Госстрой СССР
СОЮЗМЕТАЛЛОСТРОЙНИИПРОЕКТ
Центральный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский и проектный институт
строительных металлоконструкций
имени Н.П.Мельникова
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ им. Мельникова

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО УЧЕТУ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ПРИГОДНОСТЬ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

МОСКВА - 1987

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР
Союзметаллостройниипроект
Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций имени Н.П.Мельникова
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ им. Мельникова

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор института
В.В.Кузнецов

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО УЧЕТУ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ ПРИГОДНОСТЬ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Москва - 1987

УДК 624.014

Рекомендации по учету влияния дефектов и повреждений на эксплуатационную пригодность стальных конструкций производственных зданий. – М., ЦНИИпроектстальконструкция им.Мельникова, 1987, 46 с.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных организаций, вузов, НИИ и содержат указания по расчету и оценке эксплуатационной пригодности стальных конструкций производственных зданий с учетом влияния дефектов и повреждений.

Рекомендации разработаны в Липецком комплексном отделе ЦНИИпроектстальконструкция им.Мельникова совместно с Липецким политехническим институтом под руководством канд.техн.наук Горева В.В. инженерами Порядиным И.В., Бабкиным В.И., Дмитриевым О.Н., Огневым В.Г. при участии инж. Зверева В.В. и кандидатов техн.наук Косых С.Н., Скляднева А.И. Раздел 5 составлен канд.техн.наук Васько Е.М. (ЦНИИПСК) с участием кандидатов техн.наук Беляева Б.Ф., Васютина А.Н., Демигина Н.Е., Филиппова В.В. (ЛГУ).

При составлении Рекомендаций использовались результаты исследований Ленинградского ИСИ, Шахтинского филиала Новочеркасского ПИ, Днепропетровского ИСИ, ММСИ им.Куйбышева (научные руководители: канд.техн.наук, доц. Белый Г.И., докт.техн.наук, проф. Евстратов А.А., докт.техн.наук, проф. Сильвестров А.В., канд. техн.наук Коряков А.С.), ОСДП и ЛНМ ЦНИИПСК им.Мельникова, а также материалы ЦНИИСК им.Кучеренко, Челябинского ПИ, Новосибирского ИСИ и Казахского отделения ЦНИИПСК им.Мельникова.

Замечания и предложения направлять по адресу: 117393, Москва, ул.Архитектора Власова, 49.

© Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций имени Н.П.Мельникова, 1988 г.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 4
2. Проверка прочности элементов стальных конструкций с дефектами или повреждениями 5
3. Проверка устойчивости сплошностенчатых стержней с дефектами или повреждениями 7
4. Проверка устойчивости сквозных стержней с дефектами или повреждениями 9
5. Учет влияния дефектов и повреждений на хрупкую прочность при пониженных температурах I3
6. Особенности учета влияния дефектов и повреждений стропильных конструкций I6
7. Учет влияния дефектов и повреждений в подкрановых конструкциях I8
8. Особенности учета влияния дефектов и повреждений колонн каркаса 22
Приложение 24

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации предназначены для расчета эксплуатируемых стальных конструкций, имеющих несовершенства (дефекты или повреждения). Расчет выполняется с целью оценки:

- возможности дальнейшей эксплуатации конструкций без каких-либо ограничений;
- возможности ограниченной эксплуатации конструкций до плановых ремонтно-восстановительных работ;
- необходимости немедленного прекращения эксплуатации или ликвидации аварийной ситуации.

Под несовершенством понимается какое-либо неблагоприятное отклонение конструктивной формы, свойств материала, геометрических размеров и т.д., от требований проектной или нормативной документации, появившееся на стадии производства (проектирование, изготовление, транспортировка и монтаж) или эксплуатации. Если замеренная величина отклонения не превышает нормированной величины допуска на изготовление, монтаж или эксплуатацию, расчет конструкции производится по действующим нормам проектирования, без учета требований настоящей Рекомендаций.

I.2. При оценке технического состояния на основе расчета конструкций с дефектами или повреждениями необходимо учитывать резервы несущей способности за счет уточнения расчетной схемы, свойств материала, нагрузок и т.п. Исходным материалом для выполнения поверочных расчетов конструкций с дефектами или повреждениями и составления заключения о возможности (невозможности) их дальнейшей эксплуатации без специальных технических мероприятий являются результаты натурных обследований, выполненных в соответствии с "Рекомендациями по проведению обследований стальных конструкций промышленных зданий", разработанных институтами ЦНИИпроектстальконструкция им.Н.П.Мельникова и МИСИ им.В.В.Куйбышева.

I.3. При выполнении поверочных расчетов конструкций с дефектами или повреждениями коэффициенты надежности по назначению и коэффициенты условий работы принимаются в соответствии с действующими нормативными документами на проектирование конструкций для нового строительства (кроме специально оговоренных случаев).

В Рекомендациях сохранены без изменения условные буквенные обозначения основных физических величин, принятые в главе СНиП II-23-81.

2. ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ДЕФЕКТАМИ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

2.1. Расчет на прочность элементов стальных конструкций, имеющих дефекты или повреждения, уменьшающие рабочую площадь сечения (вырез, прожог, истирание и др.), кроме указанных в п.2.2, следует выполнять по рекомендациям СНиП II-23-81, при этом геометрические характеристики должны определяться по ослабленному сечению. Если расчетное сопротивление по пределу текучести R_y меньше отношения R_u/γ_u, расчет следует проводить, пользуясь расчетным сопротивлением стали по временному сопротивлению.

2.2. Расчет на прочность растянутых элементов стальных конструкций, ослабленных отверстиями, следует производить по формуле

$$N/(\alpha A) \le R_y \gamma_c , \qquad (1)$$

где γ_c - коэффициент условий работы;

$\alpha = \frac{A_n}{A}$ - коэффициент ослабления (здесь A_n - площадь сечения нетто в месте ослабления; A - площадь сечения брутто);

N - усилие в элементе.

Коэффициент условий работы γ_c при $0,75 \le \alpha < 0,85$ следует принимать равным 1,12. При $\alpha \ge 0,85$ расчет производится без учета ослабления, т.е. $\gamma_c = 1/\alpha$.

Для сталей с $R_u/R_y < 1,39$ значения коэффициента условий работы γ_c не должны превышать величины $0,845\, R_u/R_y$.

2.3. Учет влияния коррозионных повреждений следует производить уменьшением расчетной площади поперечного сечения (с учетом требований пп. 2.4 и 5.3).

При равномерном коррозионном повреждении элементов в пределах обследуемого участка (пояса) расчетную площадь поперечного сечения допускается определять по формуле

$$A_{cf} = (1 - k_s \Delta^*) A , \qquad (2)$$

где A - площадь поперечного сечения элемента, без учета коррозионных повреждений;

k_s – коэффициент слитности сечения, равный отношению периметра, контактирующего со средой, к площади поперечного сечения, 1/мм; приближенно величину коэффициента k_s можно принимать равной: для уголков – $2/t$, для замкнутых профилей $1/t$, для швеллеров и двутавров – $4/(t+d)$, здесь t и d – толщина полки и стенки соответственно.

Расчетный момент сопротивления для проверки прочности изгибаемых элементов допускается определять по формуле:

$$W_{ef} = (1 - \Delta^* \gamma_k) W, \qquad (3)$$

где W – момент сопротивления сечения без учета коррозионных повреждений;

γ_k – коэффициент, характеризующий изменение момента сопротивления вследствие коррозионного износа.

Значения коэффициентов γ_k для некоторых типоразмеров прокатных профилей приведены в табл.П.I.

Величина проникновения коррозии Δ^* в формулах (2),(3) принимается

$\Delta^* = \Delta$ – при односторонней коррозии для замкнутых профилей;

$\Delta^* = \Delta/2$ – при двухсторонней коррозии открытых профилей (двутавров, швеллеров, уголков и т.п.);

где Δ – утонение элемента, равное разнице между начальной и фактической толщинами элемента.

2.4. Для элементов с начальной или остаточной после коррозии толщиной 5 мм и менее, или, если относительный коррозионный износ превышает 25%, дополнительно к учету изменения площади поперечного сечения следует снижать расчетное сопротивление стали, умножая его на коэффициент γ_d, принимаемый в соответствии с табл.I.

Таблица I

Коэффициенты γ_d для элементов, имеющих коррозионные повреждения

Агрессивность среды	Значения коэффициента
Слабоагрессивная	0,95
Среднеагрессивная	0,90
Сильноагрессивная	0,85

3. ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СПЛОШНОСТЕНЧАТЫХ СТЕРЖНЕЙ С ДЕФЕКТАМИ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

3.I. Сжатые сплошностенчатые элементы металлических конструкций в случае их общего искривления следует рассчитывать как внецентренно-сжатые. Отличие работы искривленных стержней от внецентренно-сжатых рекомендуется учитывать умножением приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} (вычисленного в предположении равенства эксцентриситета величине максимальной стрелки искривления v_o в ненагруженном состоянии) на поправочный коэффициент k перехода от максимальной стрелки искривления к эквивалентному эксцентриситету, определяемый по табл.П.2 или вычисляемый по формуле

$$k = 0,82 + 0,1\sqrt{m_{ef}} \,/\, \bar{\lambda}\,, \qquad (4)$$

где $\bar{\lambda}$ – условная гибкость стержня в плоскости искривления.

Значение абсолютной стрелки искривления v_o в ненагруженном состоянии определяется в соответствии с требованиями п.3.2.

3.2. Стрелка искривления стержня в ненагруженном состоянии определяется по формуле

$$v_o = \psi_o v, \qquad (5)$$

где v – полная стрелка искривления, замеренная под нагрузкой;

ψ_o – поправочный коэффициент ($\psi_o > 0$), определяемый по табл.П.3 приложения или вычисляемый по формуле

$$\psi_o = \left(1 - 0,1\bar{\lambda}^2 \frac{\sigma}{R_y}\right), \qquad (6)$$

$\sigma = N/A$ – напряжения в стержне в момент замера стрелки v;

R_y – расчетное сопротивление стали.

Если нагрузку на стержень в момент замера стрелки определить невозможно, следует принимать $\psi_o = 1$.

3.3. Расчет на устойчивость сжатых стержней из двух спаренных уголков, имеющих искривление в двух плоскостях, следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi_{u,v} A} \le R_y \gamma_c\,, \qquad (7)$$

где γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый с учетом требований п.6.3;

$\varphi_{u,v}$ – коэффициент снижения несущей способности, определяемый по табл.П.4– П.6 приложения в зависимости от условной гибкости в плоскости симметрии сечения

$$\bar{\lambda}_u = \frac{l_o}{i_u}\sqrt{\frac{R_y}{E}}, \qquad (8)$$

и условных относительных стрелок искривления в двух плоскостях

$$\bar{u} = \frac{u_o}{l_o}\sqrt{\frac{E}{R_y}}; \quad \bar{v} = \frac{v_o}{l_o}\sqrt{\frac{E}{R_y}}. \qquad (9)$$

При определении стрелок искривления в ненагруженном состоянии u_o и v_o следует руководствоваться указаниями п.3.2.

Не допускается принимать значения коэффициентов $\varphi_{u,v}$ больше коэффициентов φ для центрально-сжатых стержней, приведенных в СНиП П-23-81.

3.4. Проверку устойчивости сжатых стержневых элементов, ослабленных местными дефектами или повреждениями типа вырезов, при сохранении симметрии оставшегося сечения (нетто) относительно оси, лежащей в плоскости изгиба, следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi_e A_n} \le R_y \gamma_c, \qquad (10)$$

где A_n – площадь сечения нетто в месте повреждения;

φ_e – коэффициент снижения расчетных сопротивлений внецентренно-сжатых элементов, определяемый по СНиП П-23-81 в зависимости от приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} и условной гибкости $\bar{\lambda}$.

Приведенный относительный эксцентриситет следует определять в зависимости от эксцентриситета приложения внешней сжимающей силы относительно центра тяжести ослабленного сечения (с учетом смещения координат центра тяжести).

Гибкость стержня должна определяться в зависимости от радиуса инерции сечения нетто и расчетной длины, вычисляемой по формуле

$$l_o = \mu\mu_1 l, \qquad (11)$$

где l – геометрическая длина стержня;

μ – коэффициент расчетной длины, принимаемый по СНиП П-23-81;

μ_1 – дополнительный коэффициент, учитывающий параметры дефекта и определяемый по табл.П.7 приложения.

4. ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СКВОЗНЫХ СТЕРЖНЕЙ С ДЕФЕКТАМИ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

4.I. Расчет сквозных стержней с дефектами или повреждениями на устойчивость в плоскости соединительной решетки следует выполнять по общей формуле вида

$$\frac{N}{\varphi \varphi_e A} \le R_y \gamma_c \quad , \qquad (I2)$$

где φ – коэффициент, характеризующий устойчивость сквозного стержня в целом;

φ_e – коэффициент, учитывающий особенности работы ветвей на участках между узлами соединительной решетки.

Влияние дефектов и повреждений, присущих сквозному стержню в целом, учитывается при определении коэффициента φ, который принимается с учетом требований пп.4.2, 4.7 по СНиП II-23-8I:

а) при центральном сжатии – в функции от условной приведенной гибкости

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{\varphi_e R_y / E} \quad ; \qquad (I3)$$

б) при внецентренном сжатии – в функции от условной приведенной гибкости $\bar{\lambda}_{ef}$, вычисленной по формуле (I3) и относительного эксцентриситета

$$m = e \frac{A a}{J} \quad , \qquad (I4)$$

где a – расстояние от главной оси сечения, перпендикулярной плоскости изгиба, до оси наиболее сжатой ветви.

Влияние локальных дефектов и повреждений, изменяющих условия работы отдельных ветвей, учитывается при определении коэффициента φ_e, который следует принимать по СНиП II-23-8I в зависимости от гибкости отдельной ветви, на участке между узлами соединительной решетки в случае, если ветвь работает на центральное сжатие и в функции от условной гибкости $\bar{\lambda}_b$ и приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} для ветви, работающей на сжатие с изгибом. Значения m_{ef} принимаются с учетом требований пп.4.3–4.6.

4.2. Сжатые сквозные элементы стальных конструкций в случае их общего искривления в плоскости соединительной решетки следует рассчитывать по аналогии со сплошностенчатыми (см.п.3.I). Попра-

вочный коэффициент k к относительному эксцентриситету определяется по табл.П.8 или вычисляется по формуле

$$k = 0{,}8 + 0{,}26\sqrt{m}/\bar{\lambda}_{ef} \quad . \qquad (15)$$

4.3. Проверку устойчивости сквозного стержня, имеющего местное искривление ветви или ее ослабление на участке между узлами соединительной решетки следует выполнять по формуле (12), причем коэффициент φ_e должен вычисляться с учетом требований пп. 3.1, 3.4. Для сквозных стержней с дефектами, уменьшающими площадь поперечного сечения ветви в расчет следует вводить геометрические характеристики сечения нетто.

4.4. Если искривление или ослабление сечения имеется на участке ветви только в пределах одной панели, расчет выполняется в соответствии с требованиями пп.4.1-4.3, причем значение расчетного сопротивления в формуле (12) следует помножать на коэффициент γ_d, учитывающий местный характер повреждения, определяемый по табл.П.9 приложения или вычисляемый по формуле

$$\gamma_d = 1 + (0{,}0045 + 0{,}017 k_d^2)\bar{\lambda}_{ef}^2 \sqrt{\frac{\omega}{m}} \quad , \qquad (16)$$

где k_d – коэффициент, учитывающий расположение поврежденного участка по длине сквозного стержня;

ω – относительное снижение несущей способности поврежденного участка ветви

$$\omega = \frac{N_b}{N_{bd}} - 1 \quad , \qquad (17)$$

где N_b – несущая способность неповрежденного участка ветви, как самостоятельного элемента;

N_{bd} – несущая способность поврежденного (дефектного) участка ветви.

Величину коэффициента k_d для сквозных стержней с различным опиранием концов следует находить по табл.П.10 приложения или по п.8.3.

Значение относительного эксцентриситета m для определения коэффициента γ_d по формуле (16) принимать не менее 0,25.

4.5. Несущая способность сквозного стержня с дефектами или повреждениями раскосов оценивается проверкой устойчивости сквозного стержня в целом по рекомендациям п.4.1 и дополнительной

оверкой несущей способности поврежденного (дефектного) раскоса с требованиями раздела 3.

В случае невыполнения условия устойчивости для поврежденного раскоса, следует считать, что он выключается из работы, и поперечная сила воспринимается ветвями, работающими на изгиб, при этом коэффициент φ_e в формуле (I2) должен определяться как для сжато-изогнутого элемента. Приведенный относительный эксцентриситет для определения φ_e допускается находить в зависимости от максимального изгибающего момента в ветви M_e, вычисляемого по формуле

$$M_e = \frac{Q l_e}{4}, \qquad (I8)$$

где Q – величина поперечной силы;

l_e – длина ветви, принимаемая равной расстоянию между узлами соединительной решетки.

При невыполнении условий раздела 3 для раскоса (раскосов) в пределах только одной панели расчетное сопротивление стали в формуле (I2) рекомендуется умножать на коэффициент γ_d, принимаемый по п.4.4.

Не допускается эксплуатация сквозных стержней при невыполнении условий раздела 3 для раскосов, расположенных в двух и более соседних панелях.

4.6. Устойчивость сквозных стержней с дефектами изготовления в виде расцентровки раскосов следует проверять по формуле (I2), при этом коэффициент φ_e должен определяться как для сжато-изогнутого элемента с учетом изгибающего момента M_e, вычисляемого по формуле .

$$M_e = Qt \frac{k_1}{k_2}, \qquad (I9)$$

где t – величина расцентровки раскосов, равная половине расстояния между соседними точками пересечения осей раскосов с осью ветви;

k_1 – коэффициент, учитывающий влияние степени расцентровки $\beta = t/l$ (l – проекция раскоса на ветвь) и принимаемый равным

$$k_1 = 1 + \beta \qquad (20)$$

k_2 – коэффициент, учитывающий влияние жесткости примыкающих раскосов.

Значение коэффициента k_2 определяется по формуле

$$k_2 = \frac{\sum K_j}{2K_б}, \qquad (21)$$

где $\sum K_j$ – сумма погонных жесткостей элементов решетки, примыкающих к узлу;

$K_б$ – погонная жесткость ветви.

Если раскосы расцентрованы только в одном узле, допускается повышать расчетное сопротивление в формуле (I2), умножая его на коэффициент γ_d, вычисляемый по п.4.4.

4.7. При наличии расцентровки $\beta = t/l \geq 0{,}1$ раскосов во всех или в большинстве узлов проверяемой ветви следует дополнительно учитывать увеличение приведенной гибкости, вычисляя ее по формуле

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \alpha_1 \varkappa_1 \frac{A}{\sum A_d} + \varkappa_2 \lambda_б^2}, \qquad (22)$$

где $\frac{A}{\sum A_d}$ – отношение площади сечения всего стержня к суммарной площади раскосов, размещенных в пределах одной панели стержня, для граней, параллельных плоскости проверки устойчивости;

$\lambda_б$ – гибкость отдельной ветви на участке между узлами соединительной решетки;

$\varkappa_1, \varkappa_2$ – коэффициенты, определяемые для треугольной решетки в зависимости от отношения $\beta = t/l$ по следующим формулам

$$\varkappa_1 = 1 + 2\beta;$$
$$\varkappa_2 = \frac{1}{3}\left(\frac{\pi\beta(1+\beta)}{1+2\beta}\right)^2. \qquad (23)$$

Численные значения коэффициентов $\varkappa_1$ и $\varkappa_2$ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов $\varkappa_1$ и $\varkappa_2$ для вычисления приведенной гибкости сквозных стержней с расцентровкой раскосов

β	0,05	0,I	0,2	0,3	0,4	0,5
$\varkappa_1$	I,I	I,2	I,4	I,6	I,8	2,0
$\varkappa_2$	0,007	0,028	0,097	0,I95	0,3I8	0,463

Для стержней с треугольной решеткой и дополнительными распорками значение коэффициента $\mathcal{K}_2$ следует увеличить в четыре раза.

5. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ХРУПКУЮ ПРОЧНОСТЬ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

5.1. Расчетная проверка на хрупкую прочность выполняется при температуре эксплуатации ниже критической температуры хрупкости T_{cr} (табл.П.II). Центрально- и внецентренно-растянутые элементы, а также зоны растяжения изгибаемых элементов, имеющие конструктивно-технологические дефекты в виде форм пониженной хладостойкости (табл.П.I2), рассчитываются по указаниям пп.5.2--5.3. Элементы, имеющие несплошности в виде трещиноподобных дефектов типа подрезов, непроваров, шлаковых включений, несплавлений и т.д. (см.табл.П.I3), размеры которых превышают установленные в главе СНиП II-I8-75, рассчитываются по указанию пп.5.4--5.I0.

5.2. Для конструктивных элементов пониженной хладостойкости проверку на прочность с учетом сопротивления хрупкому разрушению следует выполнять по формуле

$$\sigma_{max} \leq \beta R_u / \gamma_u \quad , \qquad (24)$$

где σ_{max} - наибольшее растягивающее напряжение в расчетном сечении элемента, определяемое по сечению нетто без учета коэффициента динамичности;

β - коэффициент, учитывающий изменение прочностных характеристик стали при пониженных температурах.

Величину коэффициента $\beta \leq 1$ (но не меньше предельно допустимого значения $[\beta] = R_y / R_u$) рекомендуется определять по формуле

$$\beta = \exp\left[2\psi(T_{min} - T_{cr})\right] \quad , \qquad (25)$$

где T_{min} - расчетная минимальная температура эксплуатации (в $^{\circ}C$) для неотапливаемых зданий и для сооружений, эксплуатируемых на открытом воздухе, принимается в соответствии со СНиП II-А.6-72 как средняя температура наиболее холодной пятидневки; в других случаях расчетная минимальная температура эксплуатации определяется по результатам натурных измерений в соответствии с рекомендациями по обследованию металлоконструкций производственных зданий;

ψ – коэффициент температурной зависимости, принимаемый равным 0,005 1/°С для стали марки ВСт3кп и ВСт3пс; 0,0044 1/°С для стали марки ВСт3сп, 0,0028 1/°С для низколегированных сталей марок 10Г2С1, 09Г2С, 14Г2.

Если условие (24) не выполняется или значение коэффициента β, вычисляемое по формуле (25), оказывается меньше предельно допускаемой величины $[\beta]$, дальнейшая эксплуатация конструкций недопустима без специального усиления элементов с низкой хладостойкостью.

5.3. Для конструкций, имеющих коррозионный износ и эксплуатируемых в агрессивных средах, значение критической температуры T_{cr}, определенное по табл.П.11, следует увеличить на величину смещения ΔT_K, принимаемую по таблице 3 в зависимости от марки стали.

Таблица 3

Смещение критической температуры хрупкости для элементов с коррозионными повреждениями

Марка стали	ВСт3	09Г2	10Г2С1	18Г2АФпс	14ХМФР
ΔT_{cr}	15	20	25	30	35

Дальнейший расчет проводится по указаниям п.5.2.

5.4. При обнаружении несплошностей в виде трещиноподобных дефектов, указанных в п.5.1, наибольший линейный размер которых a превышает $0,1b$, где b – линейный размер элемента в направлении, перпендикулярном линии действия растягивающих усилий, или $a > 50$ мм производится ремонт или замена поврежденного элемента.

Если $a < 0,1b$ и менее 50 мм, работоспособность конструктивного элемента и возможность его дальнейшей эксплуатации до выполнения ремонтно-восстановительных работ устанавливается на основании расчетной оценки несущей способности с учетом размеров дефектов в соответствии с пп.5.5–5.10. При этом освидетельствование элементов металлоконструкций с обнаруженными в них трещиноподобными дефектами указанных размеров необходимо производить не реже одного раза в шесть месяцев.

5.5. Расчетная оценка несущей способности выполняется с использованием в качестве критериев прочности критических коэффи-

циентов интенсивности напряжений K_c с учетом температур эксплуатации T_{min} и критических температур хрупкости T_{cr}. Надежность расчетов обеспечивается введением запасов по материалу γ_T, по критической температуре хрупкости T_{cr}, по расчетной минимальной температуре T_{min} и по расчетному размеру трещины a_o.

5.6. При температурах $T_{min} < T_{cr}$ и в случае, если несущая способность сечения, проверенная в соответствии с п.2.I, обеспечивается, расчетная оценка статической прочности проводится с учетом сопротивления хрупкому разрушению по условию:

$$K_1 \leq K_c / \gamma_T \quad , \qquad (26)$$

где γ_T = I,5 - коэффициент надежности по трещиностойкости материала;

K_1 - коэффициент интенсивности напряжений в расчетном сечении;

K_c - предельное значение коэффициента интенсивности напряжений при температуре T^*, принимаемое по табл.П.I4.

$$T^* = T_{min} - \Delta T \quad , \qquad (27)$$

где ΔT - температурный запас вязкости, принимаемый равным 20°С.

При температурах эксплуатации $T_{min} \geq T_{cr}$ статическая прочность растянутых элементов проверяется по п.2.I настоящих рекомендаций.

5.7. Значения коэффициентов интенсивности напряжений в расчетных сечениях вычисляются по формуле:

$$K_1 = M_T \sigma_{max} \sqrt{\pi \cdot a_{ef}} \quad , \qquad (28)$$

где a_{ef} - эффективный размер трещиноподобного дефекта с учетом поправки на пластичность;

M_T - функция конструктивной формы, вида и относительных размеров дефекта (см.п.5.9).

5.8. Эффективный размер трещины определяется с учетом относительного уровня растягивающих напряжений и локальной пластической деформации у вершины трещины по следующей формуле

$$a_{ef} = a_o \varphi_T \quad , \qquad (29)$$

где $a_0 = 1{,}1a$ - расчетный размер трещиноподобного дефекта (здесь a - размер, определенный при обследовании);

$\psi_т$ - поправочный коэффициент, определяемый по табл.П.I5 или вычисляемый по формуле

$$\psi_т = \left(\frac{2R_y \alpha}{\pi \sigma_{max}}\right)^2 \cdot \ln\left(\sec^2 \frac{\pi \sigma_{max}}{2R_y \alpha}\right). \qquad (30)$$

Величина коэффициента α определяется в соответствии с табл.П.I3.

5.9. Значения $M_т$ для расчетных схем, приведенных в табл. П.I3, определяются по табл.П.I6 или вычисляются по следующим формулам

а) для растянутых элементов с центральной сквозной трещиной длиной $2a_0$ и $\xi = 2a_0/b$

$$M_т = 1 + 0{,}129\xi - 0{,}288\xi^2 + 1{,}53\xi^4; \qquad (3I)$$

б) для растянутого элемента с одной боковой трещиной длиной a_0 и $\xi = a_0/b$

$$M_т = 1{,}124 - 0{,}236\xi + 10{,}565\xi^2 - 21{,}74\xi^3 + 30{,}42\xi^4; \qquad (32)$$

в) для внутренних трещиноподобных дефектов с размерами $2a_0 \times 2c$ и $\xi = 2a_0/t$

$$M_т = \frac{8c^2}{\pi(3c^2 + a^2)} \cdot \psi_т, \qquad (33)$$

где

$$\psi_т = \sqrt{\frac{2}{\pi\xi} tg \frac{\pi\xi}{2}}. \qquad (34)$$

5.I0. При несоблюдении условия (26) дальнейшая эксплуатация конструкций без ремонта дефектных мест не допускается.

6. ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ СТРОПИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.I. Учет влияния общих искривлений сжатых стержней в плоскости стропильных ферм следует выполнять по п.3,I, принимая коэффициент приведения расчетной длины в соответствии с рекомендациями СНиП П-23-8I. В случае пространственных искривлений сжатых

стержней ферм из парных уголков, их несущую способность можно приближенно оценить с помощью табл.П.17. Если величины искривлений указанных стержней превышают значения, приведенные в табл. П.17, следует выполнить проверочный расчет в соответствии с требованиями п.3.3, при этом коэффициент γ_c принять равным 1. Для пространственно искривленных элементов решетки ферм, кроме раскосов и опорных стоек, следует учитывать их упругое защемление в поясах, принимая коэффициент приведения расчетной длины $\mu = 0{,}8$. Значения коэффициентов $\varphi_{u,v}$ при этом следует определять по табл.П.5.

6.2. Искривления растянутых стержней поясов и решетки ферм не снижают несущей способность этих стержней. Исключения составляют случаи, когда возможно хрупкое разрушение (например, при использовании кипящих сталей в сооружениях, эксплуатирующихся при низких температурах); несущая способность снижается примерно на 10% при прогибе 1/750 длины стержня и особенно резко при прогибе более 1/400 длины.

6.3. При наличии дефектов изготовления (расцентровка раскосов, расцентровка в стыке пояса) расчет на устойчивость сжатых элементов стропильной фермы следует выполнять как расчет внецентренно-сжатых элементов.

Эксцентриситет e приложения нагрузки рекомендуется определять в зависимости от узлового момента M по следующей формуле

$$e = \frac{M}{N_i} \cdot \frac{k_i}{\sum k_j}, \qquad (35)$$

где N_i – продольное усилие в проверяемом элементе фермы;

k_i – погонная жесткость проверяемого элемента;

$\sum k_j$ – суммарная погонная жесткость всех сходящихся в узел элементов фермы, включая проверяемый.

6.4. В случае внеузлового опирания конструкций покрытия изгибающий момент и продольную силу для проверки устойчивости сжато-изогнутого верхнего пояса следует определять из расчета фермы как многократно статически неопределимой системы с жесткими узлами и действительными значениями изгибных жесткостей стержней. Кроме того, должны быть проверены на внецентренное сжатие или растяжение элементы решетки, примыкающие к рассматриваемому узлу.

7. УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПОДКРАНОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

7.I. Временная эксплуатация подкрановых балок с горизонтальными усталостными трещинами в верхней зоне стенки может быть допущена (на период до ремонта или замены) при условии выполнения требований, изложенных в пп. 7.2–7.6, а также обеспечения местной устойчивости стенки (пп.7.8, 7.9) и полки.

Коэффициенты перегрузок и сочетаний при оценке возможности временной эксплуатации назначаются (в запас) по СНиП II-6-74 как и при проектировании на полный срок эксплуатации.

7.2. Проверку прочности (статической) необходимо проводить для расчетного сечения, которое проходит через ближайшую к середине балки вершину рассматриваемой трещины.

Напряжения в расчетном сечении (без учета их концентрации) проверяются для характерных точек I–IУ, а также в зоне предполагаемой вершины трещины (точка IУ).

Расчетные значения изгибающего момента M и поперечной силы Q определяются при наиболее неблагоприятном положении кранов для данного расчетного сечения, при этом одно колесо должно находиться над этим сечением, а другие колеса вне зоны трещины.

7.3. Проверка максимальных растягивающих напряжений в нижнем поясе балки выполняется по формуле

$$\sigma_x = \frac{M}{J} y + Q\ell\left(\frac{y_1}{J_1+J_2} - \frac{y}{J}\right) \le R_y \gamma_c , \qquad (36)$$

где J – момент инерции сечения балки без трещины относительно оси $x_o - x_o$;

$J_1; J_2$ – собственные моменты инерции соответственно верхней (ось $x_1 - x_1$) и нижней (ось $x_2 - x_2$) частей балки, разделенных трещиной;

y – расстояние от нейтральной оси балки без трещины ($x_o - x_o$) до проверяемой точки (рис.I);

y_1 – то же от оси $x_2 - x_2$ (рис.I);

t – толщина стенки;

2ℓ – расчетная длина трещины, определенная с учетом п.7.7.

7.4. Для стенки балки (точка П, рис.I) следует выполнять проверку по приведенным напряжениям. Нормальные напряжения опре-

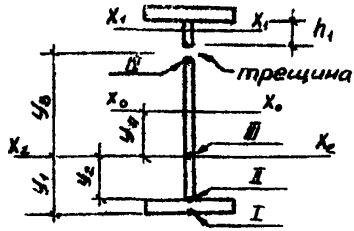


Рис.I. Расчетное сечение балки

деляются по формуле (36) с заменой y_1 на y_{1c} (расстояние от оси x_c–x_c до точки II). Касательные напряжения определяются по формуле

$$\tau_{xy} = \frac{QS_{отс}}{(J_1 + J_2)t} \quad . \qquad (37)$$

7.5. Для стенки балки (точка III, рис.I) следует выполнять проверку по касательным напряжениям, значения которых определяются по формуле (37). При выполнении этого требования производят проверку по приведенным напряжениям, причем значения нормальных напряжений σ_x определяются для балки без трещин.

7.6. В сжатой зоне стенки (точка IУ, рис.I) проверочные расчеты выполняются по п.I3.34 СНиП П-23-8I. Значения нормальных напряжений σ_x определяются по формуле (36) с заменой y_1 на y_3 (расстояние от оси x_c–x_c до трещины). Местные напряжения определяются с учетом фактического износа головки кранового рельса путем введения коэффициентов δ_z (см.табл.П.I8) при определении момента инерции рельсов.

Для трещин, удаленных от верхней полки на расстояние h_1, местные напряжения $\sigma_{y,loc}$ с некоторым запасом допускается определять исходя из условия, что длина l_{ef} распределения нагрузки увеличивается на $I,5h_1$.

7.7. Оценка несущей способности подкрановых балок с горизонтальными трещинами должна производиться с учетом увеличения длины трещины в процессе эксплуатации. Прогнозирование роста трещины рекомендуется осуществлять путем непосредственных замеров с периодом I,5-2 месяца.

Ориентировочно скорость распространения усталостных трещин может быть оценена по данным, полученным для подкрановых балок с тяжелым и весьма тяжелым режимом работы (300–400 тыс.циклов в год), приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Усредненная скорость распроотранения трещин

Длина трещины в мм	Средняя скорость распространения мм/мес
до 500	10
500–1000	25
1000–1500	40

Допустимая длина трещин в подкрановых балках во всех случаях не должна превышать размера панели.

7.8. Расчет на устойчивость стенок балок, укрепленных поперечными ребрами жесткости, при наличии трещин в поясных швах следует выполнять в соответствии с указаниями СНиП II-23-81, при этом значения критических напряжений уменьшаются в зависимости от общей длины трещин в поясных швах расчетной панели. При общей длине трещин в пределах расчетной панели $0,2a$ и более критические напряжения вместо формул (75, 76) главы СНиП II-23-81 определяются по формулам:

$$\sigma_{cr} = 21,6 \frac{R_y}{\lambda_w^2}; \qquad (38)$$

$$\tau_{cr} = 8,24\left(1,02 + \frac{0,76}{\mu^2}\right)\frac{R_s}{\lambda_{ef}^2}. \qquad (39)$$

В формуле (80) СНиП II-23-81 коэффициент c_1 следует принимать по таблице 5.

Таблица 5

Значения коэффициентов c_1 для балок с трещинами

a/h_{ef}	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
c_1	7,23	7,8	9,31	11,32	13,9	17,1	20,5	24,5	28,7

В формуле (8I) СНиП II-23-8I коэффициент C_2 следует принимать по таблице 6.

Таблица 6

Значения коэффициентов C_2 для балок с трещинами

a/h_{ef}	0,8	0,9	I,0	I,2	I,4	I,6	I,8	2,0
C_2	2I,6	23,2	24,5	28,3	33,0	38,8	45,4	52,9

7.9. В стенке балки, укрепленной, кроме поперечных ребер, одним продольным ребром, расчет следует выполнять по формулам СНиП II-23-8I. При общей длине трещин в шве сжатого пояса $0,2a$ и более для пластинки 3, расположенной между сжатым поясом и продольным ребром, значения критических напряжений следует принимать по формулам:

вместо формулы (83) $$\sigma_{cr} = \frac{3,62}{1-h_1/h_{ef}} \cdot \frac{R_y}{\lambda_1^2}; \qquad (40)$$

вместо формулы (84) $$\sigma_{cr} = \frac{0,924}{1-h_1/h_{ef}} \cdot \frac{R_y}{\lambda_1^2}; \qquad (41)$$

τ_{cr} по формуле (39); вместо формулы (85):

$$\sigma_{loc,cr_1} = 1,434 \frac{R_y}{\lambda_a^2}. \qquad (42)$$

В формулах (38)-(42) критические напряжения определены (в запас) независимо от длины трещины, условно считая ее равной длине панели.

Если длина трещин в поясных швах сжатой зоны в пределах панели меньше $0,2a$, то значения критических напряжений можно принимать по линейной интерполяции между значениями, получаемыми по формулам СНиП II-23-8I и настоящих рекомендаций.

7.I0. Влияние смещений оси рельса относительно оси подкрановой балки следует учитывать при определении нормальных напряжений в стенке, вызванных местным закручиванием верхнего пояса, путем введения в расчет фактически замеренного эксцентриситета, вместо рекомендуемой СНиП II-23-8I величины e = I5 мм и с учетом износа головки кранового рельса (коэф. δ_z, см.табл.П.I8).

7.II. Эксплуатация крановых рельсов допускается, если величина износа не превышает значений, приведенных в табл.П.I9.

8. ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЛОНН КАРКАСА

8.I. Учет влияния общих искривлений колонн при отсутствии начальных напряжений изгиба (см.п.8.5) следует производить путем увеличения расчетного эксцентриситета на дополнительный эксцентриситет, определяемый в зависимости от величины стрелки искривления по п.3.I для сплошной части колонны и по п.4.2 для сквозной.

8.2. Проверка устойчивости сквозной части колонны производится по общей формуле (I5) при условии соблюдения требований раздела 4. Для двухветвенных колонн с ветвями двутаврового сечения и швеллерного, работающими на центральное сжатие, значение коэффициента φ_e, вычисленного по СНиП II-23-8I, следует домножать на поправочный коэффициент, принимаемый равным

$$\gamma = 1 + 0{,}04\bar{\lambda}_в \quad \text{при} \quad \bar{\lambda}_в \le 2{,}5\,; \qquad \gamma = 1{,}1 \quad \text{при} \quad \bar{\lambda}_в > 2{,}5\,, \tag{43}$$

где $\bar{\lambda}_в$ – условная гибкость ветви на участке между узлами соединительной решетки.

Для решетчатых колонн производственных зданий при отсутствии повреждений элементов решетки допускается принимать $\lambda_{ef} = \lambda$.

8.3. Учет влияния местных искривлений или ослаблений сечения ветвей в сквозных колоннах производится согласно требованиям пп.4.3, 4.4, причем значение коэффициента k_d в формуле (I6) допускается определять по формуле

$$k_d = \frac{n_d - 1}{0{,}5\,\mu_1\, n}\,, \tag{44}$$

где n – общее число панелей;

n_d – порядковый номер панели с искривленной (ослабленной) ветвью, считая от защемленного конца (башмака) колонны;

μ_1 – коэффициент приведения расчетной длины нижней части ступенчатой колонны, принимаемый по СНиП II-23-8I, но не менее двух.

В случае искривления (ослабления) участка ветви в пределах нижней панели коэффициент γ_d принимается непосредственно по

данным табл.П.9.

8.4. Учет влияния расцентровки раскосов следует производить по п.4.6. Для двухветвенных колонн с ветвями двутаврового сечения при одинаковой величине расцентровки во всех панелях коэффициент $\varphi_в$ в формуле (I2) рекомендуется находить по табл.П.2I в зависимости от условной гибкости ветви $\bar{\lambda}_в$ и относительного эксцентриситета

$$m_в = \frac{M_в A_в}{N_в W_в}, \qquad (45)$$

где $M_в$ - изгибающий момент, определяемый по формуле (I8).

8.5. Смещение верхнего конца колонны, сопровождающееся появлением дополнительных напряжений изгиба (вследствие температурных деформаций, проседания опор и т.д.) следует учитывать путем суммирования расчетного изгибающего момента, полученного в результате статического расчета, с соответствующим значением дополнительного изгибающего момента, зависящего от величины смещения Δ и определяемого по табл.П.20.

Если указанная проверка несущей способности колонны выполняется, то усиления (ремонта) не требуется. При невыполнении условия устойчивости (прочности) колонны с учетом дополнительного изгибающего момента за счет смещения верхнего конца, необходимость усиления (ремонта) следует установить на основании более строгих расчетов с учетом поддерживающего влияния диска покрытия.

ПРИЛОЖЕНИЕ
(справочное)

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ

Таблица П.1

Значения коэффициентов ψ_x, ψ_y для различных прокатных профилей, $мм^{-1}$

Швеллеры ГОСТ 8240-72			Двутавры ГОСТ 8239-72			Двутавры широкополочные ТУ 14-2-24-72		
№ профиля	ψ_x	ψ_y	№ профиля	ψ_x	ψ_y	№ профиля	ψ_x	ψ_y
12	0,287	0,274	20	0,263	0,253	20ш	0,328	0,274
14	0,278	0,265	22	0,253	0,230	23ш	0,287	0,274
16	0,270	0,255	24	0,236	0,211	23ш2	0,198	0,182
16а	0,254	0,241	27	0,227	0,204	26ш	0,249	0,235
18	0,262	0,247	27а	0,219	0,196	30ш	0,224	0,211
20	0,255	0,239	30	0,217	0,196	35ш	0,198	0,185
22	0,243	0,227	30а	0,208	0,187	40ш	0,171	0,160
24	0,231	0,216	36	0,184	0,163	50ш	0,170	0,160
27	0,221	0,205	40	0,174	0,154	60ш	0,162	0,154
30	0,211	0,194	50	0,154	0,132	70ш	0,149	0,140
36	0,185	0,169	60	0,129	0,112			

Таблица П.2

Коэффициенты перехода от стрелки искривления к эквивалентному эксцентриситету для сплошностенчатых стержней

Условная гибкость $\bar{\lambda}=\lambda\sqrt{R_y/E}$	Значения коэффициента перехода k при приведенном относительном эксцентриситете m_{ef}									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	883	909	930	946	961	975	987	1000	1000	1000
1,0	852	865	875	883	891	897	904	909	915	920
1,5	841	850	857	862	867	872	876	880	883	887
2,0	836	842	847	852	855	859	862	865	867	870
2,5	833	838	841	845	848	851	853	856	858	860
3,0	831	835	838	841	844	846	848	850	852	853

Примечание. Значения коэффициента k увеличены в 1000 раз.

Таблица П.3

Коэффициенты φ_0 для определения прогиба элементов в ненагруженном состоянии

Условная гибкость $\bar{\lambda}=\lambda\sqrt{R_y/E}$	Значение коэффициентов φ_0 при отношении G/R_y, равном									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	998	995	993	990	988	985	983	980	978	975
1,0	990	980	970	960	950	940	930	920	910	900
1,5	978	955	933	910	888	865	843	820	798	775
2,0	960	920	880	840	800	760	720	680	640	600
2,5	938	875	813	750	688	625	563	500	438	375
3,0	910	820	730	640	550	460	370	280	190	100

Примечание. Значения коэффициента φ_0 увеличены в 1000 раз.

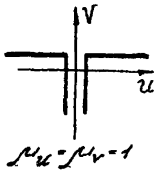


Таблица П.4

Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ для стержней из равнополочных уголков, шарнирно-закрепленных в двух главных плоскостях

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
0,5	0,05	860	883	906	928	952	957	925	872	825	783	744
	0,1	851	871	893	917	939	951	927	872	826	783	744
	0,2	829	852	871	894	915	924	931	874	826	784	745
	0,3	810	828	848	868	887	900	932	876	828	784	746
	0,4	792	810	826	848	861	871	903	881	830	786	748
	0,5	772	792	804	822	843	846	875	891	833	789	749
1,0	0,05	725	761	799	842	889	896	842	752	680	620	571
	0,1	709	744	780	820	864	885	843	753	680	620	571
	0,2	682	710	743	779	816	835	852	756	682	622	572
	0,3	652	680	708	740	772	790	843	762	685	624	574
	0,4	625	649	678	705	734	747	792	774	690	628	576
	0,5	604	625	651	675	698	711	752	781	699	632	580
1,5	0,05	602	644	688	726	814	824	754	640	558	496	447
	0,1	586	624	664	718	774	810	755	641	558	496	447
	0,2	555	588	624	666	712	734	768	644	561	498	448
	0,3	526	555	586	620	642	674	745	653	565	501	450
	0,4	500	525	551	567	611	628	680	673	571	504	453
	0,5	475	498	521	545	571	585	627	659	582	510	456
2,0	0,05	494	541	591	653	712	753	661	538	459	402	359
	0,1	480	521	567	621	688	729	664	540	460	402	359
	0,2	451	485	522	564	613	641	676	544	462	403	359
	0,3	425	453	483	504	542	563	648	552	466	406	361
	0,4	401	425	450	476	507	523	577	575	472	409	363
	0,5	379	400	421	444	465	480	510	545	482	414	366

Примечание. Значения коэффициента $\varphi_{u,v}$ в таблице увеличены в 1000 раз.

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,I	0	+0,I	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
2,5	0,05	404	45I	502	563	647	667	569	45I	380	330	293
	0,I	395	434	479	532	598	628	572	452	380	330	293
	0,2	370	402	437	477	524	550	585	458	382	33I	294
	0,3	347	374	402	433	468	487	559	464	385	333	295
	0,4	327	348	372	397	423	438	486	462	390	336	297
	0,5	308	326	346	366	386	397	429	454	399	340	299
3,0	0,05	33I	36I	422	48I	562	580	48I	379	3I7	275	243
	0,I	323	350	404	454	5I7	559	486	380	3I7	275	243
	0,2	306	335	368	405	447	473	497	383	3I9	276	244
	0,3	288	3I2	337	363	387	404	483	388	322	277	245
	0,4	270	290	3II	333	355	369	4I3	400	325	279	246
	0,5	255	27I	288	306	323	333	36I	379	33I	282	248
3,5	0,05	270	307	352	409	482	48I	408	320	268	232	205
	0,I	266	300	340	387	446	485	4I2	320	268	232	205
	0,2	255	282	3I2	346	383	42I	4I8	323	269	233	206
	0,3	24I	263	286	3II	33I	354	42I	328	27I	234	207
	0,4	227	245	263	283	303	3I5	354	334	274	235	208
	0,5	2I4	229	244	260	275	284	309	323	277	237	209
4,0	0,05	223	253	293	342	4II	4I6	338	272	228	I98	I76
	0,I	22I	250	285	329	383	4I8	347	272	228	I98	I76
	0,2	2I4	238	266	297	332	354	354	274	229	I99	I76
	0,3	204	224	245	267	292	302	363	277	230	I99	I77
	0,4	I94	209	226	243	257	267	308	28I	232	200	I77
	0,5	I83	I96	209	2I8	232	240	266	277	233	20I	I78
4,5	0,05	I86	2II	244	288	349	35I	295	233	I96	I7I	I52
	0,I	I85	209	240	280	32I	353	295	233	I96	I7I	I52
	0,2	I8I	202	227	256	288	307	299	235	297	I7I	I52
	0,3	I74	I92	2II	232	254	267	308	236	I98	I72	I53
	0,4	I66	I8I	I96	207	228	236	269	238	I99	I72	I53
	0,5	I58	I70	I82	I93	206	2I3	233	238	I99	I73	I53

Продолжение табл. П.4

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,I	0	+0,I	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
5,0	0,05	I58	I78	205	242	295	298	246	202	I7I	I49	I33
	0,I	I57	I77	203	238	283	299	254	202	I7I	I49	I33
	0,2	I55	I73	I95	222	25I	268	256	203	I7I	I49	I33
	0,3	I50	I66	I84	202	223	234	259	204	I72	I49	I33
	0,4	I44	I57	I7I	I85	200	204	233	204	I72	I50	I33
	0,5	I38	I48	I59	I70	I8I	I67	205	202	I72	I50	I33
5,5	0,05	I36	I52	I75	205	249	255	2I8	I76	I50	I3I	II7
	0,I	I35	I5I	I74	203	243	256	2I9	I76	I50	I3I	II7
	0,2	I34	I49	I69	I92	230	230	220	I76	I50	I3I	II7
	0,3	I3I	I44	I60	I78	I96	206	22I	I77	I50	I3I	II7
	0,4	I26	I38	I50	I63	I77	I84	2I2	I77	I50	I3I	II7
	0,5	I2I	I3I	I40	I50	I60	I66	I82	I74	I49	I3I	II7
6,0	0,05	II8	I32	I5I	I76	2I2	220	I90	I55	I32	II6	I04
	0,I	II8	I32	I50	I75	209	22I	I90	I55	I32	II6	I04
	0,2	II7	I30	I47	I68	I93	207	I90	I55	I32	II6	I04
	0,3	II5	I27	I4I	I57	I70	I83	I9I	I55	I32	II6	I04
	0,4	III	I22	I33	I45	I57	I63	I88	I54	I32	II6	I04
	0,5	I07	II6	I25	I34	I43	I48	I63	I49	I3I	II6	I04

Таблица П.5



Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ для стержней из равнополочных уголков упруго-защемленных в плоскости симметрии ($\mu_u = 0{,}8$) и шарнирно-закрепленных из этой плоскости ($\mu_v = 1$)

λ_u	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
0,5	0,05	830	854	880	910	938	945	907	844	789	740	698
	0,1	818	841	868	894	923	936	908	844	789	741	698
	0,2	791	819	839	865	890	903	914	845	790	742	699
	0,3	767	789	815	839	861	871	911	850	792	743	700
	0,4	748	768	787	811	829	845	877	856	796	745	701
	0,5	723	744	760	782	806	812	844	872	801	749	704
1,0	0,05	674	713	756	804	854	871	809	707	629	566	515
	0,1	657	693	732	777	826	852	811	708	630	566	515
	0,2	623	656	691	728	768	789	825	712	631	568	516
	0,3	593	620	652	684	718	735	793	721	636	571	518
	0,4	565	592	618	645	674	689	737	745	643	575	521
	0,5	543	564	587	611	635	648	688	717	654	581	525
1,5	0,05	546	590	640	699	772	799	715	591	506	444	396
	0,1	528	567	612	664	525	759	717	593	507	445	396
	0,2	498	526	562	602	647	672	755	598	510	446	397
	0,3	462	491	520	552	587	606	654	610	515	449	400
	0,4	435	459	484	510	538	553	586	633	523	454	403
	0,5	411	431	452	474	494	506	534	568	542	460	406
2,0	0,05	443	478	541	604	683	704	623	494	413	357	315
	0,1	428	468	512	561	627	646	626	496	414	357	315
	0,2	395	427	461	498	541	562	647	502	417	359	316
	0,3	367	383	420	448	480	497	552	515	422	362	318
	0,4	343	364	386	408	423	445	475	511	431	366	321
	0,5	321	399	357	375	392	402	420	440	460	373	325

Примечание. Значения коэффициента $\varphi_{u,v}$ в таблице увеличены в 1000 раз.

Продолжение табл.П.5

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
2,5	0,05	360	406	457	517	596	643	526	413	343	293	256
	0,1	349	287	430	478	537	571	542	416	343	293	257
	0,2	322	351	382	415	445	473	548	422	345	295	258
	0,3	298	321	344	367	394	403	456	436	350	398	260
	0,4	277	295	314	333	352	362	386	413	358	301	262
	0,5	259	274	289	303	318	325	341	358	366	306	265
3,0	0,05	294	337	386	433	514	560	459	450	287	245	215
	0,1	286	322	361	406	450	489	465	351	287	245	215
	0,2	266	293	320	349	381	392	457	357	290	246	215
	0,3	247	266	287	307	324	342	374	370	294	249	217
	0,4	229	245	260	277	287	301	325	338	300	252	219
	0,5	213	226	239	251	262	269	284	293	295	255	220
3,5	0,05	240	278	325	377	433	482	393	298	244	208	182
	0,1	236	269	306	347	392	419	396	299	244	208	182
	0,2	223	247	271	297	324	338	392	303	246	209	183
	0,3	207	225	243	261	275	289	320	313	250	211	184
	0,4	193	206	220	234	247	254	272	281	253	213	185
	0,5	180	191	201	208	221	226	238	243	243	215	186
4,0	0,05	200	231	272	322	379	412	336	255	209	179	157
	0,1	197	226	260	291	330	359	339	251	205	179	157
	0,2	188	210	233	250	273	319	335	260	211	180	157
	0,3	177	193	208	224	235	248	273	266	214	181	158
	0,4	165	177	185	199	212	213	232	237	216	183	159
	0,5	154	163	172	181	190	193	202	206	204	183	160
4,5	0,05	168	194	229	268	325	343	287	216	182	156	136
	0,1	166	191	222	256	290	310	290	221	182	156	136
	0,2	161	180	201	221	240	251	286	224	183	156	137
	0,3	152	167	181	194	203	214	230	227	185	157	138
	0,4	143	153	164	174	183	188	200	202	185	158	138
	0,5	133	142	150	157	164	167	174	177	174	157	138

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
5,0	0,05	143	164	193	233	275	298	248	192	159	137	120
	0,1	142	163	190	221	252	268	250	193	159	137	120
	0,2	139	156	175	193	209	218	247	195	160	137	120
	0,3	132	145	158	169	181	184	203	196	161	138	121
	0,4	125	134	143	152	157	164	171	175	160	138	121
	0,5	117	124	131	137	144	146	150	154	150	137	121
5,5	0,05	124	142	166	198	242	255	215	168	140	121	107
	0,1	123	141	164	192	220	230	217	169	140	121	107
	0,2	121	136	153	170	184	192	214	171	138	121	107
	0,3	116	128	139	150	160	165	178	170	142	122	107
	0,4	110	119	127	134	139	144	152	153	140	122	107
	0,5	104	110	116	121	125	129	134	135	131	120	107
6,0	0,05	108	123	114	171	209	220	188	149	125	106	095
	0,1	108	123	142	167	192	205	189	149	125	108	095
	0,2	107	120	135	150	163	169	187	150	125	108	095
	0,3	103	113	124	133	142	146	156	149	126	108	096
	0,4	098	106	113	120	123	129	135	135	123	108	096
	0,5	092	098	104	109	113	115	119	120	116	106	095

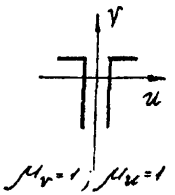


Таблица П.6

Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ для стержней из неравнополочных уголков, шарнирно-закрепленных в двух главных плоскостях

λ_u	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,I	0	+0,I	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
0,5	0,05	840	862	887	909	933	945	936	890	848	8I0	775
	0,I	825	845	866	889	9II	922	939	890	848	8I0	755
	0,2	793	807	827	849	867	878	907	893	850	8II	776
	0,3	760	776	789	8I3	826	837	863	882	853	8I2	777
	0,4	729	745	76I	778	789	80I	823	840	856	8I6	779
	0,5	707	7I8	732	744	756	760	787	800	8I6	830	785
I,0	0,05	680	7I4	75I	788	833	82I	860	778	7II	655	608
	0,I	655	685	7I7	753	790	806	872	779	7I2	656	607
	0,2	609	633	659	868	7I4	725	768	796	7I6	658	609
	0,3	569	589	6I0	63I	653	663	696	7I9	734	662	6I2
	0,4	533	55I	568	584	60I	609	820	649	663	678	6I8
	0,5	50I	5I5	529	542	555	56I	577	590	600	608	6I4
I,5	0,05	543	577	62I	667	726	757	776	670	59I	530	48I
	0,I	5I4	545	564	6I4	660	679	753	67I	592	530	482
	0,2	466	489	5I4	540	565	566	622	652	597	533	484
	0,3	427	445	453	462	490	508	526	557	568	54I	488
	0,4	393	408	422	435	439	454	473	485	493	494	487
	0,5	364	375	385	395	404	407	4I9	429	435	435	432
2,0	0,05	437	458	508	554	609	640	686	568	459	432	388
	0,I	407	434	464	500	539	558	624	570	490	432	388
	0,2	363	382	404	4I5	446	430	495	5I4	498	436	390
	0,3	329	344	358	373	388	395	4I6	427	429	422	39I
	0,4	300	304	322	332	333	339	356	365	367	364	355
	0,5	275	283	29I	299	305	308	3I6	320	32I	329	3I4

Примечание. Значения коэффициента $\varphi_{u,v}$ в таблице увеличены в 1000 раз.

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	Коэффициенты $\varphi_{u,v}$ при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
2,5	0,05	355	384	418	459	506	532	598	478	406	355	317
	0,1	330	351	370	406	439	454	490	482	407	356	318
	0,2	290	305	323	332	357	368	391	401	395	358	319
	0,3	255	271	284	288	307	312	324	330	329	320	305
	0,4	237	245	253	262	268	270	277	282	281	277	270
	0,5	216	223	229	234	233	240	243	246	246	244	239
3,0	0,05	293	319	346	379	415	424	480	402	330	296	264
	0,1	271	289	311	334	357	369	403	401	341	297	264
	0,2	236	250	262	269	290	290	313	317	309	289	262
	0,3	211	221	230	239	248	251	258	262	259	251	240
	0,4	192	199	205	211	216	217	221	224	222	218	212
	0,5	175	180	185	189	192	192	193	196	195	193	189
3,5	0,05	244	261	290	316	337	358	383	338	285	249	222
	0,1	221	236	254	276	289	305	326	321	285	249	222
	0,2	196	206	213	229	240	244	255	255	247	233	215
	0,3	176	183	187	198	203	206	211	212	209	202	190
	0,4	159	165	170	174	178	179	182	182	181	177	172
	0,5	145	149	152	154	158	155	160	160	159	157	154
4,0	0,05	207	225	245	265	287	295	312	287	244	213	190
	0,1	191	204	216	232	246	254	266	260	239	212	190
	0,2	166	175	183	192	196	203	210	209	202	192	179
	0,3	148	154	157	166	171	172	175	175	172	167	160
	0,4	135	139	143	147	149	150	152	152	150	147	142
	0,5	123	126	129	131	131	131	131	134	133	131	128
4,5	0,05	173	192	204	220	240	241	256	235	209	183	164
	0,1	163	163	185	193	207	213	220	215	199	175	163
	0,2	139	146	156	164	170	172	177	175	169	160	150
	0,3	127	132	137	141	145	146	149	148	145	140	134
	0,4	115	119	122	125	127	128	128	129	127	124	120
	0,5	105	108	110	112	113	111	112	114	112	111	106

Продолжение табл. П.6

$\bar{\lambda}_u$	$\bar{u}$	коэффициенты φ_{uv} при $\bar{v}$ равном										
		-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
5,0	0,05	158	163	175	188	204	209	214	200	180	160	143
	0,1	141	147	156	168	173	181	186	180	168	154	142
	0,2	123	129	135	140	146	148	149	147	143	135	125
	0,3	110	112	119	122	122	126	127	126	123	119	115
	0,4	096	103	106	106	108	110	111	110	109	103	100
	0,5	092	093	095	097	098	098	098	097	096	094	093
5,5	0,05	133	144	155	165	174	178	180	170	156	139	129
	0,1	123	131	139	146	158	155	159	153	144	133	121
	0,2	105	110	117	122	127	128	130	127	123	117	108
	0,3	097	100	101	107	109	109	110	109	107	108	099
	0,4	088	090	098	095	096	096	097	096	094	092	089
	0,5	080	082	082	085	086	086	086	086	085	083	081
6,0	0,05	117	126	135	144	147	153	154	143	135	121	111
	0,1	108	115	122	127	133	135	136	132	121	116	107
	0,2	095	099	108	107	111	112	113	110	106	102	096
	0,3	084	088	091	094	094	096	096	095	093	090	086
	0,4	077	078	082	084	085	085	085	084	083	081	076
	0,5	071	072	074	075	075	075	076	076	075	073	072

Таблица П.7

Коэффициенты μ_d для расчета стержней, ослабленных местными дефектами

$\alpha=\frac{J}{J_d}$	Значения коэффициентов μ_d при l_d/l							
	0,005	0,025	0,050	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250
1,5	0,816	0,828	0,839	0,851	0,860	0,879	0,897	0,913
2,0	0,702	0,727	0,744	0,762	0,779	0,809	0,839	0,865
2,5	0,633	0,658	0,681	0,704	0,725	0,768	0,803	0,837
3,0	0,579	0,607	0,635	0,662	0,688	0,737	0,779	0,818
4,0	0,505	0,538	0,574	0,606	0,641	0,699	0,749	0,793
5,0	0,453	0,492	0,535	0,574	0,611	0,675	0,730	0,779
6,0	0,416	0,459	0,506	0,550	0,590	0,659	0,718	0,768

Обозначения, принятые в табл. П.7:

J_d, J – моменты инерции соответственно ослабленного и неослабленного участка относительно собственных осей;

l_d, l – соответственно длина ослабленного участка и всего стержня.

Таблица П.8

Коэффициенты перехода от стрелки искривления к эквивалентному эксцентриситету для сквозных стержней

Условная гибкость $\lambda_{ef}=\lambda_{ef}\sqrt{\frac{R_y}{E}}$	Значения коэффициентов перехода k при относительной стрелке искривления $\bar{v}_0$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	868	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1,0	879	912	937	958	977	994	1000	1000	1000	1000
1,5	853	875	891	905	918	929	939	949	958	967
2,0	840	855	868	879	888	897	905	912	919	925
2,5	832	845	855	863	871	877	884	889	895	900
3,0	826	837	846	853	859	865	870	874	879	883

Примечание. Значения коэффициента k увеличены в 1000 раз.

Таблица П.9

Коэффициенты δ_d для оквозных стрежней с локальным ослаблением ветви в нижней панели

Условная привед. гибкость λ_{ef}	Значения δ_d при отношении ω / m						
	0,5	I,0	2,0	4,0	8,0	I2,0	I6,0
I	I,003	I,005	I,006	I,009	I,0I3	I,0I6	I,0I8
2	I,006	I,009	I,0I3	I,0I8	I,025	I,03I	I,036
3	I,0I0	I,0I4	I,0I9	I,027	I,038	I,047	I,054
4	I,0I3	I,0I8	I,025	I,036	I,05I	I,062	I,072
5	I,0I6	I,023	I,032	I,045	I,064	I,078	I,090

Таблица П.I0

Значения коэффициентов k_d в зависимости от способов закрепления концов колонн

Способ закрепления			
Формулы для определения k_d	$k_d = \left\| 1 - \frac{2l}{L} \right\|$	$k_d = \frac{l}{L}$	$k_d = \frac{2l}{L}$

Таблица П.II

Критическая температура T_{cr} для конструктивных форм пониженной хладостойкости из малоуглеродистой стали марки СтЗсп

Толщина элемента, (мм)	Значения T_{cr} для конструктивных форм	
	не содержащих трещиноподобные дефекты	содержащих трещиноподобные дефекты
I0	-30	-I5
I5	-20	-I0
20	-I0	0
25	-5	+5
30	+5	+I5
35	+I0	+25

Для низколегированных сталей значения критических температур понижаются с учетом категории поставки по ГОСТ I9283-73:

на 20°С для 6 категории поставки;

на 30°С для 7, I2 и I3 категорий поставки;

на 40°С для 9, I5 категорий поставки.

Для стали СтЗпс и СтЗкп значении T_{cr} повышаются на I5°С и 30°С соответственно.

Конструктивные формы низкой хладостойкости

Таблица П. 12

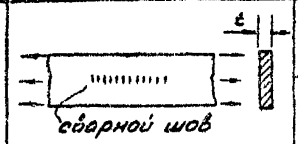
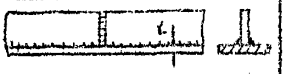
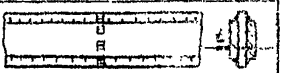
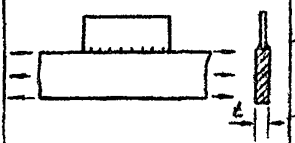
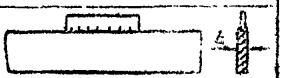
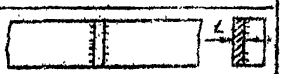
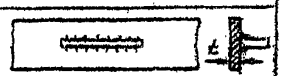
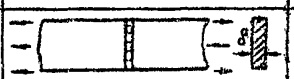
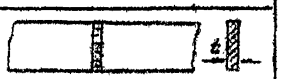
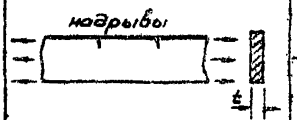
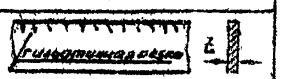
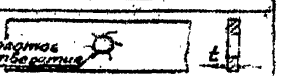
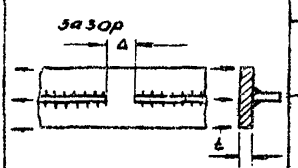
Тип	Принципиальная схема	Модификации конструктивной формы	
а		1	
		2	
б		1	
		2	
		3	
в		1	
г		1	
		2	
д		1	Δ = 0
		2	Δ = 2t
		3	Δ = 0
		4	Δ = 2t

Таблица П13

Расчетные схемы для вычисления M по п. 5.9

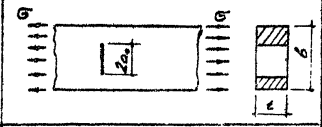
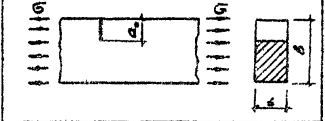
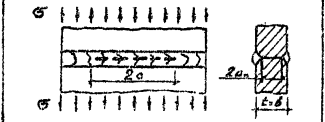
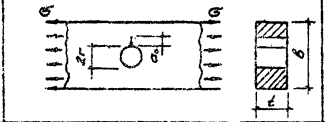
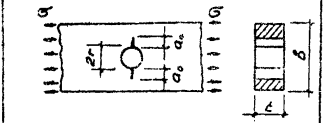
Тип схемы	Эскиз	ξ ; α
а		$\xi = \frac{2a_0}{b}$ $\alpha = 1 - \xi$
б		$\xi = \frac{a_0}{b}$ $\alpha = 1 - \xi$
в		$\xi = \frac{2a_0}{t}$ $\alpha = 1 - \xi$
г		$\xi = \frac{a_0 + 2r}{b}$ $\alpha = 1 - \frac{a_0}{b}$
д		$\xi = \frac{2(a+r)}{b}$ $\alpha = 1 - \frac{2a_0}{b}$

Таблица П.14

Предельные значения K_c строительных сталей

Марка стали	Толщина (мм)	K_a ($кН/мм^{3/2}$)			
		-40°С	-60°С	-80°С	-100°С
Ст3сп	10-20	1,5	1,0	0,8	-
-"-	-"-	1,3	0,8	0,7	-
-"-	-"-	1,0	0,7	0,6	-
09Г2С	10-20	2,8	2,8	2,8	2,0
	21-40	2,8	2,0	1,6	1,5
	41-60	2,5	2,0	1,5	1,4
10ХСНД	10-20	3,9	3,7	2,3	2,0
	21-30	3,0	1,9	1,6	1,5
	31-40	2,5	1,6	1,2	1,0
16Г2АФ	10-20	4,0	3,5	3,0	2,0
	21-32	3,5	3,0	2,0	1,6

Для металла околошовной зоны величины K_c необходимо умножить на $\gamma_c = 0,85$; для металла шва $\gamma_c = 1,0$.

Таблица П.15

Значения поправочного коэффициента ψ_τ для определения эффективной длины трещины

Величина α	Значения ψ_τ при отношении σ_{max} / R_u, равной:							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,90	1,005	1,021	1,049	1,094	1,161	1,264	1,438	1,796
0,92	1,005	1,020	1,047	1,089	1,152	1,248	1,404	1,707
0,94	1,005	1,019	1,045	1,085	1,144	1,233	1,376	1,636
0,96	1,004	1,018	1,043	1,081	1,137	1,213	1,349	1,578
0,98	1,004	1,018	1,041	1,077	1,130	1,208	1,326	1,529
1,00	1,004	1,017	1,039	1,074	1,124	1,196	1,306	1,487

Таблица П.16

Значения коэффициентов M_τ для определения коэффициентов интенсивности напряжений

Тип расчетной схемы		Значения M_τ при ξ, равном:							
		0,02	0,06	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
по типу схемы *а*		1,002	1,007	1,011	1,013	1,015	1,017	1,020	1,022
по типу схемы *б*		1,173	1,144	1,167	1,216	1,250	1,288	1,329	1,374
по типу схемы *в* при a_0/c, равном	0,05	0,849	0,849	0,851	0,853	0,855	0,857	0,860	0,863
	0,1	0,846	0,847	0,850	0,851	0,853	0,855	0,858	0,860
	0,2	0,838	0,839	0,841	0,843	0,844	0,847	0,849	0,852
	0,5	0,784	0,785	0,787	0,788	0,790	0,792	0,794	0,797
	1	0,637	0,637	0,639	0,640	0,642	0,643	0,645	0,647
по типу схемы *г* при a_0/r, равном	0,01	3,459	3,606	3,767	3,852	3,942	4,036	4,134	4,238
	0,1	2,786	2,904	3,033	3,102	3,174	3,250	3,329	3,412
	0,3	2,082	2,170	2,267	2,318	2,372	2,428	2,486	2,550
	0,5	1,765	1,840	1,922	1,966	2,012	2,060	2,110	2,162
	1	1,398	1,457	1,523	1,557	1,593	1,631	1,671	1,712
	1,5	1,204	1,255	1,311	1,341	1,372	1,405	1,439	1,475
	2,0	1,082	1,128	1,178	1,204	1,232	1,262	1,293	1,325
по типу схемы *д* при a_0/r, равном	0,01	3,459	3,606	3,767	3,852	3,942	4,036	4,134	4,238
	0,1	2,786	2,904	3,033	3,102	3,174	3,250	3,329	3,412
	0,3	2,194	2,287	2,389	2,443	2,500	2,560	2,622	2,688
	0,5	1,867	1,947	2,033	2,080	2,128	2,178	2,232	2,288
	1	1,480	1,542	1,611	1,648	1,686	1,726	1,768	1,812
	1,5	1,316	1,372	1,433	1,466	1,500	1,536	1,573	1,612
	2,0	1,235	1,287	1,344	1,375	1,407	1,440	1,476	1,512

Таблица П.17

Допустимые искривления элементов ферм из парных уголков

$\frac{N}{A}$	Относительное искривление	Допустимое искривление						
$0,9\,4R_y$	$\frac{u}{l}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{1}{700}$	$\frac{1}{800}$
	$\frac{v}{l}$	0	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{750}$	$\frac{1}{650}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{1}{550}$	$\frac{1}{500}$
$0,8\,4R_y$	$\frac{u}{l}$	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{800}$
	$\frac{v}{l}$	0	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{1}{550}$	$\frac{1}{450}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{350}$
$0,7\,4R_y$	$\frac{u}{l}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{800}$
	$\frac{v}{l}$	0	$\frac{1}{750}$	$\frac{1}{450}$	$\frac{1}{350}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{250}$
$0,6\,4R_y$	$\frac{u}{l}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{700}$	$\frac{1}{800}$
	$\frac{v}{l}$	0	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{180}$	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{170}$

Таблица П.I8

Коэффициенты учета степени износа рельсов

Тип рельса	Приведенный износ головки рельса, в мм	Коэффициент δ_x	
		J_x	J_{xp}
КР70	0	I	I
	6	0,87	0,73
	I0	0,84	0,67
	I2	0,83	0,64
	I4	0,82	0,62
КР80	0	I	I
	7	0,86	0,78
	II	0,84	0,74
	I3	0,83	0,72
	I6	0,82	0,7I
КРI00	0	I	I
	I0	0,84	0,70
	I4	0,82	0,66
	20	0,80	0,64
	23	0,79	0,62
КРI20	0	I	I
	I2	0,86	0,68
	I6	0,80	0,66
	22	0,79	0,64
	28	0,78	0,60

Примечания: I. Приведенный износ головки рельса равен вертикальному износу плюс половина бокового износа головки рельса.

2. Для промежуточных значений приведенного износа значения коэффициента δ_x принимаются по линейной интерполяции.

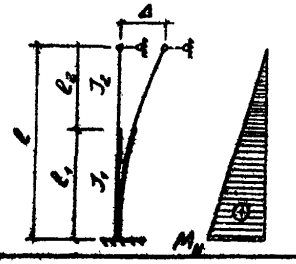
Таблица П.19

Временные нормативы износа крановых рельсов

Вид износа рельсов	Величина износа рельсов (мм) при нагрузке на колесо не более			
	КР70	КР80	КР100	КР120
	Р=30т	Р=40т	Р=50т	Р=65т
Выкрашивание головки рельса на глубину при диаметре колес:				
400-500 мм	4	4	-	-
600-800 мм	4	4	5	7
900-1000 мм	4	4	5	7
Смятие и вертикальный износ головки рельса	6	7	10	12
Боковой износ головки рельса:				
односторонний	15	18	25	25
двухсторонний	20	22	30	32
Приведенный износ (вертикальный + половина бокового) головки рельса	14	16	23	28
Несоосность рельсов на стыке	3	3	3	3
"Ступенька" рельсов на стыке	2	2	2	2
Зазор между рельсами в стыке при отсутствии "ступеньки" при длине рельса 12,5 м и температуре 0°С	6	6	6	6

Таблица П.20

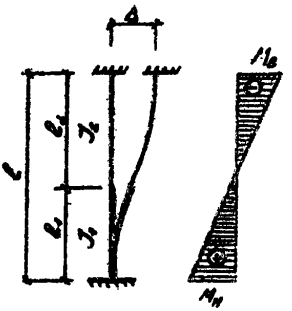
Формулы для определения моментов в нижней части колонны от смещений верхних концов



Формула для определения момента

$$M_н = K\beta\Delta$$

α	Значение коэффициента K при n			
	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	2,973	2,983	2,990	3,000
0,2	2,800	2,907	2,922	3,000
0,3	2,414	2,708	2,752	3,000
0,4	1,904	2,389	2,473	3,000



$$M_в = K_1\beta\Delta$$

α	Значение коэффициента K_1 при n			
	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	-3,962	-4,442	-4,803	-6,000
0,2	-3,940	-4,314	-4,619	-6,000
0,3	-3,915	-4,341	-4,633	-6,000
0,4	-3,642	-4,277	-4,632	-6,000

$$M_н = K_2\beta\Delta$$

α	Значение коэффициента K_2 при n			
	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	1,594	2,624	3,405	6,000
0,2	1,264	2,051	2,745	6,000
0,3	1,268	1,942	2,560	6,000
0,4	1,315	1,971	2,551	6,000

Обозначения, принятые в табл.П.21

$$\alpha = \frac{l_2}{l_1}; \quad \beta = \frac{EJ_1}{l_1^2}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}.$$

Таблица П.21

Коэффициенты $\varphi_в$ для ветвей двутаврового сечения, сжатых с разносторонними равными эксцентриситетами в плоскости наименьшей жесткости при $R_y \leq 280$ МПа

Условная гибкость ветви $\bar{\lambda}_в$	Коэффициент $\varphi_в$ при относительном эксцентриситете $m_в$					
	0	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
0,5	0,992	0,986	0,960	0,900	0,849	0,802
1,0	0,970	0,967	0,947	0,895	0,848	0,801
1,5	0,930	0,928	0,917	0,876	0,838	0,796
2,0	0,876	0,874	0,868	0,843	0,814	0,775
2,5	0,795	0,793	0,787	0,774	0,750	0,717
3,0	0,698	0,696	0,692	0,677	0,661	0,640

gost.e-ecolog.ru