св}$	по табл. 5а $0,45\sigma_B$

Примечания: 1. При сварке конструкций из разных марок стали расчетное сопротивление  $R^{св}$  сварных соединений определяют соответственно для стали с более низким расчетным сопротивлением  $R$ .

2. Расчетные сопротивления сварных соединений встык установлены для швов, выполненных двухсторонней сваркой или односторонней сваркой с подваркой корня шва или на подкладках.

3. Для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус  $40^\circ\text{C}$ , значения расчетных сопротивлений срезу (условному) металла углового шва ( $R_{у.ш}^{св}$ ) для углеродистой стали по ГОСТ 380—71, ТУ 14-1-3023-80 и ГОСТ 23570—79, и металла границы сплавления ( $R_{у.с}^{св}$ ) для всех марок стали должны быть умножены на коэффициент 0,85.

#### 7. Таблица 6:

исключить графы расчетных сопротивлений смятию соединяемых элементов конструкций из стали классов С38/23, С44/29, С46/33 и С52/40.

примечание 3 изложить в следующей редакции:

«3. Расчетные сопротивления смятию соединяемых элементов конструкций принимаются равными:

$$R_{см}^{закл} = 2R \text{ для соединений группы В;}$$

$$R_{см}^{закл} = 1,8R \text{ для группы С*}.$$

#### 8. Таблица 7:

исключить графы расчетных сопротивлений смятию соединяемых элементов конструкций из стали классов С38/23, С44/29, С46/33 и С52/40;

примечание 2 изложить в следующей редакции:

«2. Расчетные сопротивления смятию соединяемых элементов конструкций принимаются равными:

$$R_{см}^6 = 1,8R \text{ для соединений группы В и одноболтовых соединений;}$$

$$R_{см}^6 = 1,6R \text{ для многоболтовых соединений*}.$$

9. Таблицу 8 изложить в следующей редакции:

10. Таблица 50 Приложения 1:

Таблица 8

«Коэффициенты условий работы  $m$  элементов стальных конструкций»

Элементы конструкций	$m$
1. Сплошные балки и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ, архивов и т. п. при весе перекрытий, равном или большем временной нагрузки	0,9
2. Элементы стержневых конструкций покрытий и перекрытий:	
а) сжатые (за исключением закрученных сечений) при расчете на устойчивость	0,95
б) растянутые в сварных конструкциях	0,95
3. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из уголков сварных ферм покрытий и перекрытий (например, стропильных и аналогичных им ферм) при гибкости $\lambda \geq 60$	0,8
4. Затяжки, тяги и оттяжки, выполненные из прокатной стали	0,9
5. Сжатые раскосы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемых к поясам одной полкой:	
а) при помощи сварных швов или двух и более болтов или заклепок, поставленных вдоль уголка: при перекрестной решетке с совмещенными в смежных гранях узлами (рис. 9,б)	0,9
при елочной и перекрестной решетке с несовмещенными в смежных гранях узлами (рис. 9,в и 9,г)	0,8
б) при помощи одного болта или одной заклепки	0,75
6. Верхние пояса и примыкающие к ним части стенок подкрановых балок под краны грузоподъемностью 5 т и более тяжелого и весьма тяжелого режима работы в случае, если при проектировании не производится расчет на усталость от местных напряжений	0,9
7. Колонны жилых и общественных зданий и спор водонапорных башен	0,95
8. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнобоких уголков только узкой полкой) при расчете по шарнирной схеме за исключением элементов конструкций, указанных в п. 3 настоящей таблицы, и плоских ферм из одиночных уголков	0,75

Примечания: 1. Коэффициенты условий работы, установленные в разных пунктах, одновременно не учитываются.

2. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 2, 3 и 8, не распространяются на крепления соответствующих элементов конструкций в узлах.

3. Для сжатых раскосов пространственных решетчатых конструкций (п. 3) при треугольной решетке с распорками (рис. 9, а), коэффициент условия работы не учитывается.

4. Коэффициент условий работы, установленный в пункте 4, не распространяется на расчет соединений на высокопрочных болтах.

примечание 6 признать утратившим силу;

дополнить примечанием 12 следующего содержания:

«12. Область применения (группа конструкций и расчетная температура) марок сталей, поставляемых по ТУ 14-1-3023-80 групп прочности 1 и 2, следует принимать как для сталей по ГОСТ 380-71 и ГОСТ 19231(2)-73 соответствующих марок, толщин, степеней раскисления и категорий стали»;

дополнить примечанием 13 следующего содержания:

«13. Сталь по ТУ 14-1-1772-76 имеет ту же область применения, что и сталь по ТУ 14-1-1303-75».

11. Таблица 53 Приложения 4:

в заголовке граф заменить слова: «из стали классов» на слова: «при расчетных сопротивлениях стали в кгс/см<sup>2</sup>»;

в подзаголовке граф заменить обозначения классов на расчетные сопротивления стали: «С38/23» на «2100», «С44/29» на «2600», «С46/33» на «2900», «С52/40» на «3400», «С60/45» на «3800», «С70/60» на «4400» и «С85/75» на «5300»;

дополнить примечанием следующего содержания:

«Примечание. Для конкретной марки стали с расчетным сопротивлением  $R$  значение коэффициентов  $\phi$  определяется по интерполяции».



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(Госстрой СССР)

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 16 марта

19 82 г.

№ 49

О признании утратившим силу пункта I постановления Госстроя СССР от 31 июля 1981 г. № 130 "Об изменении и дополнении главы СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования"

Государственный комитет СССР по делам строительства  
ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Признать утратившим силу с 1 апреля 1982 г. пункт I постановления Госстроя СССР от 31 июля 1981 г. № 130 "Об изменении и дополнении главы СНиП П-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования".

Заместитель Председателя  
Госстроя СССР

А.Еорсвой