ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

НОРМЫ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(НиТУ 121-55)

Москва — 1955

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(НиТУ 121-55)

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
31 января 1955 г.

Внесены изменения приказом Госстроя № 44 от 12.IV-1961 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ
Москва — 1955

Нормы и технические условия проектирования стальных конструкций разработаны в развитие главы II-Б.4 «Стальные конструкции зданий и промышленных сооружений» II части «Строительных норм и правил».

Текст «Строительных норм и правил» отмечен на полях чертой. Номера параграфов, пунктов, таблиц и формул норм указаны в круглых скобках; в нумерации пунктов в скобках первое число обозначает номер параграфа норм, второе — номер пункта норм.

Настоящие нормы и технические условия разработаны Центральным научно-исследовательским институтом промышленных сооружений (ЦНИПС) и ГПИ Проектстальконструкция Министерства строительства предприятий металлургической и химической промышленности.

Государственный комитет Совета Министров СССР
по делам строительства

НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Государственное издательство
литературы по строительству и архитектуре
Москва, Третьяковский пр., д. 1

Редактор Л. Н. Шкиев
Редактор издательства А. С. Певзнер
Технический редактор Л. Я. Медведев

Сдано в набор 2/III 1955 г. Подписано к печати 22/III 1955 г. Т-02705.
Бумага 84 × 108/32 = 4,18 бум. л. — 3,69 условн. печ. л. (3,95 уч.-изд. л.).
Изд. № VIII-1117. Заказ 252. Тираж 50 000 экз. Цена 2 руб.

Типография № 3 Гос. изд-ва литературы по строительству и архитектуре
Москва, Куйбышевский пр., 5/2

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства	Нормы и технические условия проектирования стальных конструкций	НиТУ 121-55 взамен НиТУ 1-46 и ТУ 104-53

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1 (1.1). Настоящие нормы и технические условия распространяются на проектирование несущих стальных конструкций зданий и промышленных сооружений.

Примечания. 1. Настоящие нормы и технические условия не распространяются на стальные конструкции вспомогательного назначения (подмости и т. п.), а также на стальные конструкции на оттяжках (мачты и т. п.).

2. Проектирование несущих стальных конструкций зданий и промышленных сооружений, возводимых в сейсмических районах, должно осуществляться с учетом требований «Положения по строительству в сейсмических районах».

2 (1.2). Стальные конструкции должны проектироваться с учетом:

а) условий эксплуатации конструкций;

б) экономии металла и наименьшей трудоемкости изготовления и монтажа;

в) унификации конструкций путем применения стандартных и типовых элементов и деталей;

г) устойчивости конструкций против коррозии.

3 (1.3). Несущие элементы стальных конструкций должны выполняться преимущественно из стали марки

Внесены Министерством строительства предприятий металлургической и химической промышленности	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 31 января 1955 г.	Срок введения 1 июля 1955 г.

Ст. 3, а также при соответствующем обосновании из стали марки НЛ2.

Сталь марки Ст. 0 может применяться только для нерасчетных элементов.

При специальном обосновании допускается применение стали марки Ст. 0 для несущих конструкций, воспринимающих статическую нагрузку.

Сталь марок Ст. 2 и НЛ1 следует применять преимущественно для листовых конструкций.

Примечание. При специальном обосновании допускается применение стали марок Ст. 4 и Ст. 5. Сталь марки Ст. 5 может применяться для клепаных конструкций, а также для сварных конструкций при соблюдении режимов сварки и применении электродов и флюсов, указанных в специальных технических условиях.

4 (1.4). Марки стали и типы электродов должны указываться в рабочих чертежах конструкций.

II. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5. (2.1). Углеродистая горячекатанная сталь обыкновенного качества марок Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4 и Ст. 5, применяемая для изготовления стальных конструкций, должна удовлетворять требованиям главы 1-А.10 «Строительных норм и правил» с дополнительными гарантиями в отношении текучести и предельного содержания серы и фосфора; низколегированная сталь НЛ1 и НЛ2 должна отвечать требованиям главы I-А.10 СНиП с соблюдением всех показателей химического состава (табл. 1 приложения I).

Сталь для стальных несущих конструкций, воспринимающих подвижную нагрузку и эксплуатируемых при температуре —25° и ниже, должна удовлетворять требованиям по ударной вязкости при отрицательной температуре.

6 (2.2). Углеродистая сталь обыкновенного качества, применяемая для сварных конструкций, должна изготовляться мартеновским способом и удовлетворять, кроме требований, указанных в п. 5 (2.1) настоящего раздела, требованиям ГОСТ 380-50 в отношении предельного содержания углерода (табл. 1 приложения I).

Для сварных конструкций бункерных и разгрузочных эстакад и рабочих площадок главных зданий мартеновских цехов и миксерных зданий, воспринимающих непо-

средственное динамическое воздействие от подвижных нагрузок, а также для сварных конструкций, воспринимающих непрерывно действующие вибрационные нагрузки (конструкции под турбины и т. п.), должна применяться спокойная мартеновская сталь марки Ст. 3, поставляемая по группе А ГОСТ 380-50 с дополнительными гарантиями в отношении предела текучести, ударной вязкости, а также предельного содержания углерода, серы и фосфора.

Для сварных подкрановых балок и ферм в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы должна применяться сталь марки М16с, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 6713-53.

Примечание. К зданиям и сооружениям металлургических заводов с тяжелым режимом работы относятся:

главное здание сталеплавильного цеха;

миксерное здание;

шихтовый двор;

отделение раздевания слитков;

скрапо-разделочные базы (копровые и шлаковые отделения, отделения огневой резки);

здание нагревательных колодцев;

пролеты складов, заготовок, отделочные пролеты и пролеты складов готового проката прокатных и трубопрокатных цехов;

склады чугуна и слитков;

двор изложниц;

здание чистки и смазки изложниц;

бункерные и разгрузочные эстакады;

главные здания и шихтовые дворы ферросплавных заводов.

7 (2.3). Применение бессемеровской углеродистой стали обыкновенного качества допускается для клепаных конструкций, не подверженных непосредственному действию динамических нагрузок и не предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур: —30° и ниже.

8. Обезличенную углеродистую сталь обыкновенного качества допускается применять в стальных конструкциях, как сталь марки Ст. 0, если испытаниями установлено, что механические и технологические свойства (в том числе свариваемость, испытание загибом) обезличенной стали не ниже таковых для стали марки Ст. 0.

Обезличенную сталь, не выдержавшую испытаний, допускается применять для нерасчетных элементов связей, конструкций обслуживающих площадок, ограждений и нерасчетных элементов конструкций.

9 (2.4). Отливки (опорные части и т. п.) для стальных конструкций надлежит проектировать из углеродистой стали марок 15Л, 35Л и из серого чугуна марок СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40, СЧ 24-44 и СЧ 28-48, удовлетворяющих требованиям главы 1-А.10 СНиП (табл. 2 приложения I).

10 (2.5). Сварка стальных конструкций должна производиться с применением следующих присадочных материалов:

а) при ручной сварке сталей марок Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4 — электродов типа Э42 и Э42А, а для сталей марок НЛ1 и НЛ2 — электродов типа Э50А и Э55А, удовлетворяющих требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 3 приложения I);

б) при автоматической сварке под слоем флюса — стальной марганцевой и высокомарганцевой сварочной проволоки марок Св-08, Св-08А, Св-08Г, Св-08ГА и Св-15, Св-15Г с соответствующими марками флюса. Применяемая проволока должна удовлетворять требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 3 приложения I).

Примечания. 1. При специальном обосновании допускается для сварки конструкций из сталей марок Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4, работающих на статическую нагрузку, применять электроды типа Э-34, удовлетворяющие требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 3 приложения I).

2. Для сварных подкрановых балок и ферм в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы, а также для конструкций, непосредственно воспринимающих регулярную подвижную или вибрационную нагрузку, надлежит применять:

а) при ручной сварке — электроды типа Э42А;

б) при автоматической и полуавтоматической сварке под слоем флюса — электродную проволоку Св-08ГА с применением флюсов АН-348А, ОСЦ-45 или других равноценных.

11 (2.6). Заклепки надлежит применять из углеродистой горячекатанной мартеновской стали марок Ст. 2 закл. и Ст. 3 закл. и низколегированной стали марки НЛ1, удовлетворяющих требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 1 приложения I).

12 (2.7). Болты должны применяться из углеродистой стали обыкновенного качества марок Ст. 3, Ст. 5 и низколегированной стали марок НЛ1 и НЛ2, удовлетворяющих требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 1 приложения I).

Рифленые болты должны применяться из углеродистой стали обыкновенного качества марок Ст. 2 закл. и Ст. 3

закл., удовлетворяющих требованиям главы I-А.10 СНиП (табл. 1 приложения I).

Примечание. При специальном обосновании допускается для болтов применять сталь марки Ст. 0.

III. НОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ

13 (3.1). Нормативные сопротивления и коэффициенты однородности прокатной стали толщиной от 4 до 40 *мм* включительно должны приниматься по табл. 1(1).

Нормативные сопротивления $R^н$ в *кг/см²* и коэффициенты однородности k прокатной стали

Таблица 1 (1)

№ п/п	Нормативные характеристики		Условное обозначение	Марки стали					
				Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
				а	б	в	г	д	е
1	Нормативные сопротивления	Растяжение, сжатие, изгиб	$R^н$	1 900	2 200	2 400	2 800	3 000	3 400
2		Срез	$R^н_{ср}$	1 150	1 300	1 450	1 650	1 800	2 050
3		Смятие торцовой поверхности	$R^н_{см.т}$	2 850	3 300	3 600	4 200	4 500	5 100
4		Смятие местное при плотном касании	$R^н_{см.м}$	1 450	1 650	1 800	2 200	2 250	2 550
5		Диаметральное сжатие катков при свободном касании	$R^н_{с.к}$	70	80	90	105	110	125
6	Коэффициенты однородности		k	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85

14 (3.2). Нормативные сопротивления и коэффициенты однородности отливок из углеродистой стали должны приниматься по табл. 2(2).

Нормативные сопротивления $R^н$ в *кг/см²* и коэффициенты однородности k отливок из углеродистой стали

Таблица 2 (2)

№ п/п	Нормативные характеристики		Условное обозначение	Марки отливок из углеродистой стали	
				15Л	35Л
				а	б
1	Нормативные сопротивления	Растяжение, сжатие, изгиб	$R^н$	2 000	2 800
2		Срез	$R^н_{ср}$	1 200	1 700
3		Смятие торцовой поверхности	$R^н_{см.т}$	3 000	4 200
4		Смятие местное при плотном касании .	$R^н_{см.м}$	1 500	2 100
5		Диаметральное сжатие катков при свободном касании	$R^н_{с.к}$	60	80
6	Коэффициенты однородности		k	0,75	0,75

15 (3.3). Нормативные сопротивления и коэффициенты однородности отливок из серого чугуна должны приниматься по табл. 3(3).

Нормативные сопротивления $R^н$ в *кг/см²* и коэффициенты однородности k отливок из серого чугуна

Таблица 3 (3)

№ п/п	Нормативные характеристики		Условное обозначение	Марки отливок из серого чугуна		
				СЧ 12-24, СЧ 15-32	СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48
				а	б	в
1	Нормативные сопротивления	Сжатие центральное и сжатие при изгибе . .	$R^н_с$	2 000	3 000	4 000
2		Растяжение при изгибе	$R^н_и$	600	900	1 200

Продолжение

№ п/п	Нормативные характеристики		Условное обозначение	Марки отливок из серого чугуна		
				СЧ 12-28, СЧ 15-32	СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48
				а	б	в
3		Срез	$R^{н}_{ср}$	450	675	900
4		Смятие торцовой поверхности .	$R^{н}_{см.т}$	3 000	4 500	6 000
5	Коэффициенты однородности		k	0,75	0,65	0,65

16 (3.4). Нормативные сопротивления растяжению и сжатию сварных соединений встык, выполненные ручной сваркой с применением электродов типа Э42, Э42А, Э50А и Э55А, а также автоматической сваркой под слоем флюса, должны приниматься равными нормативным сопротивлениям растяжению и сжатию прокатной стали свариваемой конструкции.

Нормативные сопротивления сварных соединений встык, выполненные ручной сваркой с применением электродов типа Э34, должны приниматься равными нормативным сопротивлениям стали марки Ст. 0.

17 (3.5). Нормативные сопротивления срезу сварных соединений встык и нормативные сопротивления растяжению, сжатию и срезу сварных соединений угловыми швами надлежит принимать равными нормативным сопротивлениям растяжению сварных соединений встык в соответствии с п. 16 (3.4) настоящего раздела, умноженным на коэффициенты, приведенные в табл. 4 (4).

Коэффициенты нормативного сопротивления сварных соединений

Таблица 4 (4)

№ п/п	Вид сварного соединения	Коэффициент нормативного сопротивления
1	Встык при работе на срез	0,60
2	Угловыми швами (фланговыми и лобовыми) при работе на растяжение, сжатие и срез	0,70

18 (3.6). Коэффициенты однородности сварных соединений k при всех видах сопротивлений материала надлежит принимать:

а) $k=0{,}9$—для стали марок Ст. 0, Ст. 3 и Ст. 4 при ручной сварке электродами типа Э42 и Э42А, а также при автоматической сварке под слоем флюса;

б) $k=0{,}85$ — для стали марок НЛ1 и НЛ2 при ручной сварке электродами типа Э50А, Э55А, а также при автоматической сварке под слоем флюса;

в) $k=0{,}7$—при ручной сварке электродами типа Э34.

В целях обеспечения надлежащего качества сварных соединений встык, работающих на растяжение и выполненных ручной сваркой электродами типа Э42, Э42А, Э50А и Э55А, проверка этих соединений должна быть произведена посредством способов повышенного контроля качества сварных швов (электромагнитные, просвечивание и др.).

При обычных способах контроля качества сварных швов (наружным осмотром, засверловкой, замером размеров и т. п.) коэффициенты однородности для сварных соединений встык, работающих на растяжение и выполненных ручной сваркой электродами типа Э42, Э42А, Э50А и Э55А, понижаются на 15%.

19 (3.7). Нормативные сопротивления растяжению $R^н$ заклепок и болтов должны приниматься по табл. 5(5).

Нормативные сопротивления $R^н$ в $кг/см^2$ растяжению заклепок и болтов

Таблица 5 (5)

№ п/п	Вид соединения	Марки стали заклепок и болтов						
		Ст. 2 закл.	Ст. 0	Ст. 3 закл.	Ст. 3	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
		а	б	в	г	д	е	ж
1	Заклепки	2 200	—	2 200	—	—	3 000	—
2	Болты	—	1 900	—	2 400	2 800	3 000	3 400

20 (3.8). Нормативные сопротивления срезу $R^н_{ср}$ заклепок и болтов надлежит принимать равными нормативным сопротивлениям растяжению, указанным в п. 19 (3.7) на-

стоящего раздела, умноженными на коэффициенты, приведенные в табл. 6(6).

Коэффициенты нормативного сопротивления срезу заклепок и болтов

Таблица 6 (6)

№ п/п	Вид соединения	Марки стали заклепок и болтов				
		Ст. 2 закл. и Ст. 3 закл.	Ст. 0 и Ст 3	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
		а	б	в	г	д
1	Заклепки	0,90	—	—	0,85	—
2	Болты	—	0,90	0,85	0,85	0,85

21 (3.9). Нормативные сопротивления смятию для заклепочных и болтовых соединений надлежит принимать равными удвоенным нормативным сопротивлениям растяжению прокатной стали, указанным в п. 13 (3.1) настоящего раздела.

22 (3.10). Коэффициенты однородности k заклепок и болтов должны приниматься по табл. 7(7).

Коэффициенты однородности k заклепок и болтов

Таблица 7(7)

№ п/п	Виды соединения	Марки стали заклепок и болтов				
		Ст. 2 закл. и Ст. 3 закл.	Ст. 0 и Ст. 3	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
		а	б	в	г	д
1	Заклепки .	0,90	—	—	0,85	—
2	Болты . .	—	0,90	0,85	0,85	0,85

23 (3.11). Заклепки и болты по качеству отверстий и условиям постановки разделяются на группы В и С.

К группе В относятся заклепки и болты, поставленные в отверстия:

а) сверленные на проектный диаметр в собранных элементах;

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

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

К группе С относятся заклепки и болты, поставленные в продавленные отверстия или в отверстия, сверленные без кондукторов, в каждой детали в отдельности.

Влияние качества отверстий на работу заклепочных и болтовых соединений учитывается коэффициентами качества отверстий по табл. 8(8).

Коэффициенты качества отверстий для заклепок и болтов

Таблица 8(8)

№ п/п	Элементы соединений	Вид сопротивления	Коэффициенты качества отверстий
1	Заклепки, поставленные в горячем или холодном состоянии .	Срез В	1,00
2		Срез С	0,80
3		Смятие В	1,00
4		Смятие С	0,80
5	Чистые и рифленые болты . . .	Срез В	0,90
6		Смятие В	0,90
7	Черные болты	Срез	0,60
8		Смятие	0,60

IV. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ

24 (4.1). Расчетные сопротивления материалов и соединений должны определяться, как произведение нормативных сопротивлений на соответствующие коэффициенты однородности (с округлениями) в соответствии с табл. 9(10) — 14(15).

Расчетные сопротивления R в *кг/см²* для прокатной стали толщиной от 4 до 40 *мм* включительно

Таблица 9 (10)

№ п/п	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Прокатная сталь марок					
			Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
			а	б	в	г	д	е
1	Растяжение, сжатие и изгиб .	R	1 700	2 000	2 100	2 400	2 500	2 900
2	Срез	$R_{ср}$	1 000	1 200	1 300	1 400	1 500	1 700

Продолжение

№ п/п	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Прокатная сталь марок					
			Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2
			а	б	в	г	д	е
3	Смятие торцовой поверхности .	$R_{см.т}$	2 500	3 000	3 200	3 600	3 800	4 300
4	Смятие местное при плотном касании	$R_{см.м}$	1 300	1 500	1 600	1 800	1 900	2 200
5	Диаметральное сжатие катков при свободном касании . . .	$R_{с.к}$	60	70	80	90	95	110

Расчетные сопротивления R в *кг/см²* для отливок из углеродистой стали

Таблица 10(11)

№ п/п	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Отливки из углеродистой стали марок	
			15Л	35Л
			а	б
1	Растяжение, сжатие и изгиб . .	R	1 500	2 100
2	Срез	$R_{ср}$	900	1 300
3	Смятие торцовой поверхности .	$R_{см.т}$	2 250	3 100
4	Смятие местное при плотном касании	$R_{см.м}$	1 100	1 600
5	Диаметральное сжатие катков при свободном касании	$R_{с.к}$	45	60

Расчетные сопротивления R в *кг/см²* для отливок из серого чугуна

Таблица 11(12)

№ п/п	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Отливки из серого чугуна марок		
			СЧ 12-28, СЧ 15-32	СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48
			а	б	в
1	Сжатие центральное и сжатие при изгибе . .	$R_с$	1 500	1 900	2 600
2	Растяжение при изгибе	$R_и$	450	550	800
3	Срез	$R_{ср}$	350	450	600
4	Смятие торцовой поверхности	$R_{см.т}$	2 250	2 800	3 900

Расчетные сопротивления $R^{св}$ в $кг/см^2$ для сварных швов — Таблица 12(13)

№ п/п	Вид сварных швов	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Электроды типа Э34 в конструкциях из стали марок	Электроды типа Э42 и автоматическая сварка под слоем флюса в конструкциях из стали марки	Электроды типов Э42 и Э42А и автоматическая сварка под слоем флюса в конструкциях из стали марок		Электроды типов Э50А и Э55А и автоматическая сварка под слоем флюса в конструкциях из стали марок	
				Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	НЛ1	НЛ2
				а	б	в	г	д	е
1	Встык	Сжатие	$R_c^{св}$	1 300	1 700	2 000	2 100	2 500	2 900
2	»	Растяжение при автоматической сварке под слоем флюса, а также при ручной и полуавтоматической сварке при повышенных способах контроля качества швов	$R_p^{св}$	—	1 700	2 000	2 100	2 500	2 900
3	»	Растяжение при ручной и полуавтоматической сварке при обычных способах контроля качества швов	$R_p^{св}$	1 200	1 450	1 800	1 800	2 100	2 500
4	»	Срез	$R_{ср}^{св}$	800	1 000	1 200	1 300	1 500	1 750
5	Угловые швы (лобовые, фланговые, шавр)	Сжатие, растяжение, срез	$R_y^{св}$	900	1 200	1 400	1 400	1 800	2 000

Расчетные сопротивления для заклепочных соединений $R^{закл.}$ в *кг/см²* для горячей и холодной клепки с учетом коэффициентов качества отверстий

Таблица 13(14)

№ п/п	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Заклепки из стали марок Ст. 2 закл. и Ст. 3 закл. в конструкциях из стали марок						Заклепки из стали марки НЛ1 в конструкциях из стали марок	
			Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2	НЛ1	НЛ2
			а	б	в	г	д	е	ж	з
1	Срез В	$R_{ср}^{закл}$	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	2 200	2 200
	Срез С	$R_{ср}^{закл}$	1 400	1 400	1 400	—	—	—	—	—
2	Смятие В	$R_{см}^{закл}$	3 400	4 000	4 200	4 800	5 000	5 800	5 000	5 800
	Смятие С	$R_{см}^{закл}$	2 700	3 200	3 400	—	—	—	—	
3	Отрыв головок	$R_{отр}^{закл}$	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 500	2 500

Примечание. Срез и смятие В и С – согласно данным п. 23 (3. 11).

Расчетные сопротивления R в $кг/см^2$ для болтовых соединений

Таблица 14 (15)

№ п/п	Вид болтовых соединений	Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Болты из стали марки Ст. 0 в конструкциях из стали марок			Болты из стали марки Ст. 3 в конструкциях из стали марок			Болты из стали марки Ст. 5 в конструкциях из стали марок				Болты из стали марки НЛ1 в конструкциях из стали марок		Болты из стали марки НЛ2 в конструкциях из стали марок	
				Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 0	Ст. 2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2	Ст. 3 и Ст. 4	Ст. 5	НЛ1	НЛ2	НЛ1	НЛ2
				а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с
1	Чистые и рифленые болты	Растяжение . .	$R_р$	1 700	1 700	1 700	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 400	2 400	2 400	2 400	2 500	2 500	2 900	2 900
2		Срез В . . .	$R_{ср}$	1 350	1 350	1 350	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 800	1 800	1 800	1 800	1 950	1 950	2 200	2 200
3		Смятие В . . .	$R_{см}$	3 100	3 600	3 900	3 100	3 600	3 900	4 300	4 600	5 200	3 900	4 300	4 600	5 200	4 600	5 200	4 600	5 200
4	Черные болты	Растяжение . .	$R_р$	1 700	1 700	1 700	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 400	2 400	2 400	2 400	2 500	2 500	2 900	2 900
5		Срез	$R_{ср}$	900	900	900	1 150	1 150	1 150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6		Смятие	$R_{см}$	2 100	2 400	2 600	2 100	2 400	2 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Анкерные болты	Растяжение . .	$R_р$	1 700	1 700	1 700	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 400	2 400	2 400	2 400	2 500	2 500	2 900	2 900

Примечание. Расчетные сопротивления даны с учетом коэффициентов качества отверстий болтов, приведенных в табл. 8(8).

25. При расчете стальных конструкций на выносливость расчетные сопротивления соединений и основного металла как в области концентрации напряжений, так и в области, не затронутой концентрацией напряжений, надлежит умножить на коэффициент γ, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{1}{a - b\dfrac{N_{мин}}{N_{макс}}},$$

где $N_{мин}$ и $N_{макс}$ — соответственно наименьшие и наибольшие по абсолютной величине продольные силы, изгибающие моменты или напряжение в рассчитываемом элементе, взятые с их знаком;

a и b — коэффициенты, принимаемые по табл. 15 для основного металла в области, не затронутой концентрацией напряжений, по п. 1; для соединений и основного металла в области, затронутой концентрацией напряжений, — по пп. 2—5.

Примечания. 1. Значения коэффициентов γ принимаются не более единицы.

2. Проверка элементов конструкций на устойчивость и выносливость производится раздельно.

Значения коэффициентов a и b

Таблица 15

№ п/п	Вид соединения	Сталь марки Ст. 3		Сталь Н.12	
		a	b	a	b
1	Основной металл в области, не затронутой концентрацией напряжений	1,00	0,50	1,30	0,70
2	Сварные соединения встык с обработанной поверхностью шва	1,10	0,60	1,45	0,85

Продолжение

№ п/п	Вид соединения	Сталь марки Ст. 3		Сталь 11Г2	
		a	*b*	*a*	*b*
3	Заклепочные соединения и сварные соединения встык косыми швами с подваркой корня	1,30	0,80	1,75	1,15
4	Сварные соединения лобовыми швами с отношением сторон 1 : 1,5	1,50	1,00	2,00	1,40
5	Сварные соединения фланговыми швами с обработанными концами	2,00	1,50	2,70	2,10

Примечания. 1. При приварке поясов к стенке балки в соответствии с указаниями п. 95 проверка выносливости основного металла и сварных поясных швов не производится.

2. При прикреплении косынок к верхним двутавровым поясам подкрановых ферм в соответствии с указаниями п. 100 коэффициент γ для пояса принимается таким же, как и для основного металла в области, не затронутой концентрацией напряжений.

3. Для основного металла, обработанных сварных соединений встык и заклепочных соединений в элементах конструкций, воспринимающих только сжимающие переменные нагрузки, коэффициент γ принимается равным единице.

26 (3.12). Модули упругости E для прокатной стали, стального и чугунного литья надлежит принимать по табл. 16(9).

Модули упругости E в $кг/см^2$ для прокатной стали стального и чугунного литья

Таблица 16(9)

№ п/п	Наименование материала	Модуль продольной упругости	Модуль сдвига
		а	б
1	Стальное литье и прокатная сталь	2 100 000	840 000
2	Чугунное литье марок: СЧ 24-44, СЧ 28-48, СЧ 21-40, СЧ 18-36	1 000 000	—
3	СЧ 15-32, СЧ 12-28	850 000	—

27 (3.13). Величина коэффициента линейного расширения стали при повышении температуры на 1° принимается $\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$.

Объемный вес принимается: для стали всех марок — 7 850 $кг/м^3$, для чугуна — 7 200 $кг/м^3$.

V. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общие указания

28 (5.1). Расчет стальных конструкций должен производиться в соответствии с главой II-Б.1 СНиП:

а) по несущей способности (прочности, устойчивости или выносливости) — для всех конструкций;

б) по деформациям — для конструкций, в которых величина деформаций может ограничить возможность их эксплуатации.

На выносливость должны рассчитываться стальные конструкции, непосредственно воспринимающие подвижную нагрузку, в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы (например, подкрановые балки), а также стальные конструкции, непосредственно воспринимающие регулярную вибрационную нагрузку (например, конструкции под турбины и т. п.).

29 (5.2). Расчет по несущей способности на прочность и устойчивость должен производиться на воздействие расчетных нагрузок.

Расчет по несущей способности на выносливость, а также по деформациям должен производиться на воздействие нормативных нагрузок.

30 (5.3). Усилия в стальных конструкциях определяются по упругой стадии их работы.

Примечания. 1. Усилия в статически неопределимых системах, при условии обоснования расчетом и эксплуатационными требованиями допустимости получающихся остаточных деформаций, разрешается определять с учетом развития пластических деформаций.

2. Изгибающие моменты в неразрезных прокатных или сварных балках постоянного сечения, закрепленных от потери общей устойчивости и несущих статическую нагрузку, определяют, исходя из выравнивания моментов на опорах и в пролете за счет развития пластических деформаций.

31 (5.4). Расчет элементов и соединений стальных конструкций по несущей способности производится (с учетом, в необходимых случаях, развития пластических деформаций) согласно разделам VI—VIII настоящих НиТУ.

Расчет стальных конструкций по деформациям производится по упругой стадии работы материала.

32 (5.5). Вертикальные деформации (прогибы) изгибаемых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 17(16).

Предельные деформации (прогибы) изгибаемых элементов

Таблица 17(16)

№ п/п	Наименование элементов конструкций	Величина прогиба в долях от пролета l
1	Подкрановые балки:	
	а) при ручных кранах	1/500
	б) при электрических кранах грузоподъемностью до 50 m	1/600
	в) при электрических кранах грузоподъемностью 50 m и более	1/750
2	Пути кран-балок	1/500
3	Монорельсовые пути	1/400
4	Балки рабочих площадок промышленных зданий:	
	а) при отсутствии рельсовых путей	1/250
	б) при наличии узкоколейных путей	1/400
	в) » » ширококолейных путей . .	1/600

Продолжение

№ п/п	Наименование элементов конструкций	Величина прогиба в долях от пролета l
5	Балки междуэтажных перекрытий:	
	а) главные балки	1/400
	б) прочие „	1/250
6	Балки покрытий и чердачных перекрытий:	
	а) главные балки	1/250
	б) прогоны и обрешетки	1/200

Примечания. 1. Прогибы для подкрановых балок, монорельсовых путей и путей кран-балок определяются без учета коэффициента динамичности.

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

33 (5.6). Расчет по деформациям производится без учета ослабления сечений заклепочными и болтовыми отверстиями.

При изготовлении конструкций со строительным подъемом прогиб от постоянной нагрузки (если он не превышает строительного подъема) не учитывается.

34. Горизонтальные деформации (смещения) колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок и прогибы тормозных ферм в цехах металлургических заводов с тяжелым режимом работы, а также колонн открытых подкрановых эстакад не должны превышать величин, приведенных в табл. 18.

Предельные деформации (смещения) колонн от воздействия кранов

Таблица 18

№ п/п	Вид деформаций	Величины деформаций в долях от высоты колонны (от низа башмака до головки рельса подкрановой балки) или пролета фермы
1	Смещение в поперечном направлении	
	а) для зданий или их отдельных пролетов:	
	при плоской расчетной схеме	1/2500
	при пространственной расчетной схеме	1/4000

№ п/п	Вид деформаций	Величины деформаций в долях от высоты колонны (от низа башмака до головки рельса подкрановой балки) или пролета фермы
	б) для открытых подкрановых эстакад при плоской или пространственной расчетной схеме	1/4000
2	Смещение в продольном направлении для зданий и эстакад	1/4000
3	Прогиб тормозных ферм	1/2000

Примечания. 1. Смещения колонн зданий и эстакад в поперечном и продольном направлениях, а также прогиб тормозных ферм определяются от поперечных сил торможения, исчисленных по главе II-Б. 1 СНиП от одного крана наибольшей грузоподъемности из числа установленных в здании или на эстакаде.

2. Величина смещения колонн определяется из условий равенства смещений двух противостоящих колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок.

3. Продольная тормозная сила распределяется между всеми связями, установленными в пределах температурного блока. При отсутствии вертикальных связей тормозная сила передается на продольную раму, расположенную в пределах температурного отсека.

4. Требованию обеспечения допустимого прогиба могут удовлетворять тормозные фермы только одного из подкрановых путей каждого пролета здания.

5. Прогиб тормозных ферм определяется в предположении разрезной схемы

Коэффициенты условий работы

35(5.7). Коэффициенты условий работы для стальных конструкций при расчете их по несущей способности должны приниматься

а) Для элементов конструкций (m):

для корпусов и днищ резервуаров 0,8

для колонн гражданских зданий и опор водонапорных башен 0,9

для сжатых элементов ферм и для сплошных балок перекрытий под залами театров, клубов, кино, трибун, помещений магазинов, книгохранилищ и архивов при весе перекрытий, равном или большем полезной нагрузки 0,9

для сжатых элементов стропильных ферм и для прогонов кровель зданий при снеговой нагрузке не более 70 *кг/м²* и весе кровли 150 *кг/м²* и более, а также при снеговой нагрузке не более 100 *кг/м²* и весе кровли 300 *кг/м²* и более	0,95
для элементов, прикрепляемых односторонне	0,75

б) Для соединений конструкций (m_c):

для заклепок с потайными или полупотайными головками .	0,8
для заклепок, работающих на растяжение (отрыв головок)	0,6
для черных, чистых и рифленых болтов, работающих на растяжение	0,8
для анкерных болтов, работающих на растяжение . . .	0,65

в) Для прочих элементов конструкций и

соединений (за исключением указанных в примечании и в специальных технических условиях)	1,0

Примечания. 1. Коэффициенты условий работы листовых конструкций доменных цехов, силосов и бункеров, а также мачт электропередач устанавливаются специальными инструкциями.

2. Коэффициент условий работы для элементов, прикрепляемых односторонне, установлен для равнобоких уголков и неравнобоких уголков, прикрепляемых узкой полкой.

Дополнительные указания по расчету стальных конструкций в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы

36. Расчет на прочность, устойчивость и выносливость подкрановых балок в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы надлежит производить на воздействие вертикальных нагрузок в соответствии с указаниями главы II-Б.1 СНиП и на воздействие горизонтальных боковых сил, вызываемых движением мостовых кранов.

Горизонтальные боковые силы определяются путем умножения тормозных сил, исчисленных по главе II Б.1 СНиП, на коэффициент α. Значения коэффициента α в зависимости от типа и грузоподъемности кранов принимаются по табл. 19.

Значение коэффициентов α для определения боковых сил от крановых мостов

Таблица 19

№ п/п	Тип кранов	Грузоподъемность кранов в *т*	Значение коэффициента α	
			для расчета тормозных ферм и верхнего пояса подкрановых балок	для расчета крепления тормозных ферм к подкрановым балкам и колоннам
1	Краны с гибким подвесом . . .	5—10	2,5	5,0
		15—20	2,0	4,0
		30—125	1,5	3,0
		175—225	1,3	2,6
		300—350	1,1	2,2
2	Краны с жестким подвесом . . .	—	1,5	3,0

37. Расчет подкрановых балок и ферм на выносливость надлежит производить от воздействия одного крана наибольшей грузоподъемности, действующего в пролете, с учетом динамического коэффициента, согласно главе II-Б.1 СНиП, и боковых сил, определяемых согласно п. 36 настоящих норм и технических условий.

38. Расчет конструкций бункерных и загрузочных эстакад, а также конструкций рабочих площадок главного здания мартеновского цеха и миксерного здания, подверженных непосредственному воздействию специальных и железнодорожных составов и напольных завалочных машин, следует вести с учетом динамического коэффициента 1,1.

39. Расчетные нагрузки от ремонтных материалов при расчете конструкций рабочих площадок печного пролета главного здания мартеновского и других цехов на равномерно распределенную по всей площадке нагрузку уменьшаются путем умножения на коэффициенты:

а) для главных балок $n_1 = 0{,}85$;

б) для колонн и фундаментов $n_1 = 0{,}75$.

VI. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Центрально растянутые и центрально сжатые элементы

40 (7.1). Расчет элементов при центральном растяжении и центральном сжатии производится по формулам:

а) на прочность при центральном растяжении и сжатии

$$N \leqslant m R F_{нт}; \qquad 2\ (4.1)$$

б) на устойчивость при центральном сжатии

$$N \leqslant m \varphi R F_{бр}. \qquad 3\ (4.2)$$

В формулах 2 (4.1) и 3 (4.2):

N — расчетная продольная сила;

m — коэффициент условий работы;

R — расчетное сопротивление растяжению или сжатию прокатной стали;

$F_{бр}$ — площадь сечения брутто;

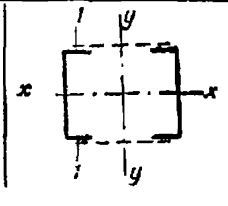
$F_{нт}$ — площадь сечения нетто;

φ - коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 4(20) приложения II.

41 (7.2). Для составных центрально сжатых элементов, ветви которых соединены планками или решетками, коэффициент φ относительно свободной оси (перпендикулярной плоскости планок или решеток) должен определяться по приведенной гибкости $\lambda_{пр}$, вычисляемой по формулам табл. 20. Составные элементы из деталей, соединенных вплотную или через прокладки, должны рассчитываться как цельные (при соблюдении указаний п. 60 (7.8)).

Формулы для вычисления приведенной гибкости

Таблица 20

№ п/п	Тип сечения стержня	Соединительные элементы	Значение приведенной гибкости относительно оси $x-x$ или $y-y$	
1		Планки	$\sqrt{\lambda_y^2+\lambda_1^2}$	4
2		Решетки	$\sqrt{\lambda_y^2+27\frac{F}{F_p}}$	5

№ п/п	Тип сечения стержня	Соединительные элементы	Значение приведенной гибкости относительно оси $x-x$ или $y-y$	
3		Планки	$\sqrt{\lambda^2+\lambda_1^2+\lambda_2^2}$	6
4		Решетки	$\sqrt{\lambda^2+27\left(\frac{F_{в1}}{F_{р1}}+\frac{F_{в2}}{F_{р2}}\right)}$	7

Обозначения, принятые в табл. 20:

λ_y — гибкость всего стержня относительно свободной оси $y-y$;

λ — наибольшая гибкость всего стержня;

λ_1, λ_2 — гибкости отдельных ветвей относительно осей $1-1$ и $2-2$ на участках между центрами крайних заклепок или между приваренными планками (в свету);

F — площадь сечения всего стержня;

$F_{в1}$, $F_{в2}$ — площадь сечения пары ветвей с общей осью $1-1$ и $2-2$;

$F_{р1}$, $F_{р2}$ — площади сечения раскосов решеток, лежащих в плоскостях, соответственно перпендикулярных осям $1-1$ и $2-2$.

Гибкость отдельных ветвей на участке между планками должна быть не более 40.

Ветви составных центрально сжатых элементов, соединенных решетками, должны проверяться на устойчивость на длине между узлами.

42 (7.3). Соединительные элементы (планки или решетки) центрально сжатых составных стержней должны рассчитываться на условную поперечную силу Q (в *кг*), принимаемую постоянной по всей длине стержня и определяемую по формулам:

для конструкций из стали марок Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4

$$Q=20F_{бр}; \qquad 8\ (4.3)$$

для конструкций из стали марок Ст. 5, НЛ1 и НЛ2

$$Q=40F_{бр}, \qquad 9\ (1.4)$$

где $F_{бр}$ — площадь всего сечения стержня в *см*^{2}.

Если соединительные элементы расположены в нескольких параллельных плоскостях, то поперечная сила Q распределяется:

а) при соединительных планках (решетках) — поровну между всеми системами планок (решеток);

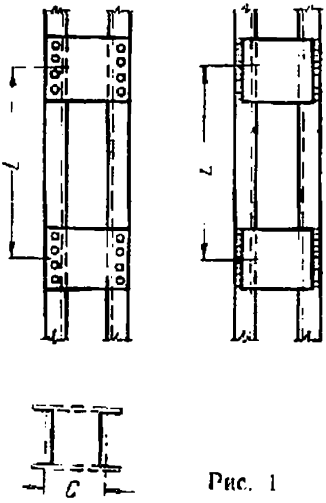


Рис. 1

б) при сплошном листе и соединительных планках (решетках) — пополам между сплошным листом и всеми системами планок (решеток).

Соединительные решетки должны рассчитываться, как решетки ферм. Соединительные планки (рис. 1) должны рассчитываться, как элементы безраскосных ферм, по формулам:

а) сила, срезающая планку:

$$T = \frac{Q_п l}{c}; \qquad 10$$

б) момент, изгибающий планку в ее плоскости:

$$M = \frac{Q_п l}{2}. \qquad 11$$

В формулах 10 и 11:

$Q_п$ — поперечная сила, приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости;

l — расстояние между центрами планок;

c — расстояние между осями ветвей.

43 (7.9). При фрезерованных торцах сжатых элементов (в стыках колонн и т. п.) сжимающая сила полностью передается на торцы.

Изгибаемые элементы

44 (7.10). Расчет изгибаемых элементов производится по формулам:

а) на прочность

$$M_x \leqslant m R \cdot W_{нт}; \quad \sigma = \frac{M}{m W_{нт}} \leqslant R. \qquad 12(4.5)$$

$$Q \leqslant m R_{ср} \frac{J_{бр}\delta}{S_{бр}}; \quad \tau = \frac{Q S_{бр}}{m J_{бр} \delta} \leqslant R_{ср}. \qquad 13(4.6)$$

б) на устойчивость

$$M \leqslant m \varphi_б R W_{бр}. \quad \sigma = \frac{M}{m \varphi_б W_{бр}} \leqslant R. \qquad 14(4.7)$$

В формулах 12 (4.5)—14 (4.7):

M — расчетный изгибающий момент;

Q — расчетная поперечная сила;

$W_{бр}$ — момент сопротивления сечения брутто;

$W_{нт}$ — момент сопротивления сечения нетто;

$J_{бр}$ — момент инерции сечения брутто относительно нейтральной оси;

$S_{бр}$ — статический момент сдвигающейся части сечения брутто относительно нейтральной оси;

δ — толщина стенки;

R — расчетное сопротивление изгибу прокатной стали;

$R_{ср}$ — расчетное сопротивление срезу прокатной стали;

$\varphi_б$ — коэффициент уменьшения несущей способности изгибаемых элементов при проверке общей устойчивости, принимаемый согласно указаниям приложения IV.

При расчете разрезных балок, закрепленных от потери устойчивости и несущих статическую нагрузку, момент сопротивления $W_{нт}$ для балок из прокатных профилей (двутавров, швеллеров) в формуле 12 (4.5) принимается увеличенным на 15%, исходя из учета развития пластических деформаций, а для сварных балок постоянного сечения, удовлетворяющих тем же условиям при отношении ширины сжатого пояса к его толщине $\frac{b}{\delta} \leqslant 20$ — по формуле

$$W_{нт} = S_в + S_н, \qquad 15$$

где $S_в$ и $S_н$ — статические моменты относительно нейтральной оси верхней и нижней частей сечения балки, взятые по абсолютной величине.

При учете пластических деформаций в балке должна производиться проверка касательных напряжений в сечении с наибольшим изгибающим моментом; при этом касательные напряжения не должны превышать 0,4 расчетного сопротивления стали на изгиб.

Примечания. 1. При наличии зоны чистого изгиба численное значение момента сопротивления должно приниматься средним между исчисленным по упругой стадии работы материала и исчисленным с учетом развития пластических деформаций в соответствии с указаниями настоящего пункта.

2. В случае косого изгиба балок учет пластических деформаций может производиться только для слагающей нагрузки, действующей в плоскости наибольшей жесткости балки.

3. Двутавровые балки считаются закрепленными от потери общей устойчивости при соблюдении указаний п. 45 (7.11), а также при $\varphi_б \geq 2{,}5$, определенном по формуле (1) приложения IV.

45 (7.11). Проверка общей устойчивости балок не требуется:

а) при наличии настила по балкам или монолитной железобетонной плиты, опирающихся на сжатые пояса и препятствующих повороту сечения балок;

б) для балок двутаврового сечения при отношениях свободной длины сжатого пояса к его ширине, не превосходящих величин, указанных в табл. 21(23);

Наибольшие отношения свободной длины сжатого пояса к его ширине, при которых не требуется проверка общей устойчивости балок двутаврового сечения

Таблица 21(23)

№ п/п	Марки стали	Наибольшие отношения l/b	
		при нагрузке по верхнему канту	при нагрузке по нижнему канту
1	Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4	16	25
2	Ст. 5, НЛ1	14	22
3	НЛ2	12	18

Обозначения, принятые в табл. 21(23):

l — свободная длина сжатого пояса балки между точками закрепления; при отсутствии связей l — пролет балки; при наличии связей в плоскости сжатого пояса l — расстояние между узлами связей; при наличии поперечных связей, препятствующих повороту сечений балки, l — расстояние между поперечными связями;

b — ширина сжатого пояса.

в) проверка устойчивости прогонов при наклонной кровле не требуется, если составляющая нагрузка в плоскости настила воспринимается настилом или специальными устройствами.

46 (7.12). Стенки сплошных элементов конструкций (балок, колонн) должны быть обеспечены от потери местной устойчивости и в случае необходимости укреплены ребрами жесткости.

Наибольшие отношения высоты стенки к ее толщине, при которых не требуется проверки устойчивости стенок, устанавливаются табл. 22(24).

Наибольшие отношения высоты стенки к ее толщине, при которых не требуется проверки устойчивости стенок сплошных элементов конструкций

Таблица 22(24)

№ п/п	Марки стали	Наибольшие отношения h_0/δ	
		для балок, укрепляемых только поперечными ребрами жесткости	для колонн
1	Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4	80	70
2	Ст. 5, НЛ1	70	65
3	НЛ2	65	60

Обозначения, принятые в табл. 22 (24):

h_0 — расчетная высота стенки, принимаемая в сварном элементе равной полной высоте, а в клепаном элементе — равной расстоянию между внутренними рисками поясных уголков;

δ — толщина стенки.

Стенки тонкостенных балок рекомендуется укреплять в сжатой области продольными ребрами жесткости:

для балок из стали марок Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4 — при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant 160$;

для балок из стали марок Ст. 5 и НЛ1 — при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant 140$;

для балок из стали марки НЛ2 — при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant 130$.

Стенки должны проверяться на потерю устойчивости от действия нормальных и срезывающих напряжений, а при наличии сосредоточенных нагрузок (например, в подкрановых балках) — также от действия сминающих напряжений (п. 64—67).

Внецентренно растянутые и внецентренно сжатые элементы

47 (7.13). Внецентренно растянутые элементы, а также внецентренно сжатые элементы при проверке прочности рассчитываются по формуле

$$\sigma = \frac{N\left(1 + e\frac{F_{нт}}{W_{нт}}\right)}{m F_{нт}} = \frac{N}{m F_{нт}} + \frac{M}{m W_{нт}} \leqslant R$$

$$N \leqslant \frac{m R F_{нт}}{1 + e\frac{F_{нт}}{W_{нт}}}, \qquad 16\ (4.8)$$

где e — эксцентриситет продольной силы.

При расчете на прочность при статической нагрузке растянуто-изогнутых элементов допускается учитывать распространение пластических деформаций на глубину до ⅓ высоты сечения.

Примечание. При соответствующем обосновании, при проверке прочности внецентренно растянутых и внецентренно сжатых элементов, работающих на статическую нагрузку, разрешается учитывать распространение пластических деформаций по всему сечению.

48 (7.14). Проверка устойчивости внецентренно сжатого стержня должна производиться (с учетом развития пластических деформ.)

а) в плоскости действия момента — по формулам:

при $e_1 \leqslant 4$

$$N \leqslant m\varphi_{вн} R F_{бр}; \quad \sigma = \frac{N}{m\varphi_{вн} F_{бр}} \leqslant R \quad 17(4.9)$$

при $e_1 > 4$

$$N \leqslant \frac{m R F_{бр}}{\frac{1}{\varphi_м} + \theta e_1}, \quad \sigma = \frac{N}{m F_{бр}}\left(\frac{1}{\varphi_м} + \theta e_1\right) \leqslant R \quad 18$$

где $\theta = 0{,}67$ при $0 < \lambda \leqslant 50$;

$\theta = 0{,}6 + 0{,}0015\lambda$ при $50 < \lambda \leqslant 100$;

$\theta = 0{,}75$ при $\lambda > 100$;

б) в плоскости, перпендикулярной плоскости действия момента, в том случае, если изгиб происходит в плоскости наибольшей жесткости, — по формуле

$$N \leqslant m c \varphi_y R F_{бр}. \quad \sigma = \frac{N}{m c \varphi_y F_{бр}} \leqslant R \quad 19$$

В формулах 16(4.8)—19:

$e = \frac{M}{N}$ — эксцентриситет силы в плоскости изгиба;

$e_1 = \eta\left[\left(e + \frac{l}{1\,000}\right)\frac{F_{бр}}{W_{1бр}} + 0{,}05\right]$ — относительный эксцентриситет с учетом влияния формы сечения; x)

$W_{1бр}$ — момент сопротивления для наиболее сжатого волокна;

η — коэффициент, принимаемый по табл. 8 (приложение II);

l — длина внецентренно сжатого стержня;

M — расчетный момент, принимаемый:

а) при проверке по формуле 16 (4.8) — $M = M_{макс}$;

б) при проверке по формулам 17(4.9) и 18 — для шарнирно опертых стержней—наибольший момент в пре-

x) Если $15e_1 + 40 \geq \lambda$, то требуется проверка прочности по ф. 16/4.

делах средней трети длины; для консолей — момент в заделке; для колонн постоянного сечения рамных систем — наибольший момент в пределах длины колонны, а для ступенчатых колонн — наибольший момент на длине участка постоянного сечения;

в) при проверке по формуле 19 для стержней с концами, закрепленными от смещения перпендикулярно плоскости действия момента, — максимальный момент в пределах средней трети длины; для консолей — момент в заделке;

N — нормальная сила в рассматриваемом сечении;

$\varphi_{вн}$ — коэффициент понижения несущей способности внецентренно сжатого элемента, определяемой по табл. 5, 6 и 7 (приложение III);

$\varphi_м$ — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по гибкости стержня в плоскости действия момента по табл. 4(20) (приложение II);

φ_y — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по гибкости стержня, в направлении, перпендикулярном к плоскости действия момента, по табл. 4 (20) (приложение II);

c — коэффициент влияния момента на устойчивость внецентренно сжатого элемента с учетом изгибно-крутильной формы потери устойчивости, определяемый согласно указаниям п. 49.

49. Коэффициент c в формуле 19 влияния момента на устойчивость внецентренно сжатого элемента с учетом изгибно-крутильной формы потери устойчивости для стержней, симметричных относительно плоскости действия момента, определяется по формуле

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha e \frac{F_{бр}}{W_{бр}}}, \qquad 20$$

$W_{бр}$ ← в пл-сти д-вия момента

где α, β — коэффициенты, которые для двутавровых сечений при одинаковых полках, а также при неодинаковых полках с эксцентриситетом в сторону большей полки принимаются равными:

$$\alpha = 0{,}85;$$

$$\beta = 1 \text{ при } \lambda_y \leqslant \lambda_c;$$

$$\beta = \frac{0{,}6}{\varphi_y} \text{ при } \lambda_y > \lambda_c,$$

где λ_y — гибкость стержня в направлении, перпендикулярном плоскости действия момента;

λ_c — гибкость, принимаемая по табл. 23;

φ_y — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по гибкости λ_y по табл. 4(20) (приложение II).

Значения гибкости λ_c

Таблица 23

Марка стали	λ_c
Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4. . . .	100
Ст. 5, НЛ1	90
НЛ2	85

При гибкости $\lambda_y > \lambda_c$ величины коэффициентов c не должны превышать значений, приведенных в табл. 24.

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

Таблица 24

M/Nh	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5 и более
Наибольшие значения коэффициента c . .	1	0,9	0,75	0,61	0,51	0,44	0,39	0,34	0,31	0,27	0,24	0,21

Обозначения, принятые в табл. 24:

M — расчетный момент;

N — продольная сила;

h — высота сечения.

При эксцентриситете в сторону малой полки для всех случаев $\beta = \alpha = 1$.

Для замкнутых сечений сплошных или с планками, или решетками:

$$\beta = 1 + 0{,}5e\frac{F_{бр}}{W_{бр}}; \qquad 21$$

$$\alpha = 1.$$

50 (7.15). Соединительные элементы (планки или решетки) внецентренно сжатых стержней должны рассчитываться либо на фактическую поперечную силу, либо на условную поперечную силу, вычисленную согласно п. 42 (7.3) настоящих НиТУ, если последняя больше по величине.

Отдельные ветви внецентренно сжатых стержней с планками или решетками в плоскостях, параллельных направлению фактической поперечной силы, должны быть рассчитаны как сжато-изогнутые пояса безраскосных ферм или ферм с раскосной решеткой.

В необходимых случаях должен быть учтен местный изгиб поясов от поперечной силы.

51 (7.16). При фрезерованных торцах внецентренно сжатых элементов сжимающая сила полностью передается на торцы; стыковые соединения рассчитываются на 15% от наибольшей сжимающей силы и проверяются на наибольшее растягивающее усилие от действия изгибающего момента, соответствующего минимальной нормальной силе. При этом эпюра напряжений определяется, как для целого сечения.

VII. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сварные соединения

52 (8.1). При осевом воздействии усилий на сварное соединение распределение напряжений по длине шва принимается равномерным.

Сварные швы, воспринимающие продольные силы, рассчитываются по формулам:

а) на растяжение швов встык, расположенных перпендикулярно к действующей силе:

$$N \leqslant m R_{\text{р}}^{\text{св}} l_{\text{ш}} \delta; \qquad 22(4.10)$$

б) на сжатие швов встык, расположенных перпендикулярно действующей силе:

$$N \leqslant m R_{\text{с}}^{\text{св}} l_{\text{ш}} \delta; \qquad 23(4.11)$$

в) на растяжение косых швов встык

$$N \leqslant m R_{\text{р}}^{\text{св}} l_{\text{ш}} \frac{\delta}{\sin \alpha}; \qquad 24(4.12)$$

г) на сжатие косых швов встык

$$N \leqslant m R_c^{св} l_ш \frac{\delta}{\sin \alpha}; \qquad 25\ (4.13)$$

д) на срез косых швов встык

$$N \leqslant m R_{ср}^{св} l_ш \frac{\delta}{\cos \alpha}; \qquad 26\ (4.14)$$

е) на сжатие, растяжение и срез угловых швов

$$N \leqslant 0{,}7\, m R_у^{св} l_ш h_ш. \qquad 27\ (4.15)$$

В формулах 22 (4.10) — 27 (4.15).

N — расчетная продольная сила, действующая на соединение;

m — коэффициент условий работы конструкции или элемента по п. 35 (5.7);

$l_ш$ — расчетная длина шва, равная полной длине за вычетом 10 *мм*;

δ — наименьшая толщина соединяемых элементов;

$h_ш$ — толщина углового шва (по катету);

α — угол между направлением действующей силы и косого шва;

$R_р^{св}$ — расчетное сопротивление растяжению сварного шва встык;

$R_с^{св}$ — расчетное сопротивление сжатию сварного шва встык;

$R_{ср}^{св}$ — расчетное сопротивление срезу сварного шва встык;

$R_у^{св}$ — расчетное сопротивление углового шва.

Примечания. 1. При ручной сварке угловых швов с вогнутой поверхностью расчетная высота шва принимается равной высоте вписанного равнобедренного треугольника.

Для угловых швов с отношением катетов 1 : 1,5 расчетная высота принимается равной $0{,}7\, h_{ш}$, где $h_ш$ — меньший катет.

Для угловых швов с равными катетами и выпуклой формы расчетная высота шва принимается равной $0{,}7\, h_ш$.

При выводе шва за пределы стыка (на подкладки и т. п.) расчетная длина шва принимается равной его полной длине.

2. При применении сварки с глубоким проваром расчетная высота угловых швов определяется по специальным инструкциям.

53. Швы встык, работающие на изгиб, рассчитываются по формулам, установленным для целого сечения с расчетными сопротивлениями согласно табл. 12(13).

54 (8.2). Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается заклепками, а часть — сварными швами, во вновь проектируемых конструкциях запрещается.

Заклепочные и болтовые соединения

55 (8.3). При осевом воздействии усилий на заклепочное или болтовое соединение распределение усилий между заклепками или болтами принимается равномерным.

Заклепки или болты, подверженные действию продольных сил, рассчитываются по формулам:

а) на срез заклепок и болтов

$$N \leqslant m\, m_c\, n\, n_{ср} R_{ср} \frac{\pi d^2}{4}; \qquad 28(4.16)$$

б) на смятие заклепок и болтов

$$N \leqslant m\, m_c\, n\, R_{см}\, d\, \Sigma\delta; \qquad 29(4.17)$$

в) на отрыв головок заклепок

$$N \leqslant m\, m_c\, n\, R_{отр} \frac{\pi d^2}{4}; \qquad 30(4.18)$$

г) на растяжение болтов

$$N \leqslant m\, m_c\, n\, R_p \frac{\pi d_0^2}{4}. \qquad 31(4.19)$$

В формулах 28(4.16) — 31(4.19):

m_c — коэффициент условий работы заклепочного или болтового соединения, принимаемый по п. 35(5.7);

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

n — число заклепок или болтов в соединении;

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

d_0 — внутренний диаметр нарезки болта;

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

$R_{ср}$ — расчетное сопротивление срезу заклепок (болта);

$R_{см}$ — расчетное сопротивление смятию заклепки (болта);

$R_{отр}$ — расчетное сопротивление отрыву головки заклепки;

R_p — расчетное сопротивление растяжению болта.

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

56 (8.4). 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 прикреплении выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей число заклепок (или болтов), прикрепляющих одну из полок коротыша, должно быть увеличено против расчета на 50%.

VIII. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Фермы и связи

57 (7.5). Расчетные длины при определении гибкости элементов ферм с простой решеткой должны приниматься по табл. 25 (21).

Расчетные длины элементов ферм с простой решеткой

Таблица 25(21)

№ п/п	Направление продольного изгиба	Пояса	Решетка	
			опорные раскосы и опорные стойки	прочие элементы
		а	б	в
1	В плоскости фермы . .	l	l	$0{,}8\,l$
2	Из плоскости фермы .	l_1	l	l

Обозначения, принятые в табл. 25 (21):

l — геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов);

l_1 — расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы.

58 (7.6). В фермах с параллельными поясами и перекрестной решеткой расчетная длина пересекающихся стержней решетки при определении их гибкости в плоскости фермы должна приниматься равной расстоянию

от центра узла до точки их пересечения. При проверке стержней перекрестной решетки из плоскости фермы расчетная длина их должна приниматься по табл. 26 (22).

Расчетная длина из плоскости фермы стержней перекрестной решетки

Таблица 26(22)

№ п/п	Характеристика узла пересечения стержней решетки	При растяжении в поддерживающем стержне	При неработающем поддерживающем стержне	При сжатии в поддерживающем стержне
1	Оба стержня не прерываются	$0{,}5l$	$0{,}7l$	l
2	Поддерживающий стержень прерывается и перекрывается фасонкой	$0{,}7l$	l	l

Обозначение, принятое в табл. 26 (22): l — геометрическая длина стержня.

59. (7.7). Стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых элементов, должны рассчитываться на усилие, равное условной поперечной силе в основном сжатом стержне, определяемой по формулам п. 42 (7.3). В отношении значений предельной гибкости они приравниваются к связям в соответствии с пп. 89 (6.11) и 90 (6.12).

60 (7.8). Наибольшие расстояния между прокладками и шайбами составных элементов ферм и связей (из двух уголков швеллеров и т. п.) устанавливаются: $40r$ — для сжатых стержней и $80r$ — для растянутых (r — радиус инерции уголка или швеллера относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок). При этом в пределах одного элемента следует ставить не менее двух прокладок.

Сплошные балки

61. При расчете неразрезных балок прокатных или сварных, постоянного сечения, с равными или отличающимися не более чем на 20% пролетами, закрепленных от потери общей устойчивости и воспринимающих статическую нагрузку, расчетные изгибающие моменты, исхо-

дя из развития пластических деформаций в балке, принимаются равными $^2/_3$ M, где M — наибольший изгибающий момент от расчетной нагрузки в разрезной балке соответствующего пролета. Пояса сварных балок при этом допускаются только из одиночных листов толщиной не менее $^1/_{20}$ их ширины с приваркой к стенкам непрерывными швами. Не разрешается одновременное снижение расчетного изгибающего момента и увеличение момента сопротивления сечения.

62. При приложении сосредоточенной нагрузки через пояс балки в местах, не укрепленных ребрами, стенка балки должна быть проверена на прочность от местного давления по формуле

$$\sigma_м = \frac{n_1 P}{\delta z} \leqslant m R, \qquad 32$$

где P — величина расчетной сосредоточенной нагрузки (для подкрановых балок расчетная величина давления катка без учета коэффициента динамичности);

n_1 — коэффициент, принимаемый: а) для подкрановых балок в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы — 1,5; б) для прочих подкрановых балок — 1,1; в) в остальных случаях — 1,0;

δ — толщина стенки;

$z = c \sqrt[3]{\frac{J_п}{\delta}}$ — условная длина распределения сосредоточенного груза;

c — коэффициент, принимаемый для сварных балок 3,25, для клепаных балок 3,75;

$J_п$ — сумма моментов инерции пояса балки и подкранового рельса; в случае приварки рельса швами, обеспечивающими совместную работу рельса и балки, $J_п$ есть общий момент инерции рельса и пояса.

63. Укрепление стенок балок для обеспечения устойчивости согласно п. 46 (7.12) может производиться:

а) поперечными основными ребрами, поставленными на всю высоту стенки;

б) поперечными основными и промежуточными (короткими) ребрами, поставленными в сжатой зоне стенки;

в) поперечными ребрами и продольным ребром, проходящим в сжатой зоне стенки.

64. Проверка устойчивости стенки должна производиться с учетом всех компонентов напряженного состояния (σ, τ, $\sigma_м$).

Напряжения σ, τ и $\sigma_м$ вычисляются по сечению брутто без введения коэффициента $\varphi_б$.

σ — краевое сжимающее напряжение на расчетной границе отсека. Если длина отсека не превосходит его высоты, то σ определяется по среднему значению изгибающего момента в пределах отсека; если длина отсека превосходит его высоту, то σ вычисляется по среднему значению момента для наиболее напряженного участка с длиной, равной высоте отсека.

τ — среднее касательное напряжение, вычисляемое по формуле

$$\tau = \frac{Q}{h\delta}, \qquad 33$$

где Q — среднее значение поперечной силы в пределах отсека;

h — полная высота стенки.

$\sigma_м$ — напряжение смятия стенки под грузом, определяемое по формуле 32 при $n_1=1{,}1$ для подкрановых балок и $n_1=1$ для прочих случаев.

При проверке устойчивости прямоугольного отсека стенки, заключенного между поясами и соседними поперечными ребрами жесткости, расчетными размерами проверяемой пластинки являются:

a — расстояние между осями поперечных ребер;

h_0 — в сварных конструкциях — полная высота стенки, в клепаных конструкциях — расстояние между ближайшими к оси стенки рисками поясных уголков;

δ — толщина стенки.

65. При проверке устойчивости стенок принимаются следующие значения коэффициента условий работы:

для подкрановых балок $m = 0{,}9$;

для прочих балок $m = 1$.

66. А. Проверка устойчивости стенок, укрепленных только поперечными ребрами жесткости, при $\frac{a}{h_0} \leqslant 0{,}95$,

а в случае $\sigma_м = 0$ при любых значениях $\frac{a}{h_0}$ производится по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}+\frac{\sigma_м}{\sigma_{м0}}\right)^2+\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2+\frac{1}{6}\cdot\frac{\sigma}{\sigma_0}\cdot\frac{\tau}{\tau_0}} \leqslant m, \qquad 34$$

где

$$\sigma_0 = 6{,}3\left(\frac{100\,\delta}{h_0}\right)^2 m/см^2; \qquad 35$$

$$\tau_0 = \left(1{,}25+\frac{0{,}95}{\mu^2}\right)\left(\frac{100\,\delta}{d}\right)^2 m/см^2; \qquad 36$$

d — меньшая из сторон пластинки;

μ — отношение большей стороны к меньшей;

$$\sigma_{м0} = K_1\left(\frac{100\,\delta}{a}\right)^2; \qquad 37$$

K_1 — коэффициент, принимаемый по табл. 27.

Значение коэффициентов K_1

Таблица 27

a/h_0	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
K_1	2,02	3,01	3,61	4,02	4,56	5,20	5,92	6,75

Если $a > 2h_0$, то при определении $\sigma_{м0}$ принимается $a = 2h_0$.

Если $\frac{a}{h_0} \geqslant 0{,}95$ и $\sigma_м \neq 0$, то проверка по формуле 34 производится дважды.

При первой проверке σ_0 определяется по формуле

$$\sigma_0 = K_2\left(\frac{100\,\delta}{h_0}\right)^2 m/см^2, \qquad 38$$

где K_2 — коэффициент, принимаемый по табл. 28.

Значение коэффициентов K_2

Таблица 28

a/h_0	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
K_2	7,16	8,25	9,63	11,30	13,22	15,36	17,82	20,45	23,32

При второй проверке σ_0 определяется по формуле 35, $\sigma_{м0}$ — по формуле 37, но с подстановкой $\frac{a}{2}$ вместо a как в формулу 37, так и в табл. 27.

Примечание. В обоих случаях τ_0 вычисляется по действительным размерам отсека.

Б. В случае применения коротких ребер жесткости, укрепляющих стенку вблизи нагруженного пояса, длина их должна быть не менее 0,3 высоты стенки и не менее $0{,}4a_1$, где a_1 — расстояние между осями двух коротких ребер или короткого и основного ребра. Проверку производят дважды:

1) по формуле 34, полагая, что короткие ребра отсутствуют и $\sigma_м = 0$;

2) по формуле

$$2{,}7\,\sigma_м\left(\frac{a_1}{100\,\delta}\right)^2 \leqslant m, \qquad 39$$

$\sigma_м$ принимается в $m/см^2$.

В. Для стенок, укрепленных только поперечными ребрами жесткости, должно также выполняться условие

$$\sqrt{\frac{3}{4}\sigma^2 + 3\tau^2\left(1 - \frac{1}{2}\cdot\frac{\sigma^2}{R^2}\right)} \leqslant R. \qquad 40$$

67. В стенке, укрепленной продольным ребром жесткости, расположенным на расстоянии b_1 от сжатой кромки отсека, обе пластинки, на которые ребро разделяет отсек, проверяются отдельно.

Первая пластинка, расположенная между сжатым поясом и ребром, проверяется по формуле

$$\frac{\sigma}{\sigma_{01}} + \frac{\sigma_м}{\sigma_{м0в}} + \frac{1}{m}\left(\frac{\tau}{\tau_{01}}\right)^2 \leqslant m; \qquad 41$$

$$\sqrt{\left(1 - \frac{b_1}{h_0}\right)^2\sigma^2 + 3\left(0{,}9\,\tau\right)^2} \leqslant R, \qquad 42$$

где

$$\sigma_{01} = \frac{0{,}95}{1 - \frac{b_1}{h_0}}\left(\frac{100\,\delta}{b_1}\right)^2 m/см^2; \qquad 43$$

$$\sigma_{м01} = 0{,}37\,\frac{(1+\mu_1^2)^2}{\mu_1^2}\left(\frac{100\,\delta}{a}\right)^2 m/см^2, \qquad 44$$

$\mu_1 = \frac{a}{b_1}$;

τ_{01} — определяется по формуле 36 с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки.

Примечания. 1. Если сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу балки, то в формуле 41 принимается $\sigma_м = 0$.

2. Если $\frac{a}{b_1} > 2$, то при определении $\sigma_{м01}$ принимается $a = 2b_1$.

Вторая пластинка (между растянутым поясом и ребром) проверяется по формуле

$$\sqrt{\left[\frac{\sigma\left(1-2\frac{b_1}{h_0}\right)}{\sigma_{02}} + \frac{\sigma_{м2}}{\sigma_{м02}}\right]^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{02}}\right)^2} \leqslant m, \qquad 45$$

где

$$\sigma_{02} = \frac{1{,}14}{\left(0{,}5-\frac{b_1}{h_0}\right)^2}\left(\frac{100\,\delta}{h_0}\right)^2 m/см^2; \qquad 46$$

$\sigma_{м02}$ определяют по формуле 37 и табл. 27, понимая в последней цифры первой строки как значения параметра $\frac{a}{h_0-b_1}$;

τ_{02} определяют по формуле 36 с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки

$\sigma_{м2} = 0{,}4\,\sigma_м$.

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

При этом для проверки первой пластинки служат формулы 41—44, в которых a заменяется величиной a_1 (a_1 — расстояние между осями соседних коротких ребер).

Проверка второй пластинки остается без изменений.

68. В стенке, укрепленной только поперечными ребрами жесткости, размер выступающей части парного симметричного ребра должен быть не менее $\left(\frac{h}{30}+40\right)$ *мм*.

Толщина ребра должна быть не менее $^1/_{15}$ ширины выступа. Расстояние между ребрами не должно превы-

шать $2h$. Ширина выступающей части короткого ребра должна быть не менее $^2/_3$ ширины основного ребра.

При наличии продольных ребер необходимый момент инерции сечения поперечного ребра определяется по формуле

$$J = 3h_0\delta^3. \qquad 47$$

Необходимый момент инерции сечения продольного ребра жесткости определяется по формуле

$$J = \left(2{,}5 - 0{,}45\frac{a}{h_0}\right)\frac{a^2}{h_0}\delta^3, \qquad 48$$

но принимается не менее $1{,}5\ h_0\delta^3$ и не более $7h_0\delta^3$.

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

При встрече продольных ребер с поперечными первые прерываются.

69. Ширина сжатого пояса сварной балки не должна превышать величину

$$30\delta_п\sqrt{\frac{2{,}1}{R}},$$

но не более $30\ \delta_п$, где $\delta_п$ — толщина пояса; R принимается в *т/см²*.

В клепаных балках ширина свеса поясного листа не должна превышать $15\ \delta_п\sqrt{\frac{2{,}1}{R}}$, считая от наружной риски поясного уголка, но не более $15\ \delta_п$.

70. Участок стенки составной балки над опорой должен укрепляться ребрами жесткости и рассчитываться на продольный изгиб из плоскости балки, как стойка, нагруженная опорной реакцией. В расчетное сечение этой стойки включаются ребра жесткости и полоса стенки шириной до $15\ \delta$ с каждой стороны ребра. Расчетная длина стойки принимается равной высоте стенки.

Выступающие части опорных ребер жесткости должны быть плотно пригнаны или приварены к нижнему поясу балки и проверены на передачу опорной реакции с опоры на балку.

71. В клепаных балках с многолистовыми поясными пакетами каждый из листов должен быть прикреплен за

местом своего теоретического обрыва из расчета усилия, приходящегося на половину площади сечения листа.

Каждый лист на участке между действительным местом его обрыва и местом обрыва предыдущего листа должен быть прикреплен из расчета усилия, приходящегося на полную площадь сечения листа.

72. Заклепки в вертикальных полках поясных уголков клепаных балок и швы, соединяющие стенки и пояса сварных двутавровых балок, рассчитываются по формулам табл. 29.

Формулы для расчета заклепок и сварных швов, прикрепляющих пояса к стенке

Таблица 29

№ п/п	Характер нагрузки	Тип соединения	Расчетная формула
1	Неподвижная нагрузка (распределенная и сосредоточенная)	Заклепки	$\frac{aQS_п}{J_{бр}} \leqslant mN_з$ 49
2	То же	Сварка угловыми швами	$\frac{QS_п}{1{,}4h_ш J_{бр}} \leqslant mR_у^{св}$ 50
3	Подвижная сосредоточенная нагрузка	Заклепки	$a\sqrt{\left(\frac{QS_п}{J_{бр}}\right)^2+\left(\frac{an_1P}{z}\right)^2} \leqslant mN_з$ 51
4	То же	Сварка угловыми швами	$\frac{1}{1{,}4h_ш}\sqrt{\left(\frac{QS_п}{J_{бр}}\right)^2+\left(\frac{an_1P}{z}\right)^2} \leqslant mR_у^{св}$ 52

Обозначения, принятые в табл. 29:

Q — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении;

a — шаг поясных заклепок;

$S_п$ — статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси;

$N_з$ — расчетное усилие на одну заклепку;

$N_з = R_{ср}^{закл} F n_{ср}$ — при расчете на срез, где $n_{ср}$ — число срезов;

$N_з = R_{см}^{закл} d\Sigma\delta$ — при расчете на смятие;

$R_{ср}^{закл}$ и $R_{см}^{закл}$ — принимаются по табл. 13 (14);

d — диаметр отверстия для заклепки;

F — площадь отверстия для заклепки;

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

P — величина расчетной сосредоточенной нагрузки (для подкрановых балок расчетная величина давления катка, принимаемая без коэффициента динамичности);

n_1 — коэффициент, принимаемый по указаниям п. 62;

$h_ш$ — толщина углового шва (по катету);

α — коэффициент, принимаемый:

а) при нагрузке по верхнему поясу клепаной балки, в которой стенка пристрогана к верхнему поясу, $\alpha = 0{,}4$;

б) то же, но при отсутствии пристрожки стенки $\alpha = 1$;

в) при нагрузке по нижнему поясу клепаной балки и для сварных балок $\alpha = 1$;

z — условная длина распределения давления сосредоточенного груза, принимаемая согласно указаниям п. 62.

Примечания. 1. При неподвижной сосредоточенной нагрузке предусматривается, что в местах приложения нагрузки имеются ребра жесткости или поперечные элементы конструкций, рассчитанные на ее восприятие. При отсутствии указанных элементов жесткости расчет прикрепления пояса ведется, как для подвижной сосредоточенной нагрузки.

2. При приложении неподвижной нагрузки к нижнему поясу балки заклепки и сварные швы этого пояса рассчитываются по формулам 51 и 52 независимо от наличия элементов жесткости в местах приложения грузов.

3. При поясных швах, выполненных с проваром на всю толщину стенки в соответствии с указаниями п. 95, сварной шов считается равнопрочным со стенкой.

73. В клепаных балках, не подверженных непосредственному действию дождя и сырости, рекомендуется устраивать пояса из двух уголков без горизонтальных листов. Для подкрановых балок в этом случае минимальная толщина уголков верхнего пояса принимается по табл. 30.

Минимальная толщина уголков верхнего пояса клепаных подкрановых балок

Таблица 30

Давление катка в *т*	10	15	20	25	30	35
Толщина уголка в *мм* не менее	10	12	14	16	18	20

В случае устройства поясов клепаных балок из уголков и горизонтальных листов площадь уголков рекомендуется принимать не менее 30% от всей площади пояса.

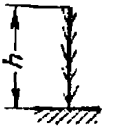
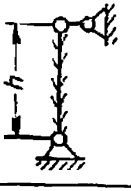
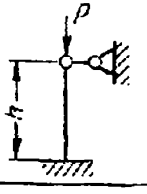
Стойки и колонны

74 (7.4). Расчетные длины сжатых стоек и колонн при проверке на продольный изгиб следует определять с учетом вида закреплений на концах.

Расчетные длины l_0 стоек и колонн постоянного сечения с четко выраженными условиями закрепления (свободный конец, шарнир или полное защемление) принимаются по табл. 31.

Расчетные длины l_0 стоек и колонн постоянного сечения

Таблица 31

Схема закрепления и нагрузки	Приведенная расчетная длина l_0	Приведенная нагрузка	Схема закрепления и нагрузки	Приведенная расчетная длина l_0	Приведенная нагрузка
	$l_0=h$	P		$l_0=1,12h$	ph
	$l_0=0,725h$	ph		$l_0=0,7h$	P
	$l_0=2h$	P		$l_0=0,5h$	P

Расчетные длины колонн прямоугольных рам одноэтажных зданий при проверке на продольный изгиб в плоскости рамы определяются по формуле

$$l_0 = \mu h, \qquad 53$$

где h — высота колонны;

μ — коэффициенты, определяемые согласно указаниям приложения V.

В направлении вдоль здания расчетные длины стоек и колонн принимаются равными расстоянию между закрепленными узлами (опорами колонн, подкрановых балок и подстропильных ферм, узлами крепления связей и ригелей и т. п.).

75. Стенки колонн при $\frac{h_0}{\delta} > 70\sqrt{\frac{2,1}{R}}$ (R в $т/см^2$) проверяются по формуле

$$\frac{\sigma}{K_3}\left(\frac{h_0}{100\,\delta}\right)^2 \leqslant m, \qquad 54$$

где σ — расчетное сжимающее напряжение в $т/см^2$, определенное без введения коэффициентов φ и $\varphi_{вн}$;

m — коэффициент условий работы колонн;

h_0 — расчетная высота стенки, принимаемая согласно п. 64;

K_3 — коэффициент, который берется из табл. 32, в функции от параметра

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma}$$

(σ' — краевое напряжение в стенке колонны, противоположное σ).

Значение коэффициентов K_3

Таблица 32

α	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
K_3	1,14	1,26	1,42	1,63	1,88	2,22	2,67	3,26	4,20	5,25	6,30

76. В случае укрепления стенки продольным ребром жесткости, расположенным посредине стенки, наиболее напряженная часть стенки между поясом и ребром рассматривается как самостоятельная пластинка согласно указанию п. 75.

Размеры выступающей части парного симметричного продольного ребра должны быть не менее 10δ при толщине его не менее $^3/_4\delta$ (δ — толщина стенки колонны).

Если устойчивость стенки не обеспечена, то в расчет вводится только часть ее сечения шириной по 15δ, считая от границ расчетной ширины.

77. Наибольшая ширина неокаймленного поясного листа сварной колонны или свеса листа клепаной колонны принимается по указаниям п. 69.

78. Стенки сплошных колонн при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant 70$ должны укрепляться парными ребрами жесткости на расстоянии $2{,}5h_0$—$3h_0$ друг от друга, но не менее чем в двух местах на каждой отправочной единице.

Выступающая часть поперечного ребра жесткости $b_р$ должна быть не менее $b_р \geqslant \frac{h_0}{30} + 40$ *мм*. Толщина ребра должна быть не менее $\frac{b_р}{15}$.

Мощные составные колонны следует укреплять диафрагмами, расположенными не реже чем через 4 *м* по высоте колонны.

79. Расчет анкерных болтов производится по формуле

$$M \leqslant \frac{m\, m_c\, R_р\, y\, F_{нт}}{1 - \frac{a}{e}}, \qquad 55$$

где $F_{нт}$ — площадь сечения по диаметрам нарезки всех болтов, расположенных в растянутой зоне;

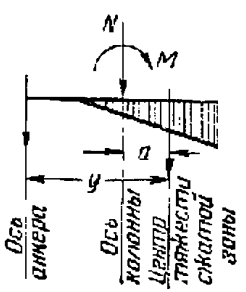


Рис. 2

a — расстояние от геометрической оси сечения колонны до центра тяжести сжатой зоны подошвы ее башмака;

$e = \frac{M}{N}$ — эксцентриситет продольной силы;

y — расстояние от оси анкерных болтов до центра тяжести сжатой зоны подошвы башмака (рис. 2);

M — расчетный изгибающий момент у основания колонны;

N — расчетная продольная сила;

R_p — расчетное сопротивление растяжению анкерных болтов, принимаемое по табл. 14 (15).

Если вычисленный по вышеприведенной формуле диаметр анкерных болтов окажется больше 60 *мм*, рекомендуется определять площадь их сечения с учетом упругих свойств бетона фундамента и стали анкеров (как для железобетонной конструкции).

80. Анкерные болты должны быть заделаны в бетон на глубину, достаточную для передачи усилия через сцепление металла с бетоном.

При ограниченной глубине заделки анкерные болты должны быть надежно закреплены в анкерных шайбах или балках, передающих все усилие на бетон. При этом сцепление между бетоном и анкерами не учитывается.

Опорные части

81. 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 катковых — 0,03.

82. В цилиндрических цапфах балансирных опор проверка напряжений смятия должна производиться (при половине центрального угла касания поверхностей, равного или большего $\frac{\pi}{4}$) по формуле

$$A \leqslant 1{,}25\, mrl R_{см.\,м}, \qquad 56$$

где A — давление на опору;

m — коэффициент условий работы;

r — радиус шарнира (цапфы);

l — длина шарнира (цапфы);

$R_{см.м}$ — расчетное сопротивление местному смятию при плотном касании, принимаемое по табл. 9 (10) и 10 (11).

83. Расчет на диаметральное сжатие катков должен производиться по формуле

$$A < mndlR_{с.к}, \qquad 57$$

где n — число катков;

d — диаметр катка;

l — длина катка;

$R_{с.к}$ — расчетное сопротивление диаметральному сжатию катков при свободном касании, принимаемое по табл. 9 (10) и 10 (11).

IX. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Общие указания

84 (6.1). Стальные конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений должны проектироваться преимущественно сварными. Наряду с применением ручной сварки следует широко применять автоматическую сварку под слоем флюса и полуавтоматическую сварку.

Монтажные соединения должны проектироваться преимущественно сварными или болтовыми.

85 (6.2). Проекты стальных конструкций должны учитывать реальные производственные возможности и мощность кранового оборудования заводов и мастерских — изготовителей и механическое оборудование монтажных организаций.

86 (6.3). Увеличение толщины стали на ржавление не допускается за исключением случаев, оговоренных в специальных технических условиях.

87 (6.4). При проектировании стальных конструкций надлежит руководствоваться следующими требованиями по изготовлению и монтажу конструкций:

а) принимать составные сечения с наименьшим количеством элементов;

б) размещение стыков в конструкции должно обеспечивать получение металла с наименьшими отходами и потерями;

в) разбивку элементов на отправочные единицы производить с учетом возможности транспортировки элементов на строительство;

г) предусматривать возможность укрупнения отправочных элементов конструкций на площадке в целях монтажа крупными блоками;

д) широко применять конструкции колонн с фрезерованными торцами при отсутствии краевых растягивающих напряжений и при соответствующих возможностях завода-изготовителя;

е) применять минимальное количество разных диаметров заклепок и болтов;

ж) предусматривать монтажные крепления элементов, обеспечивающие возможность легкой заводки, простоту закрепления при установке (устройство монтажных столиков и пр.), а также быстроту выверки конструкций;

з) в случае применения монтажных болтовых соединений крепления прогонов, связей и других элементов устраивать на черных болтах; монтажные крепления ферм, ригелей, рам и т. п. рекомендуется устраивать на черных болтах, работающих на растяжении, с передачей вертикального давления на столики.

88 (6.10). Расчет на температурные воздействия может не производиться при расстояниях между температурными швами в стальных конструкциях, не превышающих:

а) в конструкциях отапливаемых зданий — 150 *м*;

б) в конструкциях неотапливаемых зданий и в горячих цехах — 120 *м*;

в) в конструкциях открытых эстакад — 90 *м*.

89 (6.11). Гибкости сжатых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 33 (18).

Предельные гибкости λ сжатых элементов

Таблица 33(18)

№ п/п	Наименование элементов конструкций	Максимальная допускаемая гибкость
1	Пояса, опорные раскосы и стойки ферм, передающие опорные реакции	120
	Прочие элементы ферм	150
2	Основные колонны	120
	Второстепенные колонны (фахверк, фонари и т. п.), элементы решетки колонн, связи по колоннам	150
3	Связи за исключением связей по колоннам . . .	200

Примечание. Поддерживающие стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, при назначении предельной гибкости приравниваются к элементам связей и должны быть рассчитаны в соответствии с указаниями п. 59 (7.7).

90 (6.12). Гибкости растянутых элементов не должны превышать величин, приведенных в табл. 34 (19).

Предельные гибкости λ растянутых элементов

Таблица 34(19)

№ п/п	Наименование элементов конструкций	Максимальная допускаемая гибкость	
		при непосредственном действии динамической нагрузки	при действии статической нагрузки
		а	б
1	Пояса и опорные раскосы ферм . .	250	400
	Прочие элементы ферм	350	400
	Нижние пояса подкрановых ферм	150	—
2	Все элементы, кроме тяжей	400	400

Примечания. 1. В сооружениях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов проверяется только в вертикальной плоскости.

2. При проверке гибкости перекрестных растянутых раскосов связей из одиночных уголков радиус инерции принимается относительно оси, параллельной полке уголка.

Гибкость растянутых элементов ферм и связей в зданиях и сооружениях с тяжелым режимом работы не должна превышать:

а) для элементов вертикальных связей, расположенных по основным колоннам ниже подкрановых балок, — 150;

б) для поясов и опорных раскосов ферм (включая тормозные фермы подкрановых балок) — 250;

в) для прочих элементов ферм и связей — 300.

Указания по конструированию сварных соединений

91 (6.5). Разделка элементов под сварку встык должна соответствовать виду сварки (ручная, автоматическая), технологии процесса наложения швов и толщине элементов.

92 (6.5). В конструкциях, непосредственно воспринимающих регулярные подвижные или вибрационные нагрузки, стыки поясных листов и стенок сплошных балок надлежит выполнять встык без накладок и прокладок,

с обязательной подваркой корня шва; поверхности стыковых швов поясных листов рекомендуется зачищать заподлицо с основным металлом.

Концы швов встык должны выводиться за пределы стыка (на подкладки).

Для прямых стыков подкрановых балок в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы при разной толщине поясных листов надлежит осуществлять плавный переход от толстого листа к тонкому путем строжки (рис. 3).

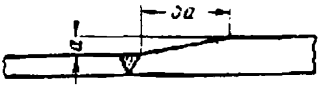


Рис. 3

93. Сечения угловых швов, выполненных ручной сваркой, работающих на статическую нагрузку, могут иметь форму равнобедренного треугольника с наплывом.

94 (6.6). Размеры и форма сварных угловых швов должны удовлетворять следующим требованиям:

а) угловые швы в конструкциях, непосредственно воспринимающих регулярные подвижные или вибрационные нагрузки, должны выполняться:

лобовые швы — с отношением катетов 1 : 1,5;

фланговые швы — с отношением катетов 1 : 1;

при ручной сварке швы должны выполняться вогнутой формы;

при автоматической и полуавтоматической сварке швы могут иметь прямую форму;

концы фланговых и лобовых швов для плавного перехода на основной металл должны подвергаться механической обработке;

б) толщина углового шва $h_ш$ (по катету) должна быть: не менее 4 *мм* и не более $1{,}5\delta$ — в конструкциях, воспринимающих статическую нагрузку, и $1{,}2\delta$ — в конструкциях, воспринимающих подвижные и вибрационные нагрузки (δ — наименьшая толщина соединяемых элементов);

в) расчетная длина флангового и лобового швов должна быть не менее 40 *мм* и не менее $4h_ш$;

г) наибольшая расчетная длина флангового шва должна быть не более $60h_ш$, за исключением сопряжений, где усилие, воспринимаемое фланговым швом, возникает на

всем его протяжении; в последнем случае длина флангового шва не ограничивается;

д) расстояние в свету между участками прерывистых швов должно быть в сжатых элементах не более 15δ, а в растянутых — не более 30δ, где δ — толщина наиболее тонкого из скрепляемых листов;

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

Примечание. Указание подпункта «б» о минимальной толщине углового шва не распространяется на детали толщиной менее 4 *мм*.

95. В подкрановых балках зданий и сооружений металлургических заводов с тяжелым режимом работы швы, прикрепляющие верхний пояс к стенке втавр, должны выполняться с проваром на всю толщину стенки. Для обеспечения провара при ручной и полуавтоматической сварке стенку при толщине ее 10 *мм* и более следует обрабатывать по К-образной форме (рис. 4); при автоматической сварке под слоем флюса стенку следует обрабатывать по К-образной форме при толщине ее 14 *мм* и более.

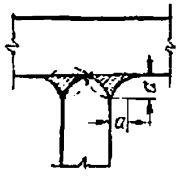


Рис. 4

Швы, прикрепляющие нижний пояс к стенке, разрешается выполнять без К-образной обработки.

Указания по конструированию заклепочных соединений

96 (6.7). В рабочих элементах конструкций число заклепок, прикрепляющих элемент в узле или расположенных по одну сторону стыка, должно быть не менее двух.

97 (6.8). Толщина склепываемого пакета, как правило, не должна превосходить 5 диаметров заклепок. При применении заклепок с повышенными головками и коническими стержнями толщина пакета может доходить до 7 диаметров (с производством клепки в два молотка или скобой).

98 (6.9). Разбивка заклепок и болтов должна производиться согласно табл. 35 (17). Соединительные заклепки и болты должны размещаться, как правило, на максимальных расстояниях.

Разбивка заклепок и болтов

Таблица 35(17)

№ п/п	Наименование	Величина расстояния
1	Расстояние между центрами заклепок и болтов в любом направлении:	
	а) минимальное	Для заклепок $3d$ Для болтов $3,5d$
	б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков, при растяжении и сжатии	$8d$ или 12δ
	в) максимальное в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков, при растяжении	$16d$ „ 24δ
	г) максимальное в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков, при сжатии . . .	$12d$ „ 18δ
2	Расстояние от центра заклепки или болта до края элемента:	
	а) минимальное вдоль усилия	$2d$
	б) минимальное поперек усилия при обрезных кромках	$1,5d$
	в) минимальное поперек усилия при прокатных кромках	$1,2d$
	г) максимальное	$4d$ или 8δ

Обозначения, принятые в табл. 35(17):
d—диаметр отверстия для заклепки или болта;
δ—толщина наиболее тонкого наружного элемента пакета.

Указания по конструированию стальных конструкций в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы

99. Верхние пояса сварных подкрановых ферм рекомендуется выполнять из прокатных двутавров.

100. Фасонки сварных подкрановых ферм следует выполнять с плавной выкружкой.

Крепление фасонок к поясам двутаврового сечения следует осуществлять с проваром на всю толщину (с К-образной обработкой в соответствии с указаниями п. 95). Начало и конец сварного шва, прикрепляющего косынку к поясу, должны быть зачищены наждачным кругом для плавного перехода от косынки к поясу.

101. В сварных подкрановых балках ребра жесткости рекомендуется делать из уголков или полос.

102. Торцы сварных и клепаных подкрановых балок окаймляются ребрами жесткости из полос или уголков.

103. Сварное крепление горизонтальных листов тормозных балок к верхнему поясу подкрановых балок надлежит выполнять сплошным швом с применением электродов типа не ниже Э42А.

104. Вырезы в тормозных балках подкрановых ферм для пропуска трубопроводов и т. п. надлежит окаймлять ребрами или уголками; ослабленное сечение проверяется на прочность от воздействия горизонтальных сил.

105. Крепления подкрановых балок и тормозных ферм к колоннам, передающие поперечные горизонтальные силы, следует осуществлять на заклепках или на сварке с применением электродов типа не ниже Э42А.

106. Нижние пояса подкрановых балок и ферм при пролете 12 *м* и более должны быть развязаны в горизонтальной плоскости.

107. Рельсы следует применять специальные крановые или железнодорожные.

108. Конструкция стыков рельсов должна обеспечивать плавный проход катков на стыкуемых участках путей. Рекомендуется применять сварные стыки рельсов.

109. Монтажные крепления конструкций следует осуществлять на сварке или на заклепках.

Применение черных болтов в монтажных соединениях допускается:

а) для крепления элементов фахверка, прогонов, вертикальных связей по фермам и фонарям, фонарных рам и связей по верхним поясам ферм;

б) для крепления стропильных ферм к подстропильным и подстропильных ферм к колоннам при условии передачи вертикальной реакции через столик;

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

г) для крепления балок рабочих площадок, не подвергающихся динамическому воздействию;

д) для крепления второстепенных конструкций.

Во всех случаях применения черных болтов в сопряжениях за исключением крепления второстепенных элементов должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие возможность развинчивания гаек.

110. Вертикальные связи ниже уровня подкрановых

балок должны при двухветвенных основных колоннах располагаться в плоскости каждой из ветвей колонн.

Примечание. При наличии фахверка в плоскости наружной ветви колонн допускается установка связей на нижнем участке основной колонны только в плоскости подкрановой ветви колонны.

111. Стальные конструкции, подвергающиеся высоким тепловым воздействиям (нагревание до температуры 150° и выше, случайные воздействия расплавленного металла или огня), следует защищать от нагревания и воздействия расплавленного металла.

112. В зависимости от характера теплового воздействия надлежит применять одно из мероприятий:

а) конструкции, которые могут быть подвергнуты воздействию горячего расплавленного металла (в виде брызг при разливке металла в изложницы, при прорыве металла из печей и ковшей в случае повреждения стопоров и т. п.), защищаются облицовкой или ограждающими стенками из огнеупорного кирпича или жароупорного бетона с защитой их от механических повреждений;

б) конструкции, подверженные длительному воздействию лучистой или конвекционной теплоты или кратковременному непосредственному воздействию огня во время аварий тепловых агрегатов, должны защищаться подвесными металлическими экранами или футеровкой из кирпича или жароупорного бетона.

113. Стальные конструкции, подверженные воздействию агрессивной среды (наличие сернистого газа SO_2 при относительной влажности воздуха 60% и более), должны быть предохранены от коррозии путем тщательной окраски (с огрунтовкой и шпаклевкой) или защитой конструкций от коррозии другими покрытиями.

114. При проектировании стальных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивной среды, рекомендуется применять сечения, легко доступные очистке и окраске или покрытию другими защитными покрытиями, а также сечения с наименьшим отношением периметра к площади.

115. В цехах с агрессивной средой следует применять в кровельных покрытиях элементы стальных конструкций с толщиной не менее:

а) для поясов и опорных раскосов стропильных и подстропильных ферм — 10 *мм*;

б) для элементов решетки, фасонок и др. — 8 *мм*.

Примечание. Наименьшая толщина стенок прокатных прогонов и элементов фонарных переплетов не ограничивается.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристика стали

Таблица 1

Вид стали	Марка стали	Механические качества: предел прочности при растяжении в *кг/мм²*	предел текучести в *кг/мм²*	относительное удлинение длинного образца в %	ударная вязкость в *кгм/см²* при нормальной температуре	Химический состав в %: углерод	сера	фосфор	Способ выплавки стали
		не менее					не более		
Углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380-50)	Ст. 0	32—47	19	18	—	< 0,23	0,060	0,070	Мартеновский
						< 0,14	0,070	0,090	Бессемеровский
	Ст. 2	34—42	22	26	—	0,09—0,15	0,055	0,050	Мартеновский
	Ст. 3	38—47	24	21	8 *кгм/см²**	0,14—0,22	0,055	0,050	»
					10 *кгм/см²***	Не более 0,12	0,065	0,085	Бессемеровский
	Ст. 4	42—52	26	19		0,18—0,27	0,055	0,050	Мартеновский
		—	—	—		0,12—0,20	0,065	0,085	Бессемеровский
	Ст. 5	50—62	28	15		0,28—0,37	0,055	0,050	Мартеновский
Сталь углеродистая горячекатанная для мостостроения (ГОСТ 6713-53)	М16с	38	23	26	То же	0,12—0,20	0,045	0,040	»
Низколегированная повышенного качества (ГОСТ 5058-49)	НЛ1	≥ 42	30	20	8	< 0,15	0,045	0,040	»
	НЛ2	48—63	34	18	6	0,12—0,20	0,045	0,040	»
Углеродистая для заклепок (ГОСТ 499-41)	Ст. 2 закл.	34—42	21	26	—	—	0,050	0,040	»
	Ст. 3 закл.	38—47	21	22	—	—	0,050	0,040	»

* Для листовой и широкополосной стали.
** Для сортовой и фасонной стали.

Механические свойства отливок из углеродистой стали и серого чугуна

Таблица 2

Наименование отливок	Марка стали	Предел прочности при растяжении	Предел прочности при сжатии	Предел прочности при изгибе	Предел текучести	Стрела прогиба стандартного образца при расстоянии между опорами в *мм*		Относительное удлинение образца с 5-кратной расчетной длиной в % не менее
		в *кг/мм²* не менее				600	800	
Отливки фасонные из углеродистой стали (ГОСТ 977-53)	15Л	40	—	—	20	—	—	20
	35Л	50	—	—	28		—	15
Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412-48)	СЧ 12-28	12	50	28	—	6	2	—
	СЧ 15-32	15	65	32	—	7	2	—
	СЧ 18-36	18	70	36	—	8	2	—
	СЧ 21-40	21	75	40	—	8	2	—
	СЧ 24-44	24	85	44	—	12	2	—
	СЧ 28-48	28	100	48	—	12	2	—

Механические свойства наплавленного металла и сварных соединений

Таблица 3

Вид присадочных материалов	Марка	Наплавленный металл		Сварные соединения встык		
		предел прочности при растяжении в *кг/мм²*	относительное удлинение в %	предел прочности при растяжении в *кг/мм²*	угол загиба в град.	ударная вязкость в *кгм/см²*
		не менее				
Электроды для ручной сварки (ГОСТ 2523-51)	Э34	—	—	34	30	—
	Э42	42	18	42	120	8
	Э42А	42	22	42	180	14
	Э50А	50	20	50	150	13
	Э55А	55	20	55	140	12
Проволока для автоматической сварки под слоем флюса	Проволока по ГОСТ 2246-54 марок Св-08, Св 08А, Св-08Г, Св-08ГА, Св-15 и Св-15Г	—	—	—	—	—

Коэффициенты φ продольного изгиба центрально сжатых элементов

Таблица 4 (20)

№ п/п	Гибкость элементов	Коэффициенты				
		Сталь марок			Чугун марок	
		Ст. 0, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4	Ст. 5, НЛ1	НЛ2	СЧ 15-32, СЧ 12-28, СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48
		а	б	в	г	д
1	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	10	0,99	0,98	0,98	0,97	0,95
3	20	0,97	0,95	0,95	0,91	0,87
4	30	0,95	0,93	0,93	0,81	0,75
5	40	0,92	0,90	0,90	0,69	0,60
6	50	0,89	0,84	0,83	0,57	0,43
7	60	0,86	0,80	0,78	0,44	0,32
8	70	0,81	0,74	0,71	0,34	0,23
9	80	0,75	0,66	0,63	0,26	0,18
10	90	0,69	0,59	0,54	0,20	0,14
11	100	0,60	0,50	0,45	0,16	0,12
12	110	0,52	0,43	0,39	—	—
13	120	0,45	0,33	0,33	—	—
14	130	0,40	0,32	0,29	—	—
15	140	0,36	0,28	0,25	—	—
16	150	0,32	0,27	0,23	—	—
17	160	0,29	0,24	0,21	—	—
18	170	0,26	0,21	0,19	—	—
19	180	0,23	0,19	0,17	—	—
20	190	0,21	0,17	0,15	—	—
21	200	0,19	0,15	0,13	—	—

Примечание. Гибкость элемента $\lambda = \frac{l_0}{r}$, где l_0 — расчетная длина элемента; r — радиус инерции сечения. Гибкости определяются в плоскостях главных моментов инерции.

Коэффициенты $\varphi_{ен}$ для стали марок Ст.0, Ст.2, Ст.3 и Ст.4

Таблица 5

λ \ e_1	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
0	0,96	0,92	0,85	0,78	0,72	0,67	0,62	0,58	0,54	0,47	0,42	0,37	0,33
20	0,95	0,89	0,80	0,73	0,67	0,62	0,58	0,54	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
30	0,94	0,87	0,77	0,70	0,64	0,59	0,55	0,51	0,48	0,42	0,37	0,33	0,30
40	0,92	0,85	0,74	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29
50	0,89	0,82	0,71	0,63	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43	0,38	0,34	0,30	0,27
60	0,86	0,79	0,67	0,60	0,54	0,50	0,46	0,43	0,40	0,35	0,32	0,29	0,26
70	0,81	0,75	0,63	0,56	0,50	0,46	0,43	0,40	0,38	0,33	0,30	0,27	0,25
80	0,75	0,70	0,59	0,52	0,47	0,43	0,40	0,37	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24
90	0,69	0,65	0,55	0,48	0,44	0,40	0,37	0,35	0,33	0,30	0,27	0,24	0,22
100	0,60	0,59	0,50	0,45	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21
110	0,52	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32	0,30	0,29	0,26	0,23	0,22	0,20
120	0,45	0,45	0,42	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19
130	0,40	0,40	0,38	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17
140	0,36	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17
150	0,32	0,32	0,30	0,27	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16
160	0,29	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
170	0,26	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
180	0,23	0,23	0,23	0,22	0,20	0,20	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
190	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
200	0,19	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12

Коэффициенты $\varphi_{вн}$ для стали марок Ст.5 и НЛ1

Таблица 6

λ \ e_1	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
0	0,96	0,92	0,84	0,78	0,72	0,66	0,62	0,57	0,54	0,47	0,41	0,37	0,33
20	0,95	0,88	0,79	0,72	0,67	0,62	0,57	0,53	0,50	0,43	0,39	0,34	0,31
30	0,93	0,86	0,76	0,69	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,41	0,37	0,33	0,30
40	0,90	0,83	0,73	0,65	0,59	0,54	0,51	0,47	0,44	0,39	0,35	0,31	0,28
50	0,84	0,80	0,69	0,62	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,37	0,33	0,29	0,27
60	0,80	0,76	0,65	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,39	0,34	0,31	0,28	0,25
70	0,74	0,71	0,60	0,53	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24
80	0,66	0,65	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	0,35	0,33	0,29	0,27	0,24	0,22
90	0,59	0,59	0,50	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21
100	0,50	0,50	0,45	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,21	0,20
110	0,43	0,43	0,40	0,37	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18
120	0,38	0,38	0,37	0,33	0,30	0,28	0,26	0,25	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17
130	0,32	0,32	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16
140	0,28	0,28	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15
150	0,27	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14
160	0,24	0,24	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
170	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13
180	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
190	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11
200	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10

Коэффициенты $\varphi_{вн}$ для стали марки НЛ2

Таблица 7

λ \ e_1	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
0	0,95	0,92	0,85	0,78	0,72	0,67	0,62	0,57	0,53	0,47	0,40	0,37	0,33
20	0,95	0,87	0,79	0,72	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,43	0,38	0,34	0,31
30	0,93	0,85	0,76	0,68	0,62	0,57	0,53	0,50	0,46	0,41	0,36	0,33	0,29
40	0,90	0,82	0,72	0,64	0,58	0,53	0,49	0,46	0,43	0,38	0,34	0,31	0,28
50	0,83	0,79	0,68	0,60	0,54	0,50	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26
60	0,78	0,74	0,62	0,55	0,50	0,46	0,42	0,40	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25
70	0,71	0,68	0,57	0,51	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,28	0,25	0,23
80	0,63	0,62	0,52	0,46	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,28	0,26	0,23	0,21
90	0,54	0,54	0,47	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,26	0,24	0,22	0,20
100	0,45	0,45	0,41	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19
110	0,39	0,39	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18
120	0,33	0,33	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16
130	0,29	0,29	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15
140	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
150	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14
160	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
170	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
180	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,10
190	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10
200	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10

Коэффициенты η влияния формы сечения

Таблица 8

Схема сечения	η при $20 \leqslant \lambda \leqslant 150$	η при $\lambda > 150$
Сплошное сечение	0,775 +0,0015λ	1,0
	1,3	0,01λ− −0,2
Трубчатое сечение	1,0	1,0
	1,45− −0,003λ	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА $\varphi_б$ ПОНИЖЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БАЛОК ПРИ ПРОВЕРКЕ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ

А. Балки с сечениями, имеющие две оси симметрии (симметричные двутавры)

1. Коэффициент $\varphi_б$ определяется из формулы

$$\varphi_б = \psi \frac{J_y}{J_x}\left(\frac{h}{l}\right)^2 10^3. \qquad (1)$$

2. Значения φ берутся из табл. 9 в функции от параметра α, определяемого выражением

$$\alpha = 8\left(\frac{l\delta}{bh}\right)^2\left(1 + \frac{d\delta^3}{b\delta_1^3}\right), \qquad (2)$$

где J_x и J_y — наибольший и наименьший моменты инерции сечения балки;

h — полная высота балки;

l — расчетная длина балки согласно указаниям п. 45 (7.11);

b — ширина пояса балки;

δ — толщина стенки балки, включая вертикальные полки уголков;

δ_1 — толщина полки балки, включая полки уголков;

d — высота вертикальной полки уголков плюс толщина пакета горизонтальных листов.

Для сварных и прокатных балок $d = \frac{h}{2}$.

Значения коэффициентов φ для балок из стали марок Ст.0, Ст.2, Ст.3 и Ст.4

Таблица 9

α	Для балок без закрепления в пролете				При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки
	при сосредоточенной нагрузке		при равномерно распределенной нагрузке		
	к верхнему канту	к нижнему канту	к верхнему канту	к нижнему канту	
	1	2	3	4	5
0,1	1,73	5,00	1,57	3,81	2,17
0,4	1,77	5,03	1,60	3,85	2,20
1,0	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 закреплении в пролете и нагрузке по нижнему канту следует пользоваться графой 2.

2. Для стали марок Ст. 5, НЛ1 табличные значения φ должны быть умножены на 0,83, для стали НЛ2—на 0,71.

3. Если $\varphi_6 > 0{,}85$, то вместо φ_6 в формулу 14 (4.7) подставляется величина φ_6', определяемая по табл. 10.

Значения коэффициентов φ_6

Таблица 10

φ_6	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20
φ_6'	0,850	0,871	0,890	0,904	0,916	0,927	0,938	0,948
φ_6	1,250	1,300	1,350	1,400	1,450	1,500	1,550	—
φ_6'	0,957	0,964	0,973	0,980	0,987	0,994	1,00	—

Для нормальных прокатных двутавров значения коэффициентов φ_6 можно определять по табл. 11.

Б. Балки с усиленным сжатым поясом, симметрично расположенным относительно оси стенки

1. Коэффициент φ_6 определяется по формуле

$$\varphi_6 = \psi \frac{2 J_y h z}{J_x l^2} 10^3, \qquad (3)$$

где z — расстояние по оси y наиболее удаленного волокна сжатого пояса от центра тяжести поперечного сечения.

2. Значения коэффициента ψ определяются следующим образом:

а) для балок без закреплений в пролете при $n \leqslant 0{,}8$—по табл. 9;

б) для балок, имеющих связи в пролете, а при $n > 0{,}8$ и для балок без закреплений в пролете — по формуле

$$\psi = \xi \sqrt{\alpha + 40 n (1 - n)}. \qquad (4)$$

Значения ξ принимаются:

0,68 — для балок из стали марок Ст.0, Ст.2, Ст.3 и Ст.4;
0,56 — для балок из стали Ст. 5 и НЛ1;
0,48 — для балок из стали НЛ2;

$$n = \frac{J_1}{J_1 + J_2},$$

J_1 и J_2 — соответственно момент инерции сжатого и растянутого пояса относительно оси симметрии сечения.

При вычислении J_1 и J_2 стенка балки и вертикальные полки поясных уголков не включаются.

Коэффициент α вычисляется по формуле (2), причем b и t_1 — ширина и толщина сжатого пояса.

3. Если $\varphi_6 > 0{,}85$, то в формулу 14 (4.7) вместо φ_6 подставляется величина φ_6', определяемая по табл. 10.

Коэффициенты φ_6 для прокатных нормальных двутавров из стали марок Ст.0, Ст.2, Ст.3 и Ст.4

Таблица 11

Место приложения нагрузки	№ двутавров	Тип нагрузки	Пролет в м								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верхний кант	10—60	Сосредоточенная	1,00	0,98	0,92	0,82	0,68	0,58	0,51	0,45	0,41
		Равномерно распределенная	1,00	0,96	0,86	0,71	0,59	0,51	0,44	0,39	0,36
Нижний кант	10—20	Сосредоточенная	1,00	1,00	0,98	0,92	0,85	0,72	0,63	0,55	0,50
		Равномерно распределенная	1,00	1,00	0,95	0,85	0,70	0,59	0,51	0,45	0,41
	22—60	Сосредоточенная	1,00	1,00	1,00	0,98	0,93	0,86	0,75	0,65	0,58
		Равномерно распределенная	1,00	1,00	1,00	0,94	0,85	0,72	0,62	0,53	0,48

Примечание. Для стали марок Ст. 5 и НЛ1 табличные значения φ_6 должны быть умножены на 0,83, для стали НЛ2—на 0,71.

КОЭФФИЦИЕНТЫ μ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДЛИН КОЛОНН ПРИ ПРОВЕРКЕ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ

А. Колонны постоянного сечения

1. Значение коэффициента μ определяется по табл. 12 в зависимости от величины

$$K = \frac{i_р}{i_к},$$

$i_р$ — средняя погонная жесткость ригелей, примыкающих к проверяемой колонне;

$i_к$ — погонная жесткость колонн.

Значения коэффициентов μ для колонн постоянного сечения

Таблица 12

Закрепление в фундаменте \ K	0	0,2	0,3	0,5	0,1	2,0	3,0	≥10
Жесткое . . .	2,00	1,50	1,40	1,28	1,16	1,08	1,06	1,00
Шарнирное . .	∞	3,42	3,00	2,63	2,33	2,17	2,11	2,00

Примечание. При шарнирном креплении ригеля к колонне принимается $K = 0$.

Б. Ступенчатые колонны, жестко закрепленные в фундаменте

1. Значения коэффициента μ_1 для нижнего участка колонны определяются по табл. 13 в зависимости от величин

$$\kappa_1 = \frac{h_1 J_2}{h_2 J_1} \text{ и } c = \frac{h_2}{h_1}\sqrt{\frac{N_2 J_1}{N_1 J_2}}.$$

2. Значения коэффициента μ_2 для верхнего участка колонны определяются из выражения

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{c},$$

где h_1, J_1, N_1 — высота, момент инерции и продольное усилие нижнего участка постоянного сечения рассматриваемой колонны;

h_2, J_2, N_2 — то же для верхнего участка постоянного сечения рассматриваемой колонны.

Коэффициенты μ_1 для ступенчатых колонн

Таблица 13

k_1 \ c	Соединение с ригелем									
	Шарнирное					Жесткое				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,1	2,01	2,01	2,11	2,25	2,50	1,92	1,94	1,96	2,00	2,05
0,2	2,02	2,08	2,20	2,42	2,73	1,88	1,90	1,94	1,99	2,07
0,3	2,03	2,11	2,28	2,58	2,94	1,84	1,86	1,91	1,99	2,09
0,4	2,01	2,13	2,36	2,70	3,13	1,80	1,83	1,88	1,99	2,10
0,5	2,05	2,18	2,44	2,83	3,29	1,76	1,80	1,86	1,99	2,12
0,6	2,06	2,21	2,52	2,96	3,44	1,73	1,77	1,84	1,99	2,13
0,7	2,06	2,25	2,59	3,07	3,59	1,70	1,74	1,82	1,96	2,14
0,8	2,07	2,28	2,66	3,17	3,74	1,67	1,71	1,81	1,98	2,15
0,9	2,08	2,32	2,73	3,27	3,87	1,64	1,69	1,79	1,98	2,16
1,0	2,09	2,35	2,80	3,36	4,00	1,61	1,67	1,78	1,97	2,17
1,2	2,10	2,42	2,93	3,55	4,20	1,57	1,63	1,76	1,97	2,19
1,4	2,12	2,48	3,05	3,74	4,45	1,53	1,60	1,74	1,97	2,20
1,6	2,14	2,54	3,17	3,90	4,65	1,50	1,57	1,72	1,96	2,21
1,8	2,15	2,60	3,28	4,08	4,85	1,46	1,54	1,69	1,96	2,23
2,0	2,17	2,66	3,39	4,15	5,00	1,43	1,52	1,67	1,96	2,23

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие указания 3
II. Материалы для стальных конструкций 4
III. Нормативные характеристики материалов и соединений . 7
IV. Расчетные характеристики материалов и соединений . 12
V. Основные расчетные положения 20
VI. Расчет элементов стальных конструкций 26
VII. Расчет соединений стальных конструкций 35
Сварные соединения 35
Заклепочные и болтовые соединения 37
VIII. Основные указания по расчету стальных конструкций . 38
Фермы и связи 38
Сплошные балки 39
Стойки и колонны 48
Опорные части 51
IX. Конструктивные требования 52
Общие указания 52
Указания по конструированию сварных соединений . . 54
Указания по конструированию заклепочных соединений . 56
Указания по конструированию стальных конструкций в зданиях и сооружениях металлургических заводов с тяжелым режимом работы 57
Приложения
I. Характеристика стали 60
Механические свойства отливок из углеродистой стали и серого чугуна 61
Механические свойства наплавленного металла и сварных соединений 61
II. Коэффициенты φ продольного изгиба центрально сжатых элементов 62
III. Коэффициенты $\varphi_{вн}$ 63
IV. Указания по определению коэффициента $\bar{\varphi}_б$ понижения несущей способности балок при проверке общей устойчивости 66
V. Коэффициенты μ для определения расчетных длин колонн при проверке на продольный изгиб 70