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

РУКОВОДСТВО
ПО ПОДБОРУ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ЧАСТЬ 2

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

" " 1987г.

РУКОВОДСТВО

по подбору сечений элементов строительных стальных конструкций

Часть 2

Москва, 1987

УДК 624.014.2

Руководство по подбору сечений элементов строительных стальных конструкций, часть 2. М., ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова, 1987.

В Руководстве приведены данные по расчету балок и настилов технологических площадок и перекрытий, а также вспомогательные таблицы для подбора сечений.

В составлении Руководства принимали участие инженеры П.И.Суздалов, В.И.Мейтин, С.Д.Курина.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников проектных организаций.

Все замечания и предложения направлять по адресу: г. Москва, II7393, ул. архитектора Власова, 49, технический отдел института.

I. БАЛКИ

Нагрузки на технологические и рабочие площадки

I.I. Значения нагрузок для расчета площадок принимаются, за исключением атмосферных нагрузок, по технологическим заданиям. При этом нагрузки не должны быть меньше нагрузок, оговоренных в [3].

I.2. При опирании на балки площадок технологического оборудования нагрузку от отдельных агрегатов, аппаратов следует считать распределенной на $0,5n$ точек (где n - количество опорных узлов аппарата) в виду возможной неравномерности передачи нагрузки вследствие погрешностей изготовления и монтажа.

I.3. При проектировании технологических площадок, особенно рабочих с нагрузками более 5 кН/м^2, следует при обязательном согласовании с технологическими организациями вводить понижающие коэффициенты при сборе нагрузок на главные балки и стойки площадок. Понижающие коэффициенты при этом могут быть определены в соответствии с [3].

Конструирование и расчет площадок

I.4. Конструкция балочных клеток зависит от расположения технологического оборудования и вида настила. Основными критериями при этом являются экономия металла, минимальная трудоемкость изготовления и монтажа.

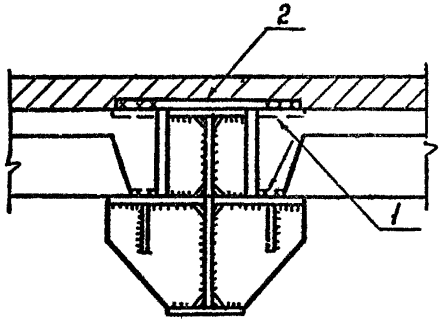
I.5. При металлическом настиле площадки шаг второстепенных балок, поддерживающих настил, следует назначать, исходя из условия полного использования несущей способности настила, и выполнять конструкцию площадки, как правило, блочно-щитового типа.

I.6. С целью упрощения монтажа при отсутствии ограничений по габариту перекрытий следует предусматривать этажное опирание второстепенных балок на главные балки. При опирании второстепенных балок на главные в одном уровне должна быть обеспечена возможность заводки второстепенных балок между главными и главных балок между колоннами.

I.7. При значительных сосредоточенных нагрузках, например от автопогрузчиков, настил рабочих площадок следует выполнять в виде ортотропной плиты. Расчет настила на прочность и устой-

чивость можно производить с учетом рекомендаций [7].

I.8. При выполнении настила перекрытия из сборных железобетонных плит наиболее целесообразным является применение плит с пролетом, равным шагу балок перекрытия с этажным опиранием плит на балки. Применение укороченных железобетонных плит перекрытия с опиранием их на балки в одном уровне приводит к значительному усложнению конструкции балок и к перерасходу металла. В этом случае с целью облегчения балок перекрытия следует предусматривать замоноличивание сборного перекрытия, создание неразрезной плиты перекрытия, что позволяет облегчить балки за счет передачи крутящего момента от односторонней временной нагрузки на плиты перекрытия (см. черт. I).



Черт. I. Узел опирания укороченных сборных железобетонных плит перекрытий на балку
I - приварка плиты к арматуре и столику;
2 - арматура для передачи крутящего момента

I.9. При выполнении монолитного железобетонного перекрытия по стальным балкам, а также при замоноличивании перекрытия на сборных железобетонных плит нагрузки на балки перекрытия следует определять с учетом неразрезности перекрытия.

I.I0. При этажном опирании железобетонных ребристых плит, а также второстепенных балок на главные балки следует выполнять проверку верхних полок главных балок на отгиб при отсутствии в главной балке подкрепляющего ребра непосредст-

венно под ребром железобетонной плиты или под второстепенной балкой.

При отсутствии подкрепляющих ребер в главной балке также следует проверять ее стенку на местное смятие.

Типы балок и компоновка сечений составных балок

I.II. Прокатные балки принимают из двутавров или швеллеров, причем для применения рекомендуются наиболее экономичные профили, имеющие минимальную толщину стенки. Сварные балки, как правило, следует проектировать в виде двутавров из трех листов.

Предельная высота балок определяется габаритом железнодорожных перевозок. Как правило, следует избегать устройства продольных монтажных стыков балок.

I.I2. При пролетах балок более I2 м в целях уменьшения веса балки рекомендуется изменять сечение балки в соответствии с огибающей эпюрой моментов. При этом следует назначать не более двух стыков в одном пролете. Изменение сечения балок, как правило, производится за счет изменения ширины (толщины) поясов и стенки балок. При необходимости можно также изменять высоту балки по ее длине, если это экономически оправдано, так как изготовление балок переменной высоты более трудоемко.

В конструктивном отношении балки должны удовлетворять требованиям пунктов I3.24 - I3.28 [I, 7]

Подбор сечения балок

I.I3. При подборе сечений балок на действие изгибающего момента и поперечной силы необходимо обеспечить согласно [I7]:

а) прочность балок в соответствии с п. 5.I2-5.I4, 5.I7--5.23;

б) относительные прогибы балок в соответствии с пунктом I3.I;

в) общую устойчивость балок согласно п.5.I5; 5.I6;

г) местную устойчивость стенки и поясов согласно разделу 7;

д) выносливость балок, в которых могут возникать явления усталости в соответствии с требованиями раздела 9;

е) прочность с учетом хрупкого разрушения в соответствии

с разделом 10.

1.14. Подбор сечений балок на прочность с учетом упругой работы материала рекомендуется производить с помощью таблиц Приложения 1:

двутавровые балки по ГОСТ 26020-83 - табл. 1;

балки из швеллеров по ГОСТ 8240-72 и двутавров по ГОСТ 8239-72 - табл. 2;

сварные балки высотой от 800 до 3200 мм - табл. 3.

В таблицах приведены также данные по расчету балок по второму предельному состоянию по условию прогиба. Приведены также величины ℓ_{ef} по табл. 8 [1], при которых не требуется проверки балок на общую устойчивость.

1.15. Подбор сечений двутавровых балок по ГОСТ 26020-83 с учетом развития пластических деформаций рекомендуется производить с помощью таблиц Приложения 2.

1.16. Сечения ребер жесткости балок как односторонних, так и двусторонних приведены в таблицах Приложения 4.

Сечения опорных ребер жесткости для разрезных и неразрезных балок также приведены в таблицах Приложения 4.

Расчет балок с учетом кручения

1.17. Касательные напряжения в элементах открытого сечения, подвергаемых свободному кручению, определяются по формуле

$$\tau_{\omega} = \frac{M_t \cdot t_w}{J_t}, \qquad (1)$$

где: M_t - крутящий момент;

J_t - момент инерции кручения балки;

t_w - толщина стенки.

1.18. Напряжения в элементах открытого сечения, подвергаемых стесненному кручению, определяются по формулам

$$\sigma_{\omega} = \frac{B_{\omega}}{W_{\omega}} \leqslant R_y, \qquad (2)$$

$$\tau_{\omega} = \pm \frac{M_{\omega} \cdot S_{\omega}}{J_{\omega} \cdot t_w} + \frac{M_t \cdot t_w}{J_t} \leqslant R_s, \qquad (3)$$

где. σ_{ω} - нормальные напряжения от кручения;

τ_ω – касательные напряжения от кручения;
B_ω – изгибно-крутящий бимомент в кН.м^2, Н.см^2;
M_ω – изгибно-крутящий момент в кН.м, Н.см;

I.I9. Прочность элементов открытого сечения, подвергаемых изгибу и кручению, проверяется по формулам:

$$\pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{B_\omega}{W_\omega} \leqslant R_y, \qquad (4)$$

$$\pm \frac{Q_x \cdot S_x}{J_x \cdot t} \pm \frac{Q_y \cdot S_y}{J_y \cdot t} \pm \tau_\omega \leqslant R_s \qquad (5)$$

I.20. Определение бимоментов и крутящих моментов следует выполнять по формулам, приведенным в [4] с учетом закреплений по п. I.I9. Секториальные геометрические характеристики прокатных двутавровых балок и швеллеров приведены в приложении 3.

I.2I. Следует подразделять два типа закрепления:

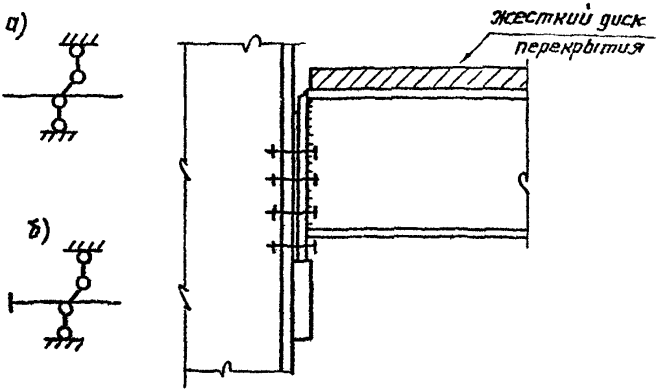
1. Опора, закрепляющая от закручивания, но не препятствующая свободной депланации.

2. Опора, закрепляющая от закручивания и депланации.

Условные обозначения опор (см. черт. 2).

Опоре типа 2 соответствует только жесткое крепление балок на опоре с перекрытием полок и опора по (черт. 3) при наличии жесткого диска перекрытия, приваренного к балке. Большинство других опираний балок являются промежуточными между опорами типа I и 2.

I.22. При невозможности избежать кручения балок необходимо принимать конструктивные меры по увеличению жесткости на кручение. Наличие рёбер жесткости, а также уменьшение расстояния между ними несущественно влияет на жёсткость балки. Согласно [4] для сварных двутавровых балок при определении момента инерции при кручении по формуле [7] может быть рекомендован коэффициент $\alpha = 1{,}5$. Более эффективным средством увеличения жёсткости балки является установка планок, соединяющих верхний и нижний пояс балки. Варьируя расстояния между планками можно приблизить сечение балки к коробчатому.



Черт. 2. Условное обозначение опор балок
а - опора типа 1;
в - опора типа 2

Черт. 3. Узел опирания балок, соответствующий опоре типа 2 по черт. 2

2. ЛИСТОВЫЕ НАСТИЛЫ ПЛОЩАДОК

Расчет сечения настила площадок

2.1. Листовые настилы рассчитываются как шарнирно или жестко опертые на опоры пластинки (жесткие, гибкие или абсолютно гибкие мембранные). Соотношение между работой настила на изгиб и растяжение зависит от толщины листа и величины его деформаций под действием поперечной нагрузки:

а) пластинка считается жесткой, если при ее деформации под действием поперечной нагрузки можно пренебречь напряжениями растяжения в срединной поверхности. Пластинки относятся к жестким, если величина стрелы прогиба при изгибе не превышает 1/5 толщины. Другим критерием жесткой пластинки может служить отношение пролета к толщине; при $\frac{\ell}{t} < 50$ пластинка считается жесткой;

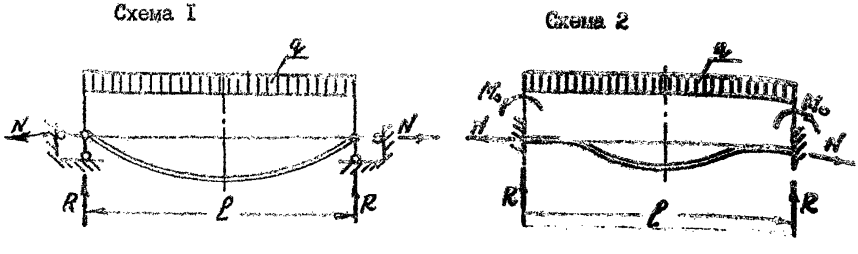
б) пластинка считается абсолютно гибкой или мембранной, если ее прогиб превышает толщину в 5 раз и более. При расчете мембраны можно пренебречь собственными изгибными напряжениями

по сравнению с напряжениями в срединной плоскости. Другим критерием мембраны может служить отношение пролета к толщине; при $\frac{\ell}{t} > 300$ пластинка считается мембраной;

в) гибкой называют пластинку, при расчете которой наряду с изгибными напряжениями необходимо учитывать цепные напряжения от распора или мембранные усилия. Для гибких пластинок напряжения изгиба и цепные напряжения являются величинами одного порядка.

2.2. Приваренный к балкам сплошной листовой настил с закрепленными от взаимного сближения кромками, работает на изгиб и растяжение как гибкая пластинка. Если одна из сторон прямоугольной пластинки имеет значительно большую длину, чем другая сторона (для практических целей $\frac{b}{\ell} \geqslant 2$), то при расчете такой пластинки можно пренебречь изгибом в направлении длинной стороны и свести задачу к случаю цилиндрического изгиба вдоль короткой стороны пластинки.

2.3. Как правило в справочниках и монографиях таблицы для расчета пластинок приводятся только для пластинок с защемленными или шарнирно-опертыми кромками (черт. 4). Правда, в сборнике статей "Расчет пространственных конструкций" Выпуск VIII, М., Госстройиздат, 1962 Лейтесом С.Д. приведен график несущей способности пластинки с защемленными кромками при учете пластических деформаций на опоре для стали с пределом текучести $\sigma_т = 2400$ кгс/см^2. Однако пользование этим графиком невозможно при применении марок стали с другими пределами текучести.

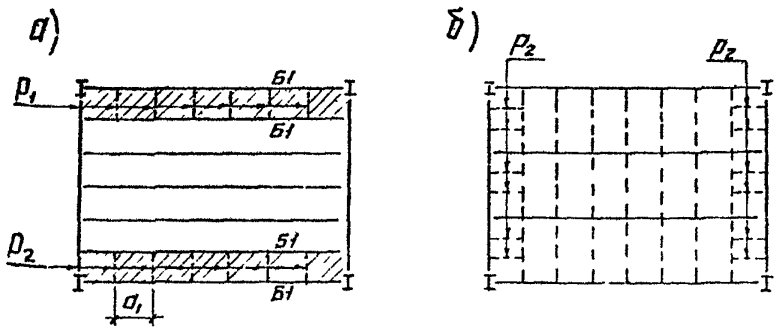


Черт. 4 Расчетные схемы пластинок.
схема I – шарнирно закрепленные кромки,
схема 2 – защемленные кромки

С достаточной для практики точностью расчет пластинки с учетом развития пластических деформаций на опорах может производиться путем принятия средних значений величин несущей способности по прочности или прогибу в середине пролета для пластинки с шарнирными и защемленными кромками.

Поскольку случай пластинки с шарнирно закрепленными кромками является исключительным, то подбор сечения пластинки производят, принимая максимальную несущую способность пластинки для схемы с учетом упругопластических деформаций. Однако в тех случаях, когда решающим является прогиб, иногда целесообразнее производить подбор сечения по схеме пластинки с защемленными кромками.

2.4. При расчете настила с учетом цепных напряжений следует предусмотреть восприятие усилий от распора в крайних панелях в соответствии с черт. 5.



Черт. 5. Восприятие распора настила площадок в крайних панелях

Заштрихованный на черт. 5 а блок, состоящий из балок БI, настила и ребер PI, должен быть рассчитан с учетом распорных сил от настила. Ребра PI в этом случае следует вварить в балки БI. В соответствии с аналогичными соображениями для случая, изображенного на черт. 5 б, следует устанавливать ребра Р2.

Настилы площадок без ребер при одно- и двухпролетной схемах настила должны рассчитываться на изгиб без учета цепных

напряжений.

При равномерно распределенной нагрузке от людей или материалов, которые, как правило, не располагаются равномерно по площади всей площадки, цепные усилия гасятся внутри площадки и ими можно пренебречь.

2.5. Подбор сечения настилов и ребер жесткости можно производить с помощью таблиц Приложения 6.

3. СКВОЗНЫЕ НАСТИЛЫ ПЛОЩАДОК

3.I. К сквозным настилам относятся настилы из просечно-вытяжной стали по ГОСТ 8706-78, решетчатые настилы типа "Батайск" по ТУ 36-2044-77 и типа "ВИСП" по ТУ 36-2370-82, а также штампованные настилы.

3.2. Решетчатые настилы имеют малую металлоемкость и значительные эксплуатационные преимущества для производств с большим пылевыделением, так как позволяют отказаться от уборки пыли по промежуточным перекрытиям. Исходя из этого, при прочих равных условиях, следует отдавать предпочтение решетчатым настилам и применять площадки и лестницы по ГОСТ 23120 78 и соответствующим типовым сериям.

3.3. Величина нагрузки на решетчатые настилы в зависимости от пролета (ширины) приведена в табл. I.

Таблица I

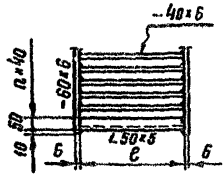
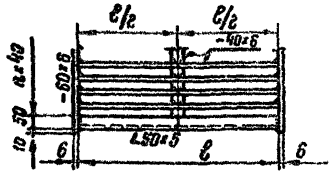
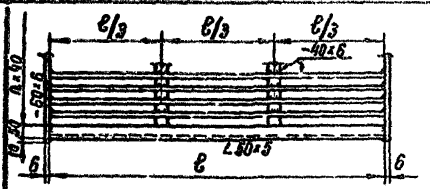
Пролет настила, L, мм	Нормативная равномерно-распределенная нагрузка для настилов типа, кН/м^2	
	"Батайск"	"ВИСП"
500	20,0	26,0
700	I6,5	20,0
900	9,0	II,00
II00	5,2	7,00

3.4. Данные для подбора сечения просечно-вытяжного настила по ГОСТ 8706-78 приведены в Приложении 6.

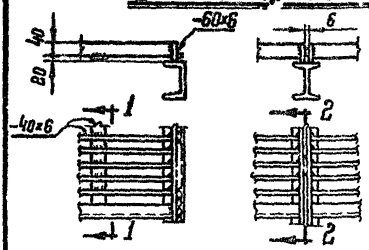
3.5. Кроме указанных видов настила существуют решётчатые настилы для цехов металлургической промышленности. Конструкция и требуемые типы настилов в зависимости от пролёта настила и нагрузок приведены в табл. 2.

Таблица 2

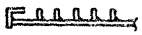
Решетчатый настил

Тип настила	Конструкция настила	Пролет настила ℓ мм	Допускаемая нормативная нагрузка q кгс/м²
I		$\ell \leq 500$	1000
II		$500 < \ell \leq 1000$	1000
III		$\ell \geq 1000$	1000 при $\ell \leq 1500$ 400 при $1500 < \ell \leq 2000$

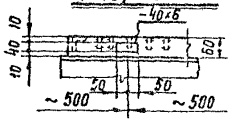
Детали крепления решетчатого настила



Разрез 1-1



Разрез 2-2



4. ОПОРНЫЕ УЗЛЫ БАЛОК И МОНТАЖНЫЕ СТЫКИ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ

4.I. Различные узлы шарнирного и рамного решения крепления балок перекрытий разработаны в типовой серии 2.440-I, узлы стальных конструкций производственных зданий. Выпуск I. Рамные и шарнирные узлы балочных клеток и примыкания ригелей к колоннам. Чертежи КМ.

4.2. Расчет на прочность монтажных стыков балок на высокопрочных болтах следует выполнять в соответствии с пунктом II.I4 [I] (черт. 6) и рекомендациями п. 3.3 и 3.4.

4.3. Расчет болтов стыка полок элементов выполняется по несущей способности основного сечения $[N]_n$ по первому ряду болтов с учетом ослабления (если оно учитывается) в соответствии с пунктом II.I3 [I].

Расчет болтов стыка стенок балок производится на действие следующих усилий:

а) на поперечную силу в месте стыка Q

$$N_1 = \frac{Q}{n \cdot \kappa} \quad ; \qquad (6)$$

б) на нормальную силу в элементе (если она имеется)

$$N_2 = \frac{N \cdot A_w}{A \cdot n \cdot \kappa} \quad ; \qquad (7)$$

в) на больший из моментов $M_1 = Q \cdot \ell$ или $M_2 = \frac{J_w}{J} \cdot M_б$

$$N_3 = \frac{M \cdot h^{max}}{m \cdot \kappa \cdot \sum h_i^2} \quad . \qquad (8)$$

Суммарное усилие на I болт составляет

$$\sum N = \sqrt{(N_2 + N_3)^2 + N_1^2} \leqslant Q_{бh}. \qquad (9)$$

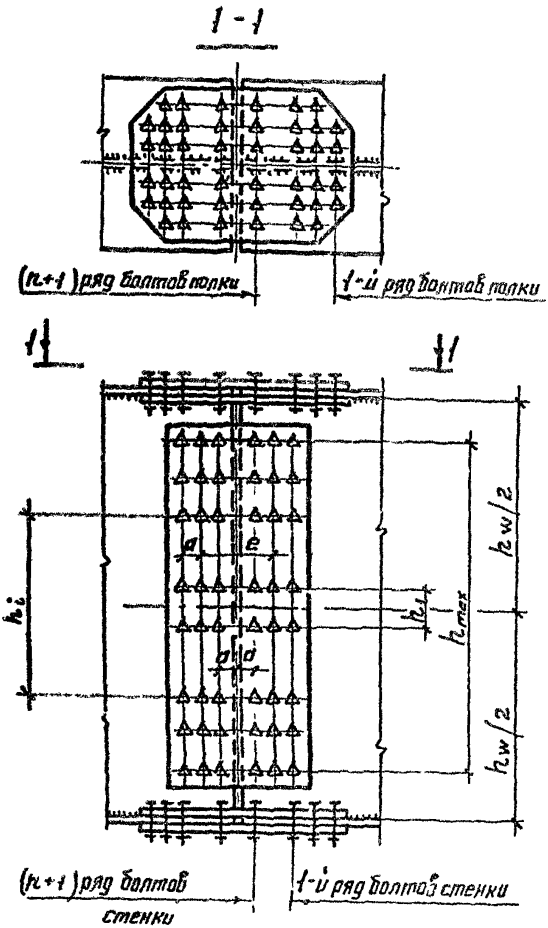
В формулах приняты следующие обозначения:

A и A_w – площади сечений балки и стенки;

J и J_w – моменты инерции балки и стенки;

$M_б$ – изгибающий момент, действующий в месте стыка балки;

ℓ – расстояние между центрами болтовых соединений полунакладок;



Черт. 6. Монтажный стык балок на высокопрочных болтах

m – количество рядов болтов в стенке каждого монтажного элемента;

n – общее число болтов на полунакладке в стыке стенки;

$к$ – число поверхностей трения;

Q_{bh} – предельное усилие, которое может быть воспринято одной поверхностью трения.

4.4. Расчет накладок поясов выполняется по несущей способности основного сечения по первому ряду болтов с учетом ослабления (если оно учитывается).

Площади сечения наружной и внутренних накладок подбираются таким образом, чтобы обеспечить восприятие не менее 50% усилия, равного несущей способности пояса балки отдельно наружной и внутренними накладками.

4.5. Расчет накладок по стенкам балок следует выполнять, исходя из равнопрочности стенки балки по первому ряду болтов и накладок по $(n+1)$ ряду болтов.

Расчетный момент на накладку определяется по формуле

$$M = \frac{J_w}{J} \cdot M_B + \frac{Q\ell}{2}, \qquad (10)$$

при этом должно быть выполнено условие:

$$J_{n+1} \geq J_{w_1} \quad \text{и}$$

$$A_{n+1} \geq A_{w_1},$$

где: J_{w_1}, J_{n+1}, A_{w_1}, A_{n+1} – моменты инерции и площади стенки и накладки с учетом полного ослабления отверстиями под болты.

$$A_{w_1} = h_w \cdot t_w - m_1 \cdot d \cdot t_w, \qquad (11)$$

где: d – диаметр отверстия под болт;

m_1 – количество болтов в I-ом ряду

$$J_{w_1} = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} - 0{,}5d \cdot t_w \cdot \Sigma h_i^2. \qquad (12)$$

Расчет характеристик накладок производится аналогично расчету стенки балки.

4.6. Расчет стыков балок можно производить с помощью таблиц Приложения 5.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Предельные усилия прокатных и сварных балок при $\varphi_b = I$

В табл. I, 2 приложения приведены:

предельные значения нормативных моментов при пролетах балок $\ell = 6$ м и относительных прогибах балок к пролету $f/\ell = I/250$ и $f/\ell = I/400$ для статически определимых балок на двух опорах, нагруженных равномерно распределенной нагрузкой, определяемые по формуле

$$M^н = 9{,}6\frac{EJ}{\ell}\left(\frac{f}{\ell}\right),$$

где: ℓ – пролет балки принят равным 6 м;

$\left(f/\ell\right)$ – относительный прогиб балки (к пролету ℓ);

наибольшие значения ℓ_{ef} по табл. 8 [I], при которых не требуется расчета на устойчивость, определяемые ℓ_{ef1} – по формуле 35/I /, ℓ_{ef2} – по формуле 36 / I /, и ℓ_{ef3} – по формуле 37 / I / при $R_y = 235$ МПа.

Предельные значения M_n и Q_n для балок из различных марок стали – по формулам (28) и (29) / I / при $\gamma_c = I$ и $\varphi_b = I$.

При пролетах, отличных от 6 м, нормативный момент может быть определен по формуле

$$M^н = \frac{M^н_т \cdot 6}{\ell},$$

где: $M^н_т$ – нормативный момент, определенный по таблице;

ℓ – пролет балки в м.

Подбор сечений балок при $\varphi_b \neq I$ производится с учетом коэффициентов φ_b.

В табл. 3 приведены геометрические характеристики и предельные усилия по условиям прочности и прогиба для сварных балок.

Материал балок – сталь марки 09Г2С.

При вычислении предельных моментов расчетные сопротивления по / I / определялись с учетом толщины поясов балок, при вычислении предельных поперечных сил с учетом толщины стенок. Значения поперечных сил вычислены по формулам:

$$Q_1 = h_{w1}\, t_w\, R_s \;/\; I{,}5$$

(с учетом выреза стенок $h_{w1} = h_w - 150$ мм);

(формула 29 по [1]).

При других марках стали усилия могут быть определены по формулам

$$M_1 = \frac{M_т}{R_y} \cdot R_{y1} \qquad \text{и} \qquad Q_1 = \frac{Q_т}{R_s} \cdot R_{s1},$$

где $M_т$ и $Q_т$ – табличные значения предельных моментов и поперечных сил;

M_1 и Q_1 – то же, для других марок стали;

R_{y1} и R_{s1} – расчетные сопротивления марки стали, принятой в расчете.

Предельные значения нормативных моментов вычислены при отношении f/ℓ = I/400 и пролетах I2 м – для балок высотой до 2000 мм, 24 м – для балок высотой более 2000 мм.

Пример I.

Требуется подобрать сечение балки пролетом 6 м, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой из стали марки 09Г2С-6 при $\varphi_б$ = I.

Расчетный момент M = 2490 кН.м. Нормативный момент $M^н$ = = 2I00 кН.м. Опорная реакция A = I660 кН. Предельный относительный прогиб f/ℓ = I/400.

По табл. I находим сечение балки I00Б1 и предельные усилия ($M_п$ = 26I0 кН·м > 2490 кН·м, $M^н$ = 3675 кН·м > 2I00 кН·М, $Q_п$ = 2290 кН > I600 кН).

Пример 2.

Требуется подобрать сечение балки пролетом 8 м, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой из стали марки ВСт3пс6 при $\varphi_б$ = I.

Расчетный момент M = I80 кН.м. Нормативный момент $M^н$ = = I50 кН·м. Опорная реакция Q = 90 кН. Предельный относительный прогиб f/ℓ = I/250.

По табл. I принимаем сечение I 40Б1. Табличные значения $M_п$ = I89 кН.м > I80 кН·м, $Q_п$ = 330 кН > 90 кН. Прочность балки обеспечена.

Для ℓ = 6 м $M^н$ = 208 кН·м, то же для ℓ = 8 м. $M^н$=208.6/8= =I56 кН·м > I50 кН·м. Оставляем принятое сечение балки.

Балки из двутавров по ГОСТ 26020-83

№ профиля	Площадь A	Предельные значения					Предельные			
		$M^н$ при $\ell=6$ и f/ℓ равном		ℓ_{ef}, по табл.8 /I/			ВСт3кп2		ВСт3пс6 Вст3сп5	
		$\frac{I}{250}$	$\frac{I}{400}$	ℓ_{ef1}	ℓ_{ef2}	ℓ_{ef3}	M_n	Q_n	M_n	Q_n
	см²	кН.м		м	м	м	кН.м	кН	кН.м	кН
				Нормальные двутавры						
23БI	32,9	39	25	2,0	3,0	2,3	59	I49	6I	I55
26БI	35,6	53	33	2,2	3,3	2,5	70	I72	73	I80
30БI	4I,9	83	52	2,5	3,8	2,9	96	200	I00	208
35БI	49,5	I33	83	2,7	4,I	3,I	I3I	248	I37	259
35Б2	55,2	I52	95	2,8	4,I	3,I	I49	263	I56	274
40БI	6I,3	208	I30	2,9	4,3	3,2	I8I	3I6	I89	330
40Б2	69,7	244	I53	2,9	4,3	3,3	2II	342	220	358
45БI	76,2	329	206	3,I	4,6	3,5	253	397	265	4I5
45Б2	86,0	38I	238	3,I	4,7	3,5	29I	432	304	45I
50БI	93,0	490	306	3,4	5,I	3,9	340	496	355	5I8
50Б2	I02,8	559	349	3,5	5,2	3,9	385	525	402	548
55БI	II3,4	734	459	3,8	5,7	4,3	46I	593	482	6I9
55Б2	I24,8	828	5I7	3,8	5,7	4,3	5I7	629	540	657
60БI	I35,3	I038	649	4,0	5,9	4,4	598	7I4	624	745
60Б2	I47,3	II55	722	4,0	5,9	4,4	66I	754	690	787
70БI	I64,7	I660	I038	4,4	6,5	4,9	820	94I	857	983
70Б2	I83,6	I924	I202	4,4	6,6	5,0	942	995	984	I030
80БI	203,2	2630	I644	4,6	6,9	5,2	II30	I200	II80	I250
90БI	247,I	40I3	2508	4,9	7,3	5,5	I530	I500	I600	I560
I00БI	293,8	5880	3675	5,2	7,8	5,9	I840	I620	I930	I700
I00Б2	328,9	6808	4255	5,2	7,8	5,9	2I20	I740	2220	I830
I00Б3	364,0	7748	4843	5,2	7,8	5,9	2390	I860	25I0	I950
I00Б4	400,6	864I	5400	5,2	7,8	5,9	2650	2030		
				Двутавры дополнительной серии Б						
35ДБI	42,8	II3	70	2,I	3,2	2,4	II0	23I	II5*	242*
40ДБI	50,6	I72	I08	2,3	3,4	2,6	I47	282	I54*	294*
45ДБI	67,0	288	I80	2,5	3,7	2,8	2I8	378	228*	395*
45ДБ2	82,8	380	238	3,I	4,7	3,5	288	396	30I*	4I4*

Таблица I

Значения усилий M_n, кН.м и Q_n, кН при марках стали										№ профиля
ВСт3пс6-I		ВСт3пс6-2		ВСт3сп5-I		ВСт3сп5-2		09Г2С		
M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	
кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	
Нормальные двутавры										
63	I59	70	I78	65	I65	73	I85	86	2I8	23БI
75	I84	84	207	78	I92	87	2I5	I03	253	26БI
I02	2I3	II5	239	I07	222	I20	248	I4I	293	30БI
I40	264	I57	297	I45	275	I63	308	I92	363	35БI
I59	280	I79	3I5	I66	292	I85	327	205	362	35Б2
I93	337	2I7	379	20I	35I	225	393	249	435	40БI
225	365	253	4II	225	365	253	4II	290	472	40Б2
270	423	304	476	270	423	304	476	349	547	45БI
3I0	46I	349	5I8	3I0	46I	349	5I8	400	595	45Б2
363	529	408	595	363	529	408	595	468	683	50БI
4I0	560	46I	629	4I0	560	46I	629	530	723	50Б2
492	632	554	7II	492	632	554	7II	636	8I6	55БI
55I	67I	620	755	55I	67I	620	755	7I2	867	55Б2
637	76I	7I7	857	637	76I	7I7	857	823	983	60БI
705	804	793	905	705	804	793	905	9I0	I030	60Б2
875	I000	984	II20	875	I000	984	II20	II20	I290	70БI
I000	I060	II30	II90	I000	I060	II30	II90	I250	I370	70Б2
I2I0	I280	I360	I440	I2I0	I280	I360	I440	I560	I660	80БI
I630	I600	I840	I800	I630	I600	I840	I800	2II0	2070	90БI
I980	I730			2070	I8I0			2630	2290	I00БI
2270	I870			2380	I950			3000	2460	I00Б2
				2680	2090			3380	2640	I00Б3
								3490	2670	I00Б4
Двутавры дополнительной серии										
II7	247	I32	278	I22	257	I37	288	I62	339	35ДБI
I57	30I	I77	338	I64	3I3	I83	35I	2I6	4I4	40ДБI
233	403	262	454	233	403	262	454	300	52I	45ДБI
307	423	346	475	307	423	346	475	397	546	45ДБ2

В прямоугольники включены усилия для профилей, включенных в сокращенный сортамент.

№ профиля	Площадь A	Предельные значения					Предельные			
		$M^н$ при ℓ=6 м и f/ℓ равном		ℓ_{ef}, м по табл.8 /I/			ВСт3кп2		ВСт3пс6	
		I/250	I/400	ℓ_{ef1}	ℓ_{ef2}	ℓ_{ef3}	M_n	Q_n	M_n	Q_n
	$см^2$	кН.м	кН.м	м	м	м	кН.м	кН	кН.м	кН
Широкополочные двутавры										
20Ш1	38,9	35	22	3,3	4,9	3,7	62	136	65	142
23Ш1	46,1	56	35	3,3	4,9	3,7	85	172	89	180
26Ш1	54,4	82	51	3,8	5,6	4,3	112	206	117	215
26Ш2	62,7	98	61	3,9	5,7	4,4	131	224	137	234
30Ш1	68,3	137	86	4,1	6,1	4,6	161	273	168	285
30Ш2	77,6	161	101	4,3	6,2	4,8	186	293	194	306
30Ш3	87,0	185	116	4,3	6,2	4,8	211	313	221	327
35Ш1	95,7	261	163	5,1	7,6	5,8	263	377	275	394
35Ш2	104,7	291	182	5,3	7,8	6,0	291	399	304	417
35Ш3	116,3	331	207	5,5	8,0	6,1	328	424	343	443
40Ш1	122,4	453	283	6,1	9,2	7,0	398	436	416	456
40Ш2	141,6	523	327	6,4	9,5	7,2	456	530	476	553
40Ш3	157,2	590	369	6,6	9,7	7,4	509	580	531	605
50Ш1	145,7	803	502	5,7	8,6	6,5	567	623	592	651
50Ш2	176,6	956	598	6,0	8,8	6,7	668	819	697	855
50Ш3	199,2	1110	694	6,1	9,0	6,8	697	807	731	846
50Ш4	221,7	1268	792	6,1	8,9	6,8	787	868	825	910
60Ш1	181,1	1415	884	6,0	8,9	6,8	833	813	870	849
60Ш2	225,3	1738	1086	6,2	9,1	6,9	920	986	965	1030
60Ш3	261,8	2069	1293	6,2	9,1	6,9	1080	1120	1130	1170
60Ш4	298,3	2406	1504	6,2	9,1	6,9	1240	1250	1300	1310
70Ш1	216,4	2268	1417	5,8	8,6	6,5	1130	1060	1180	1110
70Ш2	251,7	2709	1693	5,9	8,7	6,6	1210	1090	1270	1140
70Ш3	299,8	3258	2036	5,8	8,7	6,5	1440	1310	1510	1380
70Ш4	341,6	3750	2343	5,8	8,6	6,5	1640	1500		
70Ш5	389,7	4359	2724	5,8	8,6	6,5	1880	1700		

Продолжение табл.I

значения усилий M_n, кН.м и Q_n, кН при марках стали										№ профил
ВСт3пс6-I		ВСт3пс6-2		ВСт3сп5-I		ВСт3сп5-2		09Г2С		
M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	
кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	
Широкополочные двутавры										
66	I45	74	I63	69	I5I	77	I69	9I	200	20Ш1
90	I84	I02	206	94	I9I	I06	2I4	II7	237	23Ш1
II0	220	I34	247	I24	223	I39	256	I54	284	26Ш1
I40	239	I57	268	I40	239	I57	268	I8I	308	26Ш2
I72	29I	I93	327	I72	29I	I93	327	222	376	30Ш1
I98	3I2	223	352	I98	3I2	223	352	256	404	30Ш2
225	334	254	376	225	334	254	376	29I	432	30Ш3
28I	402	3I6	452	28I	402	3I6	452	363	5I9	35Ш1
3II	426	350	479	3II	426	350	479	40I	560	35Ш2
350	452	394	508	350	452	394	508	452	584	35Ш3
425	465	473	524	425	468	473	524	549	60I	40Ш1
486	565	547	636	486	565	547	636	628	730	40Ш2
542	6I8	6I0	696	542	6I8	6I0	696	70I	799	40Ш3
604	685	680	748	604	685	680	748	78I	859	50Ш1
7I2	873	80I	983	7I2	873	80I	983	920	II20	50Ш2
748	866			782	905			987	II40	50Ш3
844	932			883	974			IIIO	I220	50Ш4
888	867	999	975	888	867	999	975	II40	IIIO	60Ш1
988	I050			I030	II00			I300	I390	60Ш2
II60	I200			I2I0	I250			I520	I580	60Ш3
				I390	I400			I750	I770	60Ш4
I200	II30	I350	I270	I200	II30	I350	I270	I560	I460	70Ш1
I300	II70			I360	I220			I720	I540	70Ш2
				I620	I470			2040	I860	70Ш3
								2320	2I30	70Ш4
								2480	2240	70Ш5
94	I60	I06	I80	98	I67	II0	I87	I22	207	20К1

В прямоугольники включены усилия для профилей, включенных в *сокращенный сортамент*.

Балки из швеллеров по ГОСТ 8240-72 и двутавров по ГОСТ 8239-72

№ профиля	Площадь A	Предельные значения $M^н$ при l = 6м и f/l равном		l_{ef_1}	l_{ef_2}	l_{ef_3}	Предельные ВСт3кп2		ВСт3пс6 ВСт3сп5	
		1/250	1/400				M_n	Q_n	M_n	Q_n
	$см^2$	кН.м		м			кН.м	кН	кН.м	кН
Балки из швеллеров										
10	10,9	2,3	1,4	0,9	1,3	1,0	8	50	8	52
12	13,3	4,0	2,5	0,9	1,4	1,1	11	64	12	67
14	15,6	6,5	4,0	1,0	1,5	1,2	16	77	16	80
16	18,1	9,8	6,2	1,1	1,7	1,3	21	90	22	94
18	20,7	14,4	9,0	1,2	1,8	1,4	27	104	28	109
20	23,4	20,0	12,5	1,3	1,9	1,5	34	117	36	123
22	26,7	27,8	17,4	1,4	2,1	1,6	43	135	45	141
24	30,6	38,2	23,9	1,5	2,3	1,7	54	152	57	159
27	35,2	54,8	34,3	1,6	2,4	1,8	69	183	72	191
30	40,5	76,6	47,9	1,6	2,5	1,9	87	220	91	230
40	61,5	200,7	125,4	1,8	2,7	2,1	171	358	179	374
Балки из двутавров										
10	12,0	2,6	1,6	1,1	1,6	1,2	9	51	9*	53*
12	14,7	4,6	2,9	1,2	1.8	1,4	13	65	14*	68*
14	17,4	7,5	4,7	1,4	2,1	1,6	18	78	19	82
16	20,2	11,5	7,2	1,5	2,3	1,7	25	91	26	95
18	23,4	17,0	10,6	1,7	2,5	1,9	32	105	34	110
20	26,8	24,3	15,2	1,9	2,8	2,1	41	120	43	125

Со звездочкой - приведены данные для ВСт3сп5

В прямоугольники включены усилия для профилей, включенных в сокращенный сортамент

Таблица 2

Значения усилий M_n и Q_n при марках стали										№ профиля
ВСт3пс6-I		ВСт3пс6-2		ВСт3сп5-I		ВСт3сп5-2		09Г2С		
M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	M_n	Q_n	
кН м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	кН.м	кН	
по ГОСТ 8240-72										
8	53	9	60	9	55	I0	62	II	73	I0
I2	69	I4	77	I3	7I	I4	80	I7	94	I2
I7	82	I9	92	I8	85	20	93	23	II3	I4
22	96	25	I08	23	I00	26	II2	3I	I32	I6
29	III	33	I25	30	II5	34	I29	40	I52	I8
36	I25	4I	I4I	38	I3I	43	I46	50	I72	20
46	I44	52	I62	48	I50	54	I68	60	I86	22
56	I63	65	I83	6I	I69	66	I90	75	2I0	24
74	I95	83	220	74	I95	83	220	95	252	27
93	235	I04	264	93	235	I04	264	I20	303	30
I83	382	205	429	I83	382	205	429	236	493	40
по ГОСТ 8239-72										
I0	54	II	6I	I0	56	II	63	I3	74	I0
I4	69	I6	78	I5	72	I6	8I	I9	95	I2
20	83	22	94	20	87	23	97	27	II5	I4
26	98	29	II0	27	I02	3I	II4	36	I34	I6
34	II3	39	I27	36	II7	40	I3I	47	I55	I8
44	I28	50	I44	46	I33	52	I49	6I	I76	20

Таблица 3

Геометрические характеристики и предельные усилия сварных балок двутаврового сечения

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^H	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
790	8	300	I4	I47	I68600	4I23	23I2	6303	420	695	I278	653	III0
		300	I6	I59	I88800	4504	2558	7203	480	778	I420	653	II20
		300	I8	I7I	209I00	5065	2806	8I03	540	862	I570	653	II40
		300	20	I83	229700	5536	3054	9003	600	947	I7I0	653	II50
		400	I6	I9I	240700	5858	3203	I7070	854	992	I8I0	653	II50
		400	I8	207	267900	6488	3533	I9200	960	II00	20I0	653	II60
		400	20	223	295300	7II7	3864	2I330	I067	I2I0	2200	653	II70
		400	22	239	323000	7747	4I97	23470	II74	I330	2240	653	II70
790	I0	300	I4	I63	I76800	4324	2469	6307	420	729	I340	767	I280
		300	I6	I75	I97000	4794	27I5	7207	480	8I2	I480	767	I300
		300	I8	I87	2I7300	5264	2962	8I07	540	896	I630	767	I3I0
		300	20	I99	237900	5734	32I0	9007	600	980	I770	767	I330
		400	I6	207	248900	6058	3359	I7070	854	I020	I870	767	I330
		400	I8	223	276I00	6687	3689	I9200	960	II30	2070	767	I340
		400	20	239	303500	73I5	4020	2I330	I067	I250	2260	767	I350
		400	22	255	33I200	7944	4353	23470	II74	I360	2300	767	I360
790	I2	300	I4	I79	I85000	4525	2625	63II	42I	762	I400	92I	I520
		300	I6	I9I	205200	4994	287I	72II	48I	846	I540	92I	I540
		300	I8	203	225600	5463	3II8	8III	54I	929	I690	92I	I560
		300	20	2I5	246I00	5932	3366	90II	60I	I0I0	I830	92I	I570
		400	I6	223	257200	6258	35I5	I7070	854	I050	I940	92I	I570
		400	I8	239	284300	6886	3845	I92I0	96I	II70	2I30	92I	I590
		400	20	255	3II700	75I3	4I76	2I340	I067	I280	2320	92I	I6I0
		400	22	27I	339400	8I4I	4509	23470	II74	I390	2360	92I	I620
790	I4	300	I4	I96	I93200	4726	278I	63I8	42I	796	I460	I070	I740
		300	I6	207	2I3400	5I94	3027	72I8	48I	879	I600	I070	I770
		300	I8	2I9	233800	5662	3274	8II8	54I	963	I750	I070	I790
		300	20	23I	254300	6I30	3522	90I8	60I	I040	I900	I070	I8I0
		400	I6	239	265400	6458	367I	I7080	854	I090	2000	I070	I8I0
		400	I8	255	292500	7085	400I	I92I0	96I	I200	2I90	I070	I840
		400	20	27I	320000	77II	4332	2I350	I068	I3I0	2390	I070	I850
		400	22	287	347700	8339	4665	23480	II74	I430	24I0	I070	I870

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^u	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
890	I0	300	I4	I73	230300	5019	2889	6307	420	949	I550	887	I430
		300	I6	I85	255700	5548	3165	7207	480	I050	I7I0	887	I450
		300	I8	I97	28I300	6077	3442	8I07	540	II50	I880	887	I460
		300	20	209	307200	6607	3720	9007	600	I260	2040	887	I480
		400	I6	2I7	32I400	6973	3889	I7070	854	I320	2I60	887	I480
		400	I8	233	355500	7680	4259	I9200	960	I460	2380	887	I500
		400	20	249	390000	8388	4630	2I340	I067	I600	2600	887	I5I0
		400	22	265	424700	9096	5003	23470	II74	I750	2630	887	I520
890	I2	300	I4	I9I	242I00	5275	3067	6313	42I	998	I630	I060	I690
		300	I6	203	267500	5803	3363	72I3	48I	II00	I790	I060	I7I0
		300	I8	2I5	293I00	633I	3640	8II3	54I	I200	I960	I060	I730
		300	20	227	3I6900	6850	3918	90I3	60I	I3I0	2I20	I060	I750
		400	I6	235	333I00	7228	4087	I7070	854	I370	2240	I060	I750
		400	I8	25I	367300	7934	4457	I92I0	96I	I5I0	2450	I060	I770
		400	20	267	40I700	864I	4828	2I340	I067	I650	2670	I060	I790
		400	22	283	436500	9348	520I	23470	II74	I790	27I0	I060	I8I0
890	I4	300	I4	209	253800	553I	3285	6320	42I	I040	I7I0	I240	I940
		300	I6	22I	279200	6058	356I	7220	48I	II50	I870	I240	I970
		300	I8	233	304800	6585	3838	8I20	54I	I250	2040	I240	I990
		300	20	245	330700	7II2	4II6	9020	60I	I360	2200	I240	2020
		400	I6	253	344900	7682	4285	I7080	854	I420	23I0	I240	2020
		400	I8	269	379000	8I88	4655	I9220	96I	I560	2530	I240	2040
		400	20	285	4I3500	8893	5026	2I350	I068	I700	2750	I240	2070
		400	22	30I	448200	9599	5399	23480	II74	I840	2780	I240	2090
890	I6	300	I4	226	265600	5787	3483	6330	422	I090	I790	I4I0	2I90
		300	I6	238	29I000	63I3	3759	7230	482	II90	I950	I4I0	2220
		300	I8	250	3I6600	6839	4036	8I30	542	I300	2II0	I4I0	2250
		300	20	262	342400	7365	4314	9030	602	I4I0	2280	I4I0	2280
		400	I6	270	356600	7737	4483	I7090	855	I460	2390	I4I0	2280
		400	I8	286	390800	8442	4853	I9230	962	I6I0	26I0	I4I0	23I0
		400	20	302	425200	9I46	5224	2I360	I068	I750	2830	I4I0	2340
		400	22	3I8	460000	985I	5597	23490	II75	I890	2850	I4I0	2360

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
990	I0	300	I4	I83	292500	5748	3334	6308	42I	I200	I780	I000	I570
		300	I6	I95	323700	6336	3640	7208	48I	I330	I960	I000	I590
		300	I8	207	355200	6924	3947	8I08	54I	I460	2I40	I000	I6I0
		300	20	2I9	386900	75I3	4255	9008	60I	I590	2320	I000	I630
		400	I6	227	404700	7920	4444	I7070	854	I660	2450	I000	I630
		400	I8	243	448600	8707	4854	I9200	960	I840	2690	I000	I650
		400	20	259	488900	9494	5265	2I340	I067	20I0	2940	I000	I660
		400	22	2I5	53I600	I0280	5678	23470	II74	2I80	2980	I000	I680
990	I2	300	I4	203	308700	6065	3579	63I4	42I	I270	I880	I200	I860
		300	I6	2I5	339900	6652	3885	72I4	48I	1400	2060	I200	I880
		300	I8	227	37I300	7240	4I92	8II4	54I	1530	2240	I200	I9I0
		300	20	239	403000	7827	4500	90I4	60I	I660	2420	I200	I930
		400	I6	247	420900	8237	4689	I7080	854	I730	2550	I200	I930
		400	I8	263	462800	9022	5099	I92I0	96I	I900	2790	I200	I950
		400	20	2I9	505I00	9808	55I0	2I340	I067	2080	3040	I200	I970
		400	22	295	547200	I0590	5923	23480	II74	2250	3070	I200	I990
990	I4	300	I4	223	324800	6383	3824	6323	422	I330	I970	I400	2I30
		300	I6	235	356I00	6969	4I30	7223	482	I460	2I60	I400	2I70
		300	I8	247	387500	7555	4437	8I23	542	I590	2340	I400	2I90
		300	20	259	4I9200	8I4I	4745	9023	602	I720	2520	I400	2220
		400	I6	267	437000	8553	4934	I7080	854	I800	2650	I400	2220
		400	I8	283	479000	9338	5344	I9220	96I	I970	2890	I400	2250
		400	20	299	52I200	I0I20	5755	2I350	I068	2I40	3I30	I400	2280
		400	22	3I5	563800	I0900	6I68	23480	II74	2320	3I60	I400	2300
990	I6	300	I4	242	34I000	670I	4069	6334	422	I400	2070	I6I0	24I0
		300	I6	254	372200	7285	4375	7234	482	I530	2250	I6I0	2440
		300	I8	266	403700	7870	4682	8I34	542	I660	2430	I6I0	2480
		300	20	2I8	435400	8455	4990	9034	602	I790	2620	I6I0	25I0
		400	I6	286	453200	8870	5I79	I7I30	855	I860	2740	I6I0	25I0
		400	I8	302	496I00	9653	5589	I9230	962	2040	2990	I6I0	2540
		400	20	3I8	537400	I0430	6000	2I360	I068	22I0	3230	I6I0	2570
		400	22	334	580000	II2I0	64I3	23500	II75	2380	3250	I6I0	2600

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^w	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
II90	I0	300	I4	203	444800	7305	4299	63I0	42I	I830	2260	I240	I860
		300	I6	2I5	489500	80I2	4665	72I0	48I	20I0	2480	I240	I880
		300	I8	227	534400	8719	5032	8II0	54I	2200	2700	I240	I900
		300	20	239	579600	9426	5400	90I0	60I	2380	2920	I240	I930
		400	I6	247	605800	99I6	5629	I7070	854	2490	3070	I240	I930
		400	I8	263	665800	I0860	6II9	I9200	960	2740	3360	I240	I950
		400	20	279	726I00	II800	66I0	2I340	I067	2990	3660	I240	I970
		400	22	295	786800	I2750	7I03	23470	II74	3240	3690	I240	I990
II90	I2	300	I4	227	472900	7766	4653	63I7	42I	I940	2400	I490	2I90
		300	I6	239	5I7600	847I	50I9	72I7	48I	2I30	2620	I490	2220
		300	I8	25I	562500	9I77	5386	8II7	54I	23I0	2840	I490	2250
		300	20	263	607700	9883	5754	90I7	60I	2500	3060	I490	2270
		400	I6	27I	633900	I0370	5983	I7080	854	26I0	32I0	I490	2280
		400	I8	287	693800	II3I0	6473	I92I0	96I	2850	3500	I490	23I0
		400	20	303	754200	I2260	6964	2I350	I068	3I00	3800	I490	2330
		400	22	3I9	8I4900	I3200	7457	23480	II74	3350	3830	I490	2350
II90	I4	300	I4	25I	50I000	8227	5007	6327	422	2060	2550	I740	25I0
		300	I6	263	545600	893I	5373	7227	482	2240	2760	I740	2550
		300	I8	275	590600	9635	5740	8I27	542	2430	2980	I740	2590
		300	20	287	635800	I0330	6I08	9027	602	26I0	3200	I740	2620
		400	I6	295	662000	I0830	6337	I7090	855	2720	3350	I740	2620
		400	I8	3II	72I900	II770	6827	I9220	96I	2970	3650	I740	2660
		400	20	327	782200	I2720	73I8	2I360	I068	3220	3940	I740	2690
		400	22	343	843000	I3660	78II	23490	II75	3470	3960	I740	27I0
II90	I6	300	I4	274	529I00	8688	536I	634I	423	2I70	2690	I990	2830
		300	I6	286	573700	939I	5727	724I	483	2360	29I0	I990	2880
		300	I8	298	6I8700	I0090	6094	8I4I	543	2540	3I20	I990	2920
		300	20	3I0	663900	I0790	6462	904I	603	2730	3340	I990	2950
		400	I6	3I8	690I00	II290	669I	I7I00	855	2840	3500	I990	2960
		400	I8	334	750000	I2230	7I8I	I9240	962	3090	3790	I990	3000
		400	20	350	8I0300	I3I70	7672	2I370	I069	3330	4080	I990	3030
		400	22	366	87I000	I4II0	8I65	23500	II75	3580	4090	I990	3060

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
I390	I0	400	I6	267	856400	I2040	69I4	I7070	854	3520	3730	I480	2220
		400	I8	283	937500	I3I40	7484	I92I0	96I	3860	4070	I480	2250
		400	20	299	I0I9000	I4250	8055	2I340	I067	4I90	44I0	I480	2270
		400	22	3I5	II0I000	I5350	8628	23470	II74	4530	4450	I480	2290
		500	20	339	I2I7000	I7030	9465	4I670	I667	50I0	5280	I480	2310
		500	22	359	I320000	I84I0	I0I80	45840	I834	5440	5340	I480	2330
		500	25	389	I475000	20490	II250	52090	2084	6070	5940	I480	2350
		500	28	4I9	I63I000	22560	I2340	58340	2334	6720	6540	I480	2370
I390	I2	400	I6	295	90II00	I2670	7397	I7080	854	37I0	3920	I780	2620
		400	I8	3II	982200	I3770	7967	I9220	96I	4040	4270	I780	2660
		400	20	327	I063000	I4870	8536	2I350	I068	4360	46I0	I780	2680
		400	22	343	II45000	I5980	9III	23480	II74	4720	4630	I780	27I0
		500	20	367	I262000	I7650	9948	4I680	I667	5200	5470	I780	2730
		500	22	387	I365000	I9040	I0660	45850	I834	5620	5520	I780	2760
		500	25	4I7	I520000	2III0	II740	52I00	2084	6260	6I20	I780	2790
		500	28	447	I676000	23I80	I2820	58350	2334	6900	6720	I780	2820
I390	I4	400	I6	323	946900	I3300	7880	I7090	855	3898	4I20	2080	3020
		400	I8	339	I027000	I4400	8450	I9230	962	4230	4460	2080	3050
		400	20	355	II08000	I5500	902I	2I360	I068	4560	4800	2080	3090
		400	22	37I	II90000	I6600	9594	23490	II75	4900	48I0	2080	3I20
		500	20	396	I307000	I8280	I0430	4I690	I668	5380	5660	2080	3I50
		500	22	4I5	I409000	I9660	III40	45860	I835	5800	5700	2080	3I80
		500	25	445	I564000	2I730	I2220	52II0	2085	6440	6300	2080	3220
		500	28	475	I72I000	23800	I3300	58360	2335	7090	6900	2080	3250
I390	I6	400	I6	350	990600	I3930	8363	I7II0	856	4080	43I0	2370	3400
		400	I8	366	I07I000	I5030	8933	I9240	962	44I0	4660	2370	3450
		400	20	382	II53000	I6I30	9504	2I380	I069	4750	5000	2370	3490
		400	22	398	I235000	I7230	I0070	235I0	II76	5080	4990	2370	3520
		500	20	422	I352000	I89I0	I09I0	4I7I0	I669	5570	5860	2370	3560
		500	22	442	I454000	20280	II630	45880	I835	5990	5880	2370	3590
		500	25	472	I609000	22350	I2700	52I30	2085	6630	6480	2370	3640
		500	28	502	I765000	24420	I3790	58380	2335	7270	7080	2370	3680

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
I590	I0	400	I6	287	II60000	I4300	8299	I7070	854	4780	4430	I720	25I0
		400	I8	303	I265000	I5570	8949	I92I0	96I	52I0	4820	I720	2540
		400	20	3I9	I37I000	I6830	9600	2I340	I067	5650	52I0	I720	2560
		400	22	335	I478000	I8090	I0250	23470	II74	6090	5240	I720	2590
		500	20	359	I63I000	200I0	II270	4I670	I667	6720	6200	I720	26I0
		500	22	379	I764000	2I590	I2020	45840	I834	7260	6260	I720	2630
		500	25	409	I965000	23960	I3250	52090	2084	8090	6950	I720	2660
		500	28	439	2I67000	26330	I4480	58340	2334	8930	7630	I720	2690
I590	I2	400	I6	3I9	I227000	I5I30	893I	I7080	854	5050	4690	2070	2960
		400	I8	335	I332000	I6390	958I	I9220	96I	5490	5080	2070	3000
		400	20	35I	I438000	I7650	I0230	2I350	I068	5920	5470	2070	3030
		400	22	367	I545000	I89I0	I0880	23480	II74	6360	5480	2070	3060
		500	20	39I	I698000	20830	II840	4I680	I668	6990	6450	2070	3090
		500	22	4II	I83I000	224I0	I2650	45850	I834	7540	6500	2070	3I20
		500	25	44I	2032000	24780	I3880	52I00	2084	8370	7I80	2070	3I50
		500	28	47I	2234000	27I50	I5II0	58350	2334	9200	7870	2070	3I00
I590	I4	400	I6	35I	I294000	I5950	9563	I7I00	855	5330	4940	24I0	3400
		400	I8	367	I399000	I72I0	I02I0	I9230	962	5760	5330	24I0	3450
		400	20	383	I505000	I8470	I0860	2I360	I068	6200	5720	24I0	3480
		400	22	399	I6I2000	I9730	II5I0	23500	II75	6640	5720	24I0	3520
		500	20	423	I765000	2I650	I2470	4I700	I668	7270	67I0	24I0	3560
		500	22	443	I89800	23230	I3290	45860	I835	7820	6730	24I0	3590
		500	25	473	2099000	25600	I45I0	52II0	2085	8640	7420	24I0	3630
		500	28	503	230I000	27960	I5760	58360	2335	9480	8II0	24I0	3670
I590	I6	400	I6	382	I36I000	I6780	I0I90	I7I20	856	5600	5200	2760	3840
		400	I8	398	I466000	I8040	I0840	I9250	963	6040	5590	2760	3890
		400	20	4I4	I572000	I9290	II490	2I380	I069	6480	5980	2760	3930
		400	22	430	I679000	20550	I2I40	23520	II76	69I0	5960	2760	2970
		500	20	454	I832000	22470	I3I00	4I720	I669	7540	6960	2760	4030
		500	22	474	I965000	24054	I3920	45880	I836	8090	6970	2760	4060
		500	25	504	2I66000	264I0	I5I40	52I30	2086	8920	7660	2760	4II0
		500	28	534	2368000	28780	I6380	58380	2336	9750	8340	2760	4I50

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		Кн	
I790	I2	500	20	415	2211000	24170	13850	41690	1668	9110	7490	2350	3440
		500	22	435	2379000	25940	14770	45850	1834	9800	7520	2350	3470
		500	25	465	2632000	28610	16140	52100	2084	10800	8290	2350	3510
		500	28	495	2887000	31280	17530	58350	2334	11800	9070	2350	3550
		600	28	551	3350000	36290	20070	100800	3361	13800	10500	2350	3600
		600	32	599	3760000	40560	22290	115200	3841	15400	11700	2350	3630
		700	32	663	4291000	46290	25210	182900	5227	17600	13400	2350	3670
		800	32	727	4823000	52020	28120	273000	6827	19800	15000	2350	3690
I790	I4	500	20	451	2307000	25210	14650	41700	1668	9500	7870	2750	3960
		500	22	471	2475000	26990	15570	45870	1835	10100	7820	2750	4000
		500	25	501	2728000	29650	16950	52120	2085	11200	8590	2750	4050
		500	28	531	2982000	32310	18330	58370	2335	12200	9370	2750	4090
		600	28	587	3445000	37330	20870	100800	3361	14100	10800	2750	4150
		600	32	635	3856000	41600	23090	115200	3841	15800	12000	2750	4200
		700	32	699	4387000	47330	26010	182900	5228	18000	13700	2750	4240
		800	32	763	4918000	53060	28920	273100	6828	20200	15300	2750	4270
I790	I6	500	20	486	2402000	26260	15450	41720	1669	9890	8140	3140	4470
		500	22	506	2570000	28030	16370	45890	1836	10500	8120	3140	4510
		500	25	536	2823000	30690	17750	52140	2086	11600	8900	3140	4570
		500	28	566	3078000	33350	19130	58390	2336	12600	9670	3140	4620
		600	28	622	3541000	38360	21670	100800	3362	14500	11100	3140	4690
		600	32	670	3951000	42630	23890	115200	3842	16200	12300	3140	4750
		700	32	734	4483000	48360	26810	182900	5228	18400	14000	3140	4800
		800	32	798	5014000	54090	29720	273100	6828	20600	15600	3140	4850
I790	I8	500	20	522	2498000	27300	16250	41750	1670	10200	8460	3530	4970
		500	22	542	2666000	29070	17170	45920	1837	10900	8430	3530	5040
		500	25	572	2919000	31730	18550	52170	2087	12000	9200	3530	5090
		500	28	602	3174000	34380	19930	58420	2337	13000	9970	3530	5150
		600	28	658	3636000	39400	22400	100800	3363	14900	11400	3530	5230
		600	32	706	4047000	43650	24700	115200	3843	16600	12600	3530	5300
		700	32	770	4578000	49390	27610	183000	5229	18800	14300	3530	5330
		800	32	834	5109000	55120	30530	273100	6829	21000	15900	3530	5410

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^{II}	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
I990	I2	500	20	439	2808000	27660	I5990	4I690	I668	II500	8570	2640	3780
		500	22	459	30I4000	29640	I7000	45860	I834	I2400	8590	2640	3820
		500	25	489	3325000	32600	I8530	52II0	2084	I3700	9450	2640	3870
		500	28	5I9	3638000	35570	20060	58360	2334	I4900	I0300	2640	39I0
		600	28	575	4209000	4II40	22890	I00800	336I	I7300	II900	2640	3960
		600	32	623	47I3000	45890	25350	II5200	384I	I9400	I3300	2640	40I0
		700	32	687	5337000	52260	28580	I82900	5227	22I00	I5I00	2640	4060
		800	32	75I	602I000	58630	3I820	273000	6827	24800	I7000	2640	4080
I990	I4	500	20	479	2938000	28760	I6980	4I7I0	I668	I2I00	8970	3080	4350
		500	22	499	3I45000	30930	I7990	45870	I835	I2900	8970	3080	4400
		500	25	529	3457000	33890	I9520	52I20	2085	I4200	9820	3080	4450
		500	28	559	3770000	36850	2I050	58370	2335	I5500	I0600	3080	4500
		600	28	6I5	4340000	42420	23980	I00800	3362	I7800	I2300	3080	4570
		600	32	663	4844000	47I70	26340	II5200	3842	I9900	I3600	3080	4620
		700	32	727	5498000	53540	29570	I82900	5228	22600	I5500	3080	4670
		800	32	79I	6I53000	599I0	328I0	273I00	6828	25300	I7300	3080	4720
I990	I6	500	20	5I8	3070000	30250	I7970	4I730	I669	I2600	9370	3520	49I0
		500	22	538	3277000	32220	I8980	45900	I836	I3500	9340	3520	4960
		500	25	568	3588000	35I80	205I0	52I50	2086	I4700	I0200	3520	5030
		500	28	598	390I000	38I30	22040	58400	2336	I6000	II000	3520	5090
		600	28	654	447I000	437I0	24870	I00800	3362	I8400	I2600	3520	5I70
		600	32	702	4976000	48450	27330	II5200	3842	20500	I4000	3520	5230
		700	32	766	5630000	54820	30560	I82900	5229	23I00	I5800	3520	5290
		800	32	830	6284000	6II90	33800	273I00	6828	25800	I7700	3520	5340
2I90	I2	500	20	463	3492000	3I320	I8240	4I690	I668	7I90	9700	2930	4I30
		500	22	483	374I000	33I90	I9360	45860	I835	2700	97I0	2930	4I60
		500	25	5I3	4II6000	36750	2I030	52II0	2085	8480	I0600	2930	4220
		500	28	543	4494000	40010	22720	58360	2335	9250	II600	2930	4260
		600	28	599	5I82000	46I50	25820	I00800	336I	I0600	I3300	2930	4330
		600	32	647	5790000	5I370	28520	II5200	384I	II900	I4900	2930	4370
		700	32	7II	6580000	58390	32080	I82900	5228	I3500	I6900	2930	4420
		800	32	775	7370000	65390	35630	273000	6827	I5I00	I8900	2930	4460

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось $x-x$			ось $y-y$					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^N	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
2I90	I4	500	20	507	3667000	32890	I9440	4I7I0	I669	7550	I0I00	3420	4740
		500	22	527	39I6000	35060	20550	45880	I835	8060	I0I00	3420	4790
		500	25	557	429I000	38320	22230	52I30	2085	8840	III00	3420	4850
		500	28	587	4669000	4I570	239I0	58380	2335	96I0	I2000	3420	49I0
		600	28	643	5358000	477I0	27020	I00800	3362	III000	I3800	3420	4990
		600	32	69I	5965000	52930	29720	II5200	3842	I2200	I5300	3420	5050
		700	32	755	6755000	59940	33270	I82900	5228	I3900	I7300	3420	5I00
		800	32	8I9	7545000	66950	36930	273I00	6828	I5500	I9400	3420	5I50
2I90	I6	500	20	550	3842000	34460	20640	4I740	I670	73I0	I0600	39I0	5350
		500	22	570	409I000	36630	2I750	45900	I836	8420	I0600	39I0	5400
		500	25	600	4466000	39880	23430	52I50	2086	9200	II500	39I0	5480
		500	28	630	4844000	43I30	25II0	58400	2336	9970	I2500	39I0	5540
		600	28	686	5533000	49270	28220	I00800	3362	II300	I4200	39I0	5630
		600	32	734	6I40000	54480	30920	II5200	3842	I2600	I5800	39I0	57[1)]
		700	32	798	6930000	6I490	34470	I83000	5229	I4200	I7800	39I0	5780
		800	32	862	7720000	68500	38030	273I00	6829	I5900	I9800	39I0	5830
2490	I2	500	20	499	4693000	37I00	2I850	4I700	I668	9660	II500	3360	4630
		500	22	5I9	50I4000	39570	23II0	45860	I835	I0300	II400	3360	4680
		500	25	549	5497000	43280	250I0	52II0	2085	II300	I2500	3360	4740
		500	28	579	5982000	46990	26920	58360	2335	I2300	I3600	3360	4790
		600	28	635	6869000	53960	30430	I00800	336I	I4I00	I5600	3360	4860
		600	32	683	7650000	59900	335I0	II5200	384I	I5700	I7300	3360	4920
		700	32	747	8667000	67870	37540	I82900	5228	I7800	I9600	3360	4980
		800	32	8II	9685000	75840	4I580	273I00	6828	I9900	2I900	3360	5020
2490	I4	500	20	549	495I000	39I40	23400	4I720	I669	I0I00	I2I00	3920	5320
		500	22	569	527I000	4I600	24660	45890	I836	I0800	I2000	3920	5370
		500	25	599	5754000	453I0	26560	52I40	2086	II800	I3I00	3920	5450
		500	28	629	6239000	490I0	28470	58390	2336	I2800	I4200	3920	5510
		600	28	685	7I27000	55980	32000	I00800	3362	I4600	I6200	3920	5600
		600	32	733	7907000	6I920	35060	II5200	3842	I6200	I7900	3920	5670
		700	32	797	8925000	69890	39090	I82900	5228	I8300	20200	3920	5740
		800	32	86I	9942000	77860	43I30	273I00	6828	20400	22500	3920	5800

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось X-X			ось Y-Y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
2490	I6	500	20	598	5208000	4II70	24950	4I750	I670	I0700	I2700	4480	6000
		500	22	6I8	5529000	43630	262I0	459I0	I837	II300	I2600	4480	6060
		500	25	648	60II000	47330	28II0	52I60	2087	I2300	I3700	4480	6I50
		500	28	678	6496000	5I030	30020	584I0	2337	I3300	I4800	4480	6220
		600	28	734	7384000	58000	33550	I00800	3363	I5200	I6800	4480	6330
		600	32	782	8I64000	63930	366I0	II5200	3843	I6800	I8500	4480	64I0
		700	32	846	9I82000	7I900	40640	I83000	5229	I8900	20800	4480	6490
		800	32	9I0	I0200000	79870	44680	273I00	6829	2I000	23I00	4480	6560
2790	I4	500	20	59I	648I000	45800	27670	4I730	I669	I3300	I4200	4430	5890
		500	22	6II	6882000	48570	29080	45890	I836	I4I00	I4000	4430	5950
		500	22	64I	7486000	52720	3I2I0	52I40	2086	I5400	I5200	4430	6030
		500	28	67I	8092000	56870	33340	58390	2336	I6600	I6400	4430	6I00
		600	28	727	9204000	64680	37290	I00800	3362	I8900	I8700	4430	62I0
		600	32	775	I0I70000	7I330	407I0	II5200	3842	20900	20600	4430	6290
		700	32	839	II450000	80260	45220	I82900	5228	23500	23200	4430	6370
		800	32	903	I2720000	89I90	49740	273I00	6828	26200	25800	4430	6440
2790	I6	500	20	646	6843000	48360	296I0	4I760	I670	I4000	I4900	5060	6640
		500	22	666	7244000	5II20	3I030	45920	I837	I4900	I4800	5060	67I0
		500	25	696	7848000	55270	33I60	52I70	2087	I6I00	I6000	5060	6800
		500	28	726	8454000	599I0	35290	58420	2337	I7400	I7200	5060	6890
		600	28	782	9566000	67220	39230	I00800	3363	I9700	I9400	5060	70I0
		600	32	830	I0540000	73860	42850	II5200	3843	2I700	2I400	5060	7I00
		700	32	894	II8I0000	82790	47I70	I83000	5229	24300	24000	5060	7200
		800	32	958	I3080000	9I720	5I680	273I00	6829	26900	26600	5060	7280
2790	I8	500	20	702	7205000	50920	3I560	4I800	I672	I4800	I5700	5690	7380
		500	22	722	7606000	53680	32980	45960	I839	I5600	I5500	5690	7460
		500	25	752	82I0000	578I0	35I00	522I0	2089	I6900	I6700	5690	7560
		500	28	782	88I6000	6I950	37240	58460	2339	I8I00	I7900	5690	7660
		600	28	838	9928000	69770	4II80	I00900	3365	20400	20200	5690	7800
		600	32	886	I0900000	76400	44600	II5300	3845	22400	22I00	5690	79I0
		700	32	950	I2I70000	85330	49I20	I83000	523I	25000	24700	5690	8020
		800	32	I0I4	I3450000	94260	53630	273200	6330	27700	27300	5690	8II0

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	B_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	M^{II}	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
3I90	I4	500	20	647	8939000	55350	33850	4I730	I670	I8400	I7I00	5I00	6640
		500	22	667	946I000	585I0	35470	45900	I836	I9400	I6900	5I00	67I0
		500	25	697	I0240000	63250	37900	52I50	2086	2II00	I8300	5I00	6800
		500	28	727	II030000	67990	40330	58400	2336	22700	I9700	5I00	6880
		600	28	783	I2480000	76930	44830	I00800	3362	25700	22300	5I00	7000
		600	32	83I	I3750000	84530	48730	II5200	3842	28300	24500	5I00	7I00
		700	32	895	I54I0000	94740	53890	I83000	5229	3I700	27400	5I00	7I90
		800	32	959	I7070000	I04900	59040	273I00	6828	35I00	30400	5I00	7270
3I90	I6	500	20	7I0	9480000	58700	36400	4I770	I67I	I9500	I8I00	5830	7490
		500	22	730	I0000000	6I850	380I0	45940	I838	20600	I7900	5830	7560
		500	25	760	I0780000	66590	40440	52I90	2088	22200	I9300	5830	7670
		500	28	790	II57C000	7I330	42870	58440	2338	23800	20600	5830	7760
		600	28	846	I3020000	80260	47380	I00900	3364	26800	23200	5830	7900
		600	32	894	I4290000	87850	5I280	II5300	3844	29400	25400	5830	80I0
		700	32	958	I5950000	98060	56430	I83000	5230	32800	28400	5830	8I30
		800	32	I022	I76I0000	I08200	6I590	273I00	6829	36200	3I400	5830	8220
3I90	I8	500	20	774	I0020000	62050	38940	4I820	I673	20600	I9200	6550	8320
		500	22	794	I0540000	65200	40560	45980	I840	2I700	I8900	6550	84I0
		500	25	824	II320000	69930	42980	52230	2090	23300	20200	6550	8520
		500	28	854	I2II0000	74660	45420	58480	2340	24900	2I600	6550	8630
		600	28	9I0	I3560000	83590	49920	I00900	3365	27900	24200	6550	8790
		600	32	958	I4830000	9II00	53820	II5300	3845	30500	26400	6550	89I0
		700	32	I022	I6490000	I0I300	58980	I83000	523I	33900	29400	6550	9050
		800	32	I086	I8I50000	III600	64I30	273200	683I	37400	32300	6550	9I60
3690	I4	500	20	703	II9I0000	65640	40600	4I740	1670	24500	20300	5770	7380
		500	22	723	I2570000	69200	42420	459I0	I837	25900	20000	5770	7460
		500	25	753	I3560000	74530	45I40	52I60	2087	27900	2I600	5770	7560
		500	28	783	I4560000	79870	47800	584I0	2337	29900	23I00	5770	7650
		600	28	839	I6390000	89920	52940	I00800	3363	33700	26000	5770	7790
		600	32	887	I7990000	98480	57320	II5200	3843	37000	28500	5770	7900
		700	32	95I	20090000	I09900	63I20	I83000	5229	4I300	3I800	5770	80I0
		800	32	I0I6	22I90000	I2I400	689I0	273I00	6829	45700	35200	5770	8I00

Продолжение табл.3

Размеры сечения				Площадь сечения	Справочные величины					Предельные усилия			
					ось x-x			ось y-y					
h_w	t_w	b_f	t_f		J_x	W_x	S_x	J_y	W_y	$M^н$	M	Q_1	Q_2
мм				$см^2$	$см^4$	$см^3$	$см^3$	$см^4$	$см^3$	кН.м		кН	
3590	I6	500	20	774	I2680000	69890	43820	4I780	I672	26I00	2I600	6590	8320
		500	22	794	I3340000	73440	45640	45950	I838	27400	2I200	6590	84I0
		500	25	824	I4330000	78770	48360	52200	2088	29500	22800	6590	852C
		500	28	854	I5330000	84I00	5II00	58450	2338	3I500	24300	6590	8630
		600	28	9I0	I7I60000	94I50	56I60	I00900	3364	35300	27300	6590	8790
		600	32	958	I8760000	I02700	60540	II5300	3844	38600	29700	6590	89I0
		700	32	I022	20860000	II4I00	66340	I83000	5230	42900	33I00	6590	9040
		800	32	I086	22960000	I25600	72I30	273I00	6830	47300	36400	6590	9I50
3590	I8	500	20	846	I3450000	74I30	47040	4I840	I674	27700	22900	7420	9250
		500	22	866	I4II0000	77680	48860	46000	I840	29000	22500	7420	9340
		500	25	896	I5I00000	830I0	5I590	52250	2090	3II00	24000	7420	9470
		500	28	926	I6I00000	88330	54320	58500	2340	33I00	25600	7420	9590
		600	28	982	I7930000	98380	59380	I00900	3366	36900	28500	7420	9770
		600	32	I030	I9530000	I06900	63760	II5300	3846	40200	3I000	7420	99I0
		700	32	I094	2I630000	II8400	69560	I83I00	5232	44500	34300	7420	I0000
		800	32	II58	23730000	I29900	75350	273200	683I	48800	37600	7420	I0I00

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Данные для расчета балок с учетом развития пластических деформаций

В табл. I приведены моменты сопротивления для двутавров по ГОСТ 26020-83 с учетом коэффициентов, учитывающих развитие пластических деформаций C_I, Cx и C_y по п. 5.I8/ I /. Значения W_x и W_y вычислены при следующих отношения τ / R_s:

$\tau / R_s = 0$ - при наличии зоны чистого изгиба;

при $\tau / R_s \leq 0,5$ и при $0,5 \leq \tau / R_s \leq 0,8$ с интервалом 0,I при одновременном действии в сечении момента M и поперечной силы Q. Промежуточные значения W_x и W_y при $0,5 < \tau / R_s \leq 0,8$ могут быть определены по линейной интерполяции.

При $\tau = 0,9 R_s$ все значения коэффициентов C_I, C_x, C_y получаются меньше единицы и поэтому в таблицах не приводятся.

Значения $W_y = C_y \cdot W_{yn}$ в интервалах $0,5 < \tau / R_s \leq 0,8$ приведены для случая изгиба балки только в плоскости наименьшей жесткости.

Таблица I

Моменты сопротивления для двутавров по ГОСТ 26020-83 при расчетах с учетом коэффициентов c_1, c_x и c_y (п.5.18 / I /)

№ профиля	Значения W, см³ при отношениях τ / R_s									
	$W_x = c_x \cdot W_{xn}$, $W_1 = c_1 \cdot W_{xn}$					$W_y = c_y \cdot W_{yn}$				
	0	≤ 0,5	0,6	0,7	0,8	0	≤0,5	0,6	0,7	0,8
	Нормальные двутавры									
23Б1	271	282	274	261	261	45,0	53,5	44,9	40,1	36,4
26Б1	326	341	331	315	312	50,5	60,1	50,5	45,1	40,9
30Б1	446	466	452	431	427	68,8	81,9	68,8	61,4	55,7
35Б1	610	639	621	591	582	84,4	100,4	84,3	75,3	68,3
35Б2	692	722	702	668	662	99,3	118,2	99,3	88,6	80,4
40Б1	845	886	861	820	804	107,1	127,4	107,1	95,6	86,7
40Б2	980	1025	995	948	936	129	154	129	116	105
45Б1	1184	1243	1207	1150	1126	147	175	147	132	119
45Б2	1356	1419	1378	1313	1292	174	207	174	155	141
50Б1	1592	1673	1625	1548	1511	198	236	198	177	161
50Б2	1795	1881	1827	1740	1709	231	275	231	206	187
55Б1	2158	2265	2200	2095	2051	270	321	270	241	219
55Б2	2410	2524	2451	2335	2296	310	369	310	277	251
60Б1	2796	2936	2851	2716	2656	339	403	339	302	274
60Б2	3084	3232	3139	2990	2936	382	455	382	341	310
70Б1	3856	4068	3951	3763	3645	433	515	433	386	351
70Б2	4415	4642	4509	4295	4187	516	615	516	461	418
80Б1	5351	5658	5495	5234	5044	551	656	551	492	446
90Б1	7262	7707	7485	7130	6817	689	820	689	615	558
100Б1	9591	10172	9879	9410	9011	889	1058	889	794	720
100Б2	10960	11571	11238	10704	10350	1058	1230	1058	945	857
100Б3	12342	13004	12630	12030	11680	1227	1461	1227	1096	994
100Б4	13662	14385	13971	13307	12940	1376	1638	1376	1228	1114
	Двутавры дополнительной серии Д									
35ДБ1	516	543	527	502	489	56,7	67,5	56,7	50,6	45,9
40ДБ1	691	728	707	674	654	71,9	85,6	71,9	64,2	58,2
45ДБ1	1025	1080	1049	999	969	105,0	124,9	105,0	93,7	85,0
45ДБ2	1333	1397	1357	1292	1280	177,8	211,7	177,8	158,7	144,0

Продолжение табл.I

№ профиля	Значения W, $см^3$ при отношениях τ / R_s									
	$W_x = c_x \cdot W_{xn}$, $W_f = c_f \cdot W_{xn}$					$W_y = c_y \cdot W_{yn}$				
	0	≤0,5	0,6	0,7	0,8	0	≤ 0,5	0,6	0,7	0,8
				Широкополочные двутавры						
20Ш1	283	291	283	275	275	83,5	99,4	83,5	74,5	67,6
23Ш1	389	401	389	377	377	99,0	117,9	99,0	88,4	80,2
26Ш1	512	528	513	496	496	134	159	134	119	108
26Ш2	601	618	601	583	583	160	191	160	143	130
30Ш1	739	763	741	715	715	182	216	182	162	147
30Ш2	853	880	855	827	827	215	255	214	191	174
30Ш3	968	996	968	939	939	247	295	247	221	200
35Ш1	1210	1249	1213	1171	1171	322	384	322	288	261
35Ш2	1337	1379	1339	1295	1295	287	341	286	256	232
35Ш3	1503	1548	1504	1458	1458	412	491	412	368	334
40Ш1	1825	1830	1826	1771	1771	519	617	519	463	420
40Ш2	2089	2154	2092	2025	2025	594	707	594	530	481
40Ш3	2331	2401	2332	2260	2260	668	795	668	596	541
50Ш1	2611	2705	2627	2518	2518	557	663	557	497	451
50Ш2	3094	3222	3129	2980	2967	650	773	650	580	526
50Ш3	3535	3669	3563	3402	3402	762	907	762	680	617
50Ш4	3976	4114	3996	3838	3838	873	1039	873	779	707
60Ш1	3352	4004	3889	3704	3701	718	854	717	640	581
60Ш2	4694	4899	4758	4532	4490	867	1032	867	774	702
60Ш3	5502	5731	5566	5302	5273	1036	1233	1036	925	839
60Ш4	6307	6560	6371	6069	6055	1205	1435	1205	1076	976
70Ш1	5277	5518	5359	5105	5036	803	955	803	716	650
70Ш2	6216	6484	6297	5998	5949	972	1157	972	867	787
70Ш3	7390	7701	7479	7124	7059	1163	1385	1163	1038	942
70Ш4	8398	8763	8511	8106	8033	1333	1586	1332	1189	1079
70Ш5	9618	10027	9738	9276	9210	1545	1839	1545	1379	1251

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Секториальные геометрические характеристики профилей

В таблицах 2-4 приведены секториальные геометрические характеристики прокатных профилей, вычисленные по формулам, приведенным в табл. I.

При определении характеристик для двутавров по ГОСТ 8239-72 и швеллеров с уклоном граней полок по ГОСТ 8240-72 использованы формулы, приведенные в [4] с учетом закруглений. Определение секториальных геометрических характеристик для двутавров по ГОСТ 26020-83 и швеллеров с параллельными гранями полок производилось без учета влияния закруглений у стенки и у концов полок, т.к. было установлено чрезвычайно малое влияние закруглений.

Принятые обозначения:

b - ширина полки;

t_f - средняя толщина полки;

t_w - толщина стенки;

k - уклон полок (для двутавров - 0,12, для швеллеров -0,1);

d_x - координата центра изгиба;

ω - секториальная координата крайних точек контура;

J_t - момент инерции кручения балки;

J_ω - секториальный момент инерции.

Таблица I

Формулы секториальных геометрических характеристик прокатных и сварных профилей

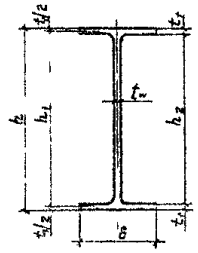
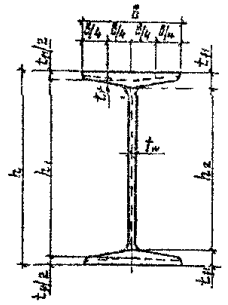
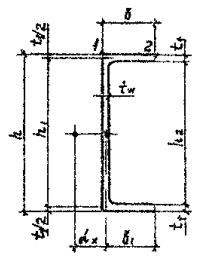
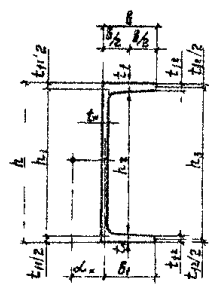
Вид сечения	Формулы для определения секториальных характеристик
	$h_1 = h - t_f$; $h_2 = h - 2t_f$; $\omega = h_1 \frac{b}{4}$; $J_t = \frac{1,3}{3}(2bt_f^3 + h_2 t_w^3)$; $J_\omega = \frac{J_y h_1^2}{4} = \frac{b^3 t_f h_1^2}{24}$;
	$h_1 = h - t_{f1}$; $t_{f1} = t_f + k\frac{b}{4}$; $h_2 = h - 2t_{f1}$; $\omega = h_1 \frac{b}{4}$; $J_t = \frac{1,3}{3}(2bt_f^3 + h_2 t_w^3)$; $J_\omega = \frac{h_1^2 b^3}{24}\left(t_f - \frac{kb}{8}\right)$;
	$h_1 = h - t_f$; $h_2 = h - 2t_f$; $d_x = \frac{-3b_1^2}{h_1 + 6b_1}$; $\omega_1 = d_x \frac{h_1}{2}$; $\omega_2 = (b_1 - d_x)\frac{h_1}{2}$; $J_t = \frac{1,12}{3}(2bt_f^3 + h_2 t_w^3)$; $J_\omega = \frac{t_w h_1 \omega_1^2}{3} + \frac{2t_f b_1}{3}(\omega_1^2 + \omega_2^2 - \omega_1\omega_2)$;
	$h_1 = h - t_{f1}$; $h_2 = h - 2t_f$; $h_3 = h - t_{f2}$; $t_{f1} = t_f + k\frac{b}{4}$; $t_{f2} = t_f - k\frac{b}{2}$; $d_x = \frac{b_1^2 h_1}{24 J_x}\left[(2t_f - 0,05t_w)(2h_3 + h_1) - 0,1b_1 h_3\right]$; $J_t = \frac{1,12}{3}(2bt_f^3 + h_2 t_w^3)$; $\omega_1 = \frac{d_x h_1}{2}$; $\omega_2 = \frac{h_1}{2}(b_1 - d_x) - \frac{k}{2} b_1 d_x$; $J_\omega = \frac{t_w h_1 \omega_1^2}{3} + \frac{2t_f b_1}{3}(\omega_1^2 + \omega_2^2 - \omega_1\omega_2) - \frac{kb_1^2}{6}(\omega_2^2 - \omega_1^2)$;

Таблица 2

Секториальные характеристики для двутавров по ГОСТ 26020-83

/значения изгибно-крутильных характеристик "k" увеличены в 1000 раз/

№ профиля	J_ω	ω_{max}	W_ω	S_ω	J_t	$k=\sqrt{\frac{EJ_t}{GJ_\omega}}$
	$см^6$	$см^2$	$см^4$	$см^4$	$см^4$	$см^{-1}$
23Б1	24370	63,3	385	150	8,6	11,533
26Б1	38090	77,4	492	191	8,4	9,150
26Б2	45360	78,3	579	226	12,7	10,278
30Б1	80320	103,6	775	299	9,8	6,800
35Б1	150200	134,1	1120	431	11,6	5,418
35Б2	178300	135,2	1319	509	17,3	6,070
40Б1	260100	161,7	1609	618	17,8	5,091
40Б2	318200	163,3	1948	752	28,6	5,830
45Б1	498800	199,0	2502	962	29,4	4,726
45Б2	595000	201,1	2958	1143	45,1	5,356
50Б1	921500	246,0	3746	1440	43,8	4,241
50Б2	1084000	248,0	4372	1687	63,4	4,704
55Б1	1679000	298,6	5623	2162	66,1	3,860
55Б2	1942000	300,8	6457	2492	93,4	4,266
60Б1	2620000	341,0	7686	2960	102,4	3,847
60Б2	2979000	343,3	8679	3353	139,2	4,207
70Б1	5179000	449,1	11530	4424	133,3	3,122
70Б2	6237000	453,0	13760	5303	198,6	3,472
80Б1	9315000	553,7	16820	6447	199,9	2,851
80Б2	11330000	558,6	20290	7810	299,1	3,161
90Б1	15910000	669,7	23760	9100	289,8	2,626
90Б2	19070000	675,0	28260	10860	415,0	2,870
100Б1	26920000	792,0	33990	13020	425,1	2,445
100Б2	32310000	798,4	40470	15560	635,2	2,728
100Б3	37790000	804,8	46960	18130	916,0	3,029
100Б4	42650000	810,4	52640	20390	1256,6	3,340
35ДБ1	8410	110,8	759	292	9,6	6.562
40ДБ1	15300	138,7	1105	424	12,7	5,607
45ДБ1	31000	171,0	1814	697	25,0	5,530
45ДБ2	61600	202,5	3044	1176	44,8	5,244
20Ш1	42840	72,4	592	233	11,1	9,911
23Ш1	72390	87,6	827	324	15,9	9,115
26Ш1	141100	112,9	1250	488	19,0	7,146
26Ш2	172100	114,8	1501	590	31,2	8,280
30Ш1	287400	145,5	1976	770	29,0	6,185

Продолжение табл.2

№ профиля	J_ω	ω_{max}	W_ω	S_ω	J_t	$k=\sqrt{\frac{G J_t}{E J_\omega}}$
	$см^6$	$см^2$	$см^4$	$см^4$	$см^4$	$см^{-1}$
30Ш2	344600	147,5	2336	916	45,2	7,050
30Ш3	403200	149,5	2698	1065	67,0	7,931
35Ш1	862200	211,2	4082	1589	53,9	4,867
35Ш2	974600	213,1	4573	1788	73,0	5,326
35Ш3	1127000	215,6	5229	2056	104,4	5,922
40Ш1	2203000	291,0	7571	2945	84,7	3,816
40Ш2	2544000	294,0	8656	3384	130,2	4,402
40Ш3	2893000	297,0	9742	3827	182,1	4,882
50Ш1	3711000	363,0	10220	3957	113,9	3,409
50Ш2	4376000	366,7	11930	4641	199,3	4,153
50Ш3	5192000	371,3	13980	5472	297,3	4,656
50Ш4	6027000	375,7	16040	6312	425,8	5,172
60Ш1	7367000	464,0	15850	6125	177,1	3,019
60Ш2	8982000	469,6	19120	7432	335,8	3,763
60Ш3	10880000	476,0	22870	8945	545,8	4,357
60Ш4	12840000	482,4	26620	10470	831,3	4,951
70Ш1	11430000	546,4	20930	8074	259,0	2,928
70Ш2	14010000	552,8	25340	9833	431,8	3,416
70Ш3	16980000	560,0	30320	11830	739,8	4,061
70Ш4	19680000	566,4	34750	13630	1107,6	4,616
70Ш5	23140000	574,4	40290	15910	1688,7	5,256
20К1	114000	97,5	1170	463	19,4	8,028
20К2	133300	99,0	1347	536	29,0	9,069
23К1	283400	136,2	2081	818	27,1	6,021
23К2	328400	138,0	2380	942	40,5	6,834
26К1	518900	165,8	3131	1232	44,1	5,670
26К2	591000	167,7	3524	1395	62,7	6,340
26К3	689700	170,3	4050	1614	93,9	7,181
30К1	1211000	222,0	5460	2145	72,5	4,758
30К2	1411000	225,0	6273	2480	108,5	5,395
30К3	1615000	228,0	7088	2820	157,1	6,067
35К1	2882000	300,1	9606	3767	115,9	3,902
35К2	3414000	304,5	11210	4428	180,6	4,475

Продолжение табл.2

№ профиля	J_ω	ω_{max}	W_ω	S_ω	J_t	$k=\sqrt{\frac{G J_t}{E J_\omega}}$
	$см^6$	$см^2$	$см^4$	$см^4$	$см^4$	$см^{-1}$
40К1	6237000	393,0	15870	6212	176,5	3,273
40К2	7701000	400,0	19250	7600	311,6	3,914
40К3	9658000	409,0	23610	9420	573,7	4,742
40К4	11930000	419,0	28480	11490	997,0	5,624
40К5	14800000	431,0	34350	14040	1740,8	6,672

Таблица 3

Секториальные геометрические характеристики для прокатных двутавров по ГОСТ 8239-72 и ГОСТ 19425-74

№ профиля	J_ω, $см^6$	ω_{max}, $см^2$	W_ω, $см^4$	J_t, $см^4$	$k=\sqrt{\frac{G J_t}{E J_\omega}}$, $см^{-1}$
	Балки двутавровые по ГОСТ 8239-72				
10	362	12,53	28,91	2,12	0,04689
12	836	17,72	47,16	2,66	0,03461
14	1737	23,78	73,06	3,31	0,02675
16	3214	30,33	105,97	4,11	0,02194
18	5780	38,07	151,82	5,09	0,01820
	Балки двутавровые для подвесных путей по ГОСТ 19425-74				
24М	33660	61,24	549,74	31,22	0,01869
30М	92880	91,36	1016,77	46,55	0,01374
36М	146500	110,53	1326,14	58,33	0,01225
45М	398400	160,31	2486,77	98,53	0,00956

Таблица 4

Секторные геометрические характеристики для швеллеров по ГОСТ 8240-72

№ профиля	x_c, см	J_ω, $см^6$	ω_1, $см^2$	ω_2, $см^2$	W_{ω_1}, $см^4$	W_{ω_2}, $см^4$	J_ε, $см^4$	$k=\sqrt{\frac{GJ_\varepsilon}{EJ_\omega}}$, $см^{-1}$
			Швеллеры с уклоном внутренних граней полок					
10	1,33	290	7,0	12,4	41,3	23,3	1,8	0,04845
12	1,47	653	9,4	17,4	69,5	37,5	2,3	0,03631
14	1,64	1319	12,2	23,2	108,0	57,0	2,8	0,02857
16	1,82	2449	15,4	29,7	159,5	82,4	3,5	0,02327
18	1,98	4261	18,8	37,1	226,8	114,7	4,2	0,01943
20	2,16	7022	22,7	45,2	309,5	155,3	5,1	0,01657
22	2,33	11330	26,9	54,0	421,5	209,9	6,4	0,01466
24	2,58	18580	32,3	64,9	576,9	287,8	8,2	0,01286
27	2,66	30070	37,8	78,2	796,1	384,6	10,2	0,01134
30	2,72	46640	43,3	92,8	1077,9	502,6	12,8	0,01019
40	3,00	164800	64,8	144,8	2542,7	1138,5	28,3	0,00806
			Швеллеры с параллельными гранями полок					
10	1,39	350	7,5	12,7	46,2	27,5	1,8	0,04409
12	1,56	795	10,1	17,7	78,7	44,8	2,3	0,03291
14	1,74	1620	13,1	23,5	123,5	68,9	2,8	0,02579
16	1,93	3037	16,5	30,1	183,8	100,9	3,5	0,02089
18	2,11	5330	20,3	37,5	262,6	142,2	4,2	0,01737
20	2,30	8873	24,4	45,7	363,0	194,4	5,1	0,01474
22	2,48	14307	28,9	54,5	497,3	263,8	6,4	0,01301
24	2,75	23911	34,8	65,5	686,5	365,0	8,2	0,01137
27	2,83	38533	40,6	78,8	949,1	489,2	10,2	0,01002
30	2,90	59795	46,7	93,1	1281,3	642,0	12,8	0,00900
40	3,11	208882	67,9	146,6	3077,8	1424,5	28,3	0,00716

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Ребра жесткости балок

При укреплении стенок балок только поперечными ребрами жесткости (черт.I а) в целях унификации сечений ребер рекомендуется принимать их из стали марок ВСтЗкп или ВСтЗпс6 по ГОСТ 380-71 в зависимости от следующих высот стенок балок:

Сечение ребер, мм	Допускаемые высоты стенок балок h, мм при ребрах жесткости	
	парных симметричных	односторонних
- 90х6	1500	900
- I00х8	I800	I200
-I20х8	2400	I600
-I40хI0	3000	2I00
-I50хI0	3300	2400

В табл. I приведены сечения ребер жесткости сварных балок, укрепленных поперечными и продольными ребрами жесткости (черт. I б). Определение размеров ребер жесткости производилось в соответствии с требованиями п. 7.II [I].

В табл. 2 и 3 приведены предельные усилия на опорные ребра разрезных и неразрезных балок (черт. 2).

Расчет опорных ребер производится в соответствии с требованиями п. 7.I2 [I].

Материал ребер и балок сталь марки 09Г2С по ГОСТ I928I-73.

Q_1 - предельная опорная реакция при напряжении в нижних торцах опорных ребер равном расчетному сопротивлению сжатию R_y.

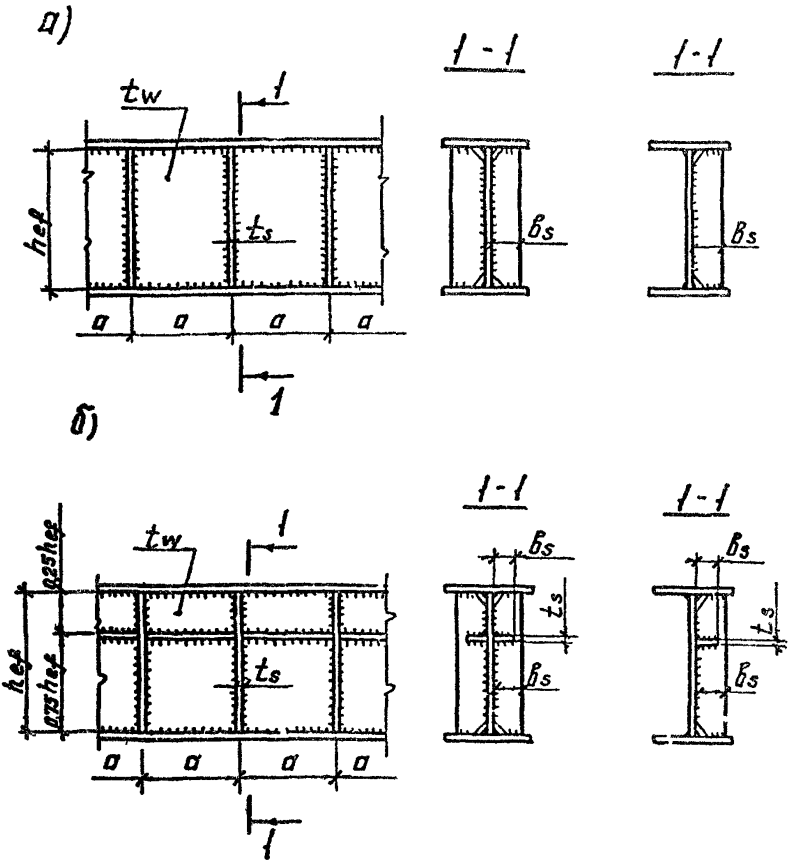
Q_2 - меньшее из значений предельной опорной реакции, при расчете опорного ребра на устойчивость или при расчете на смятие нижнего торца опорного ребра.

При расчете на прочность стенки разрезных балок с учетом развития пластических деформаций по формуле (41) [I] предельная опорная реакция принимается равной Q_1

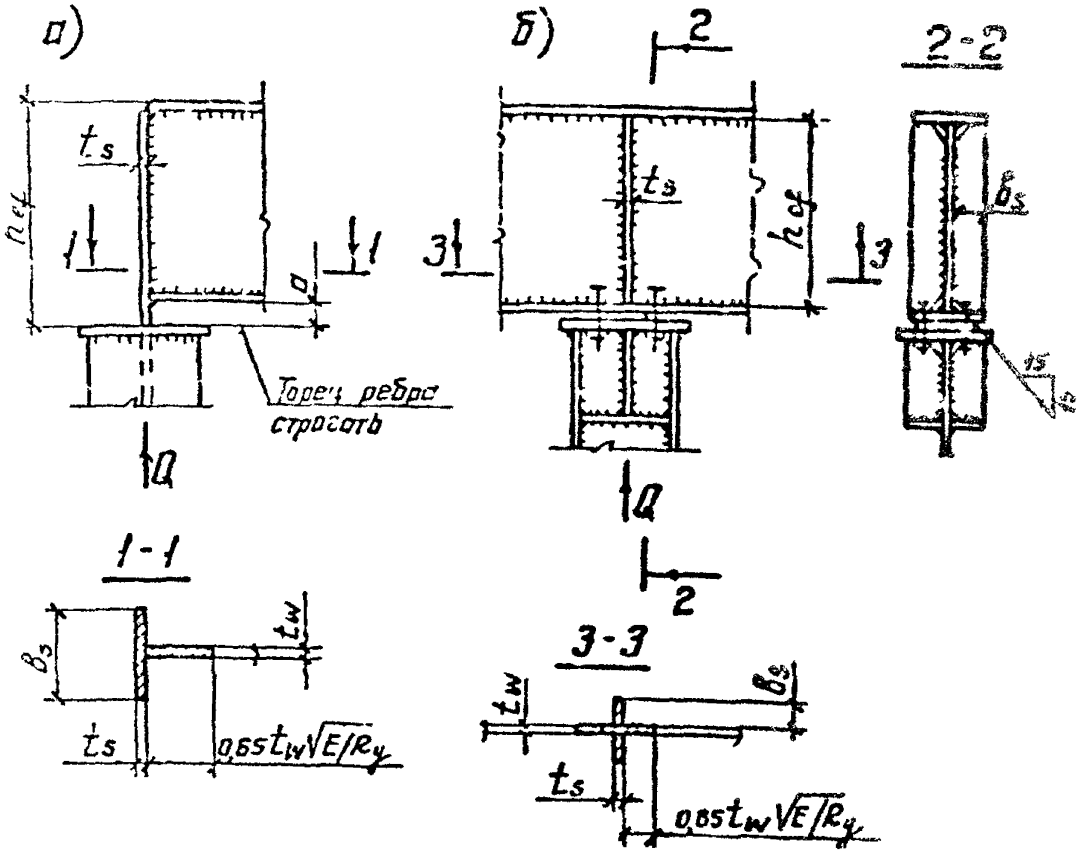
Сечения опорных ребер разрезных балок по табл. 2 подбираются, исходя из требований по ограничению их ширины, например, при примыкании к колонне по черт. 3.

Сечения опорных ребер неразрезных балок по табл. 3 под-

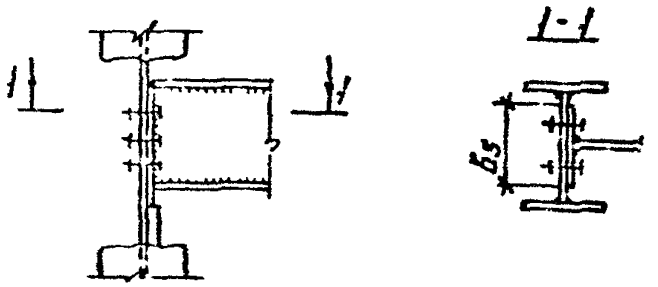
бираются так, чтобы они не выступали за грани нижнего пояса балок.



Черт. I. Схема балки, укрепленной ребрами жесткости. а - балка, укрепленная только поперечными ребрами жесткости; б - балка, укрепленная поперечными и продольными ребрами жесткости



Черт. 2. Опорные узлы балок
а - разрезная балка; б - неразрезная балка.



Черт. 3. Узел примыкания балки к колонне в стесненных условиях

Пример I.

Требуется подобрать сечение двусторонних ребер жесткости балки.

Исходные данные:

Высота стенки h_{ef} = 3200 мм; толщина стенки t_w = I6 мм; расстояние между поперечными ребрами a = 3000 мм.

По табл. I сечение поперечных ребер - I80xI2, сечение продольных ребер - I40xI0.

Пример 2.

Для тех же исходных данных требуется подобрать односторонние ребра жесткости. По табл. I сечение поперечного ребра - 200xI6, сечение продольного ребра - I80xI2.

Пример 3.

Требуется подобрать сечение опорного ребра жесткости разрезной балки с опорной реакцией, равной Q = 2500 кН, высотой стенки h_{ef} = I400 мм и толщиной стенки t_w = I2 мм.

Расстояние "a" (черт. 2) не превышает значений I,5 t_s.

По табл. 2 для h_{ef} = I500 мм и t_w = I2 мм подбираем сечение ребра - 300x22 мм.

Пример 4.

Требуется подобрать сечение опорных ребер жесткости неразрезной балки с исходными данными по примеру I. Ширина нижнего пояса балки 400 мм. По табл. 3 для h_{ef} = I500 мм и t_w = I2 мм подбираем сечение двусторонних опорных ребер - I20x28.

Таблица I

Ребра жесткости балок, укрепленных поперечными и продольными ребрами жесткости

Сечения ребер жесткости при $h_1 / h_{ef} = 0,25$

h_{ef}, мм	Значения $\delta_s \times t_s$, мм при расстояниях между поперечными ребрами a, мм											
	2000				3000				4000			
	и при толщине стенки балки t_w, мм											
	I4	I6	I8	20	I4	I6	I8	20	I4	I6	I8	20
Поперечные ребра жесткости (двусторонние)												
2200	I40xI0	I60xI2	I60xI2	I80xI2	I40xI0	I60xI2	I60xI2	I80xI2	I40xI0	I60xI2	I60xI2	I80xI2
2500				I80xI4				I80xI4				I80xI4
2800	I50xI0		I80xI2	200xI4	I50xI0		I80xI2	200xI4	I50xI0		I80xI2	200xI4
3000												
3200	I60xI2	I80xI2	I80xI4		I60xI2	I80xI2	I80xI4		I60xI2	I80xI2	I80xI4	
3400												
3600												
3800			200xI4	200xI6			200xI4	200xI6			200xI4	200xI6
4000												
Продольные ребра жесткости (двусторонние)												
2200	I20xI0	I20xI0	I40xI0	I50xI0	I20xI0	I40xI0	I50xI0	I60xI2	I40xI0	I50xI0	I60xI2	I80xI2
2500		I40xI0		I60xI2								
2800			I50xI0									
3000												
3200			I60xI2				I60xI2					
3400	I40xI0			I80xI2	I40xI0	I50xI0		I80xI2				
3600		I50xI0										
3800												
4000												
Поперечные ребра жесткости (односторонние)												
2200	I80xI2	I80xI4	200xI6	220xI6	I80xI2	I80xI4	200xI6	220xI6	I80xI2	I80xI4	200xI6	220xI6
2500		200xI4	220xI6	250xI6		200xI4	220xI6	250xI6		200xI4	220xI6	250xI6
2800												
3000	I80xI4				I80xI4				I80xI4			
3200		200xI6								200xI6		
3400			250xI6			200xI6						
3600	200xI4	220xI6		250x20	200xI4		250xI6	250x20	200xI4	220xI6	250xI6	250x20
3800												
4000												

Продолжение табл.I

$h_{ef.}$ мм	Значения $b_s \times t_s$, мм при расстояниях между поперечными ребрами a, мм											
	2000				3000				4000			
	и при толщине стенки балки t_w, мм											
	I4	I6	I8	20	I4	I6	I8	20	I4	I6	I8	20
Продольные ребра жесткости (односторонние)												
2200	I40x10	I60x12	I80x12	I80x14	I50x10	I60x12	I80x12	200x14	I60x12	I80x12	200x14	220x16
2500	I50x10			200x14			I80x14					
2800	I60x12	I80x12	I80x14		I60x12	I80x12		200x16				
3000				200x16			200x14					
3200								220x16				
3400			200x14									
3600		I80x14		220x16		I80x12	I80x14		I80x12	I80x14		
3800												
4000	I80x12											

Таблица 2

Предельные усилия на опорные ребра жесткости разрезных балок

Сечение опорных ребер $b_s \times t_s$ мм	A_s см^2	$Q_{1,}$ кН	Q_e в кН при высоте опорного ребра h и толщине стенки балки t_w в мм											
			h = 1000			h = 1500			h =2000			h = 2500		
			8	I0	I2	I0	I2	I4	I2	I4	I6	I4	I6	I8
200x14	28	868	II46	I260	I260	I258	I260	I260	I260	I260	I260	I260	I260	I260
200x16	32	992	I266	I438	I440	I376	I440	I440	I440	I440	I440	I440	I440	I440
200x18	36	III6	I386	I558	I620	I493	I620	I620	I588	I620	I620	I620	I620	I620
200x20	40	I240	I506	I678	I800	I610	I800	I800	I703	I800	I800	I760	I800	I800
250x14	35	I085	I373	I550	I575	I504	I575	I575	I575	I575	I575	I575	I575	I575
250x16	40	I240	I525	I70I	I800	I652	I800	I800	I784	I800	I800	I800	I800	I800
250x18	45	I395	I676	I853	2025	I80I	2005	2025	I930	2025	2025	2025	2025	2025
250x20	50	I550	I827	2004	22I9	I949	2I53	2250	2075	2250	2250	2I90	2250	2250
250x22	55	I595	I863	2034	2243	I982	2I8I	2365	2I06	2324	2365	2222	2365	2365
250x25	63	I8I3	2075	2247	2456	2I90	2389	2623	23I0	2529	2688	2423	265I	2688
300x16	48	I488	I779	I959	2I60	I9I8	2I28	2160	2070	2I60	2I60	2I60	2I60	2I60
300x18	54	I674	I962	2I4I	2360	2098	2308	2430	2247	2430	2430	2397	2430	2430
300x20	60	I860	2I44	2324	2543	2277	2488	2700	2424	2659	2700	2572	2700	2700
300x22	66	I9I4	2I89	2363	2575	23I8	2523	2763	246I	269I	2838	2608	2838	2838
300x25	75	2I75	2445	26I9	2832	2570	2776	30I7	2709	2940	3203	2852	3I0I	3225
300x28	84	2436	270I	2875	3080	2823	3028	3270	2957	3I89	3453	3006	3346	36I2
360x16	58	I786	2083	2264	2485	2229	2444	2592	2396	2592	2592	2574	2592	2592

Продолжение табл.2

Сечение опорных ребер $b_s \times t_s$ мм	A_1, $см^2$	Q_{1u}, кН	Q_2 в кН при высоте опорного ребра h и толщине стенки балки t_w в мм											
			h = 1000			h = 1500			h = 2000			h = 2500		
			8	10	12	10	12	14	12	14	16	14	16	18
360x18	65	2009	2302	2484	2705	2447	2662	2915	2611	2855	2916	2787	2916	2916
360x20	72	2232	2522	2704	2925	2664	2880	3133	2826	3070	3240	2999	3240	3240
360x22	79	2297	2577	2753	2968	2715	2924	3170	2872	3110	3383	3042	3303	3406
360x25	90	2610	2886	3062	3277	3020	3229	3476	3173	3412	3686	3339	3602	3870
360x28	101	2923	3195	3371	3586	3325	3535	3782	3474	3713	3988	3636	3900	4196
400x16	64	1984	2284	2466	2688	2434	2652	2880	2608	2856	2880	2798	2880	2880
400x18	72	2232	2529	2711	2933	2677	2894	3150	2848	3097	3240	3036	3240	3240
400x20	80	2480	2774	2956	3178	2919	3137	3393	3088	3337	3600	3273	2548	3600
400x22	88	2552	2836	3012	3228	2977	3188	3436	3141	3382	3660	3321	3589	3784
400x25	100	2900	3179	3356	3572	3317	3528	3777	3477	3719	3998	3654	3923	4226
400x28	112	3248	3523	3700	3916	3658	3869	4118	3814	4056	4335	3986	4256	4560
400x32	128	3712	3982	4158	4374	4112	4325	4572	4262	4505	4785	4429	4700	5005
500x20	100	3100	3399	3583	3807	3552	3773	4034	3733	3988	4282	3937	4224	4500
500x22	110	3190	3179	3657	3874	3627	3841	4094	3802	4050	4335	4000	4279	4594
500x25	125	3625	3910	4088	4305	4055	4269	4522	4227	4475	4760	4421	4700	5016
500x28	140	4060	4341	4519	4737	4183	4698	4950	4651	4900	5185	4842	5122	5438
500x32	160	4640	4916	5094	5312	5054	5269	5522	5217	5466	5752	5403	5683	5999
600x25	150	4350	4639	4818	5036	4789	5005	5260	4968	5219	5509	5173	5458	5781
600x28	168	4872	5158	5336	5555	5305	5520	5775	5480	5732	6022	5682	5967	6290
600x30	192	5568	5849	6028	6246	5992	6208	6463	6163	6415	6705	6360	6646	6969
700x32	224	6496	6781	6960	7170	6927	7145	7401	7104	7358	7651	7309	7598	7926
800x32	256	7424	7711	7891	8110	7861	8079	8336	8042	8297	8592	8253	8544	8874

Таблица 3

Предельные усилия на опорные ребра жесткости неразрезных балок

Сечение опорных ребер $b_s \times t_s$ мм	A_1, $см^2$	Q_{1u}, кН	Q_2 в кН при высоте опорного ребра h и толщине стенки балки t_w в мм											
			h = 1000			h = 1500			h = 2000			h = 2500		
			8	10	12	10	12	14	12	14	16	14	16	18
80x16	21	645	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936
80x18	23	725	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053
80x20	26	806	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170
90x16	24	744	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080
90x20	30	930	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
90x25	38	1088	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613	1613

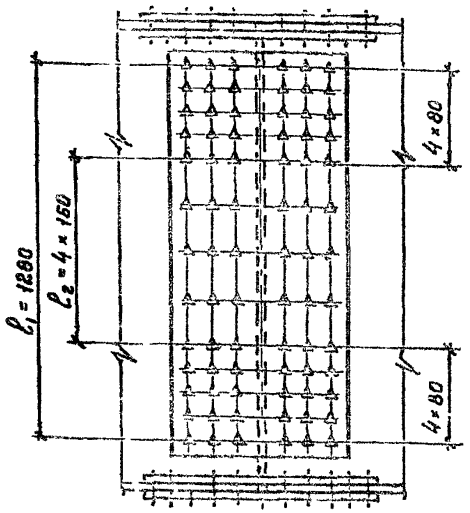
Продолжение табл.3

Сечение опорных ребер $b_s \times t_s$, мм	A_s, см^2	Q_t, кН	Q_s в кН при высоте опорного ребра h и толщине стенки t_w в мм											
			h = 1000			h = 1500			h = 2000			h = 2500		
			8	10	12	10	12	14	12	14	16	14	16	18
100x20	34	1054	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530
100x25	43	1233	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828	1828
100x28	48	1380	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047	2047
120x20	42	1302	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890	1890
120x25	53	1523	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258
120x28	59	1705	2514	2528	2528	2528	2528	2528	2528	2528	2528	2528	2528	2528
140x25	63	1813	2609	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688
140x28	70	2030	2849	3010	3010	3010	3010	3010	3010	3010	3010	3010	3010	3010
140x32	80	2320	3167	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440
160x16	46	1438	2068	2088	2088	2088	2088	2088	2088	2088	2088	2088	2088	2088
160x18	52	1618	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349	2349
160x20	58	1798	2594	2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610	2610
180x16	53	1637	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376
180x18	59	1841	2627	2673	2673	2673	2673	2673	2673	2673	2673	2673	2673	2673
180x20	66	2045	2847	2970	2970	2970	2970	2970	2970	2970	2970	2970	2970	2970
200x16	59	1835	2609	2664	2664	2664	2664	2664	2664	2664	2664	2664	2664	2664
200x18	67	2065	2854	2997	2997	2997	2997	2997	2997	2997	2997	2997	2997	2997
200x20	74	2294	3100	3330	3330	3330	3330	3330	3330	3330	3330	3330	3330	3330
220x16	66	2034	2811	2952	2952	2952	2952	2952	2952	2952	2952	2952	2952	2952
220x18	74	2288	3081	3321	3321	3321	3321	3321	3321	3321	3321	3321	3321	3321
220x20	82	2542	3351	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690	3690
250x16	75	2331	3112	3384	3384	3384	3384	3384	3384	3384	3384	3384	3384	3384
250x18	85	2623	3420	3787	3807	3752	3807	3807	3807	3807	3807	3807	3807	3807
250x20	94	2914	3727	4095	4230	4057	4230	4230	4230	4230	4230	4230	4230	4230
280x16	85	2629	3413	3781	3816	3751	3816	3816	3816	3816	3816	3816	3816	3816
280x18	95	2957	3757	4126	4293	4094	4293	4293	4293	4293	4293	4293	4293	4293
280x20	106	3286	4102	4471	4770	4437	4770	4770	4770	4770	4770	4770	4770	4770
300x25	143	4133	4958	5315	5752	5282	5714	6128	5669	6128	6128	6128	6128	6128
300x28	160	4628	5476	5834	6271	5798	6230	6740	6182	6686	6863	6624	6863	6863
300x32	182	5290	6168	6526	6962	6486	6919	7429	6867	7370	7843	7304	7843	7843
320x25	153	4423	5249	5607	6044	5576	6008	6519	5966	6471	6558	6416	6558	6558
320x28	171	4953	5803	6161	6598	6127	6560	7071	6514	7020	7344	6961	7344	7344
320x32	195	5661	6541	6899	7336	6861	7295	7806	7245	7751	8333	7688	8263	8394
360x32	221	6403	7286	7645	8083	7610	8045	8559	8000	8509	9095	8462	9032	9494
400x32	246	7146	8031	8390	8820	8358	8794	9309	8752	9263	9852	9251	9795	10454

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Данные для расчета стыков и узлов крепления балок на болтах

В табл. I-3 приведены значения коэффициентов $\alpha = \ell_1 / \Sigma \ell_i^2$ для расчета болтовых соединений по стенке балок (ℓ_1 - расстояние между крайними болтами соединения (см.черт. I), а ℓ_i -расстояние между каждой парой болтов, расположенных симметрично относительно нейтральной оси). Шаг болтов "a" принят 70 и 80 мм. Расчет с помощью таблиц иллюстрируется примером



Черт. I. Болтовое соединение в стыке балки

Пример.

Требуется определить количество и расположение высокопрочных болтов для фрикционного соединения стыка балки (черт. I)

Расчетные усилия:

Поперечная сила в стыке Q = 4500 кН.

Изгибающий момент с учетом момента от эксцентриситета приложения поперечной силы M = 1500 кН.м.

Характеристика соединения:

Болты высокопрочные М24.

Способ обработки соединяемых поверхностей газопламенный без консервации.

Способ регулирования натяжения болтов по моменту.

Разница номинальных диаметров отверстий и болтов 3 мм.

Нагрузка динамическая.

Предельное усилие на один болт при двусторонних накладках 168 кН.

Принимаем 3 вертикальных ряда болтов с шагом 80 мм, ℓ_1 = 1440 мм, ℓ_2 = 960 мм. По табл. 3 методом последовательного подбора находим α = 22·50/10^4, n = 13. Количество болтов на полунакладке равно 13 ·3 = 39 шт. Вертикальная составляющая от поперечной силы

$$V = \frac{4500}{39} = 115{,}4 \text{ кН}.$$

Горизонтальная составляющая от момента

$$H = \frac{M}{m} \cdot \alpha = \frac{15 \cdot 10^4}{3} \times \frac{22{,}5}{10^4} = 112{,}5 \text{ кН}$$

Равнодействующее усилие, действующее на крайний болт

$$N_б = \sqrt{V^2 + H^2} = \sqrt{115{,}4^2 + 112{,}5^2} = 161{,}2 \text{ кН} < 168 \text{ кН}.$$

Таблица I

Значение коэффициентов $\alpha = \frac{l_1}{\sum l_1^2}$ и число болтов для одного ряда

l_1, мм	Значения коэффициентов α при l_2, мм и "а", мм: $a = 80$					l_1, мм	$a = 70$				
	80	400	720	I040	I360		70	350	630	9I0	II90
240	375,00 4					2I0	428,57 4				
400	I78,57I 6	240,38I 4				350	204,08 6	274,73 4			
560	I04,I7 8	II6,67 6				490	II9,05 8	I33,33 6			
720	68,I8 I0	72,I2 8	I05,I4 6			630	77,92 I0	82,42 8	I20,I6 6		
880	48,08 I2	49,64 I0	60,3I 8			770	54,95 I2	56,73 I0	68,92 8		
I040	35,7I I4	36,43 I2	40,93 I0	58,88 8		9I0	40,82 I4	4I,64 I2	46,78 I0	67,29 8	
I200	27,57 I6	27,94 I4	30,I4 I2	37,43 I0		I050	3I,5I I6	3I,94 I4	34,46 I2	42,77 I0	
I360	2I,93 I8	22,I4 I6	23,33 I4	26,90 I2	37,6I I0	II90	25,06 I8	25,30 I6	26,66 I4	30,74 I2	42,98 I0
I520	I7,66 20	I7,98 I8	I8,67 I6	20,63 I4	25,65 I2	I330	20,4I 20	20,55 I8	2I,34 I6	23,68 I4	29,3I I2
I680	I4,82 22	I4,90 20	I5,32 I8	I6,49 I6	I9,20 I4	I470	I6,94 22	I7,03 20	I7,5I I8	I8,84 I6	2I,95 I4

Примечания: I. В числителе дроби приведены значения α увеличенные в 10^4 раз, в знаменателе дроби – количество болтов.

2. Размер l_2 равен ширине зоны с увеличенным шагом болтов, равным 2·а.

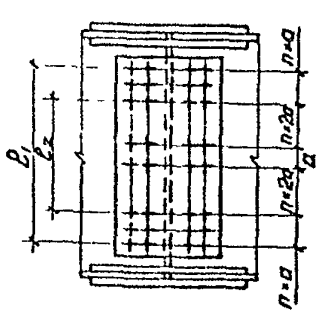


Таблица 2

Значения коэффициентов $\alpha = \frac{\ell_i}{\sum \ell_i^2}$ и число болтов для одного ряда

ℓ_1, мм	Значения коэффициентов α при ℓ_2, мм										
	0	280	560	840	1120	1400	1680	1960	2240	2520	2800
280	285.71 5	357.14 3									
420	153.06 7	164.84 5									
560	95.24 9	98.52 7	142.86 5								
700	64.94 11	66.14 9	79.37 7								
840	47.10 13	47.62 11	52.91 9	76.53 7							
980	35.71 15	35.97 13	38.46 11	47.62 9							
1120	28.01 17	28.15 15	29.46 13	33.61 11	47.62 9						
1260	22.56 19	22.64 17	23.38 15	25.71 13	31.98 11						
1400	18.55 21	18.60 19	19.05 17	20.41 15	23.73 13	32.47 11					
1540	15.53 23	15.59 21	15.84 19	16.68 17	18.62 15	23.04 13					
1680	13.19 25	13.21 23	13.39 21	13.94 19	15.14 17	17.67 15	23.55 13				
1820	11.34 27	11.35 25	11.48 23	11.84 21	12.68 19	14.20 17	17.42 15				
1960	9.85 29	9.86 27	9.95 25	10.20 23	10.74 21	11.76 19	13.72 17	17.8. 15			
2100	8.64 31	8.65 29	8.71 27	8.89 25	9.27 23	9.97 21	11.23 19	13.65 17			
2240	7.64 33	7.64 31	7.69 29	7.82 27	8.09 25	8.59 23	9.45 21	10.98 19	14.01 17		
2380	6.80 35	6.81 33	6.84 31	6.94 29	7.14 27	7.50 25	8.10 23	9.13 21	10.99 19		
2520	6.10 37	6.10 35	6.13 33	6.20 31	6.35 29	6.61 27	7.05 25	7.77 23	9.00 21	11.28 19	
2660	5.49 39	5.50 37	5.52 35	5.57 33	5.69 31	5.89 29	6.21 27	6.74 25	7.58 23	9.04 21	
2800	4.98 41	4.98 39	5.00 37	5.04 35	5.13 33	5.28 31	5.53 29	5.92 27	6.52 25	7.61 23	9.28 21

В числителе дроби стоят увеличенные в 10^4 раз значения α, в знаменателе дроби – количество болтов.

Размер ℓ_2 равен ширине зоны с увеличенным шагом болтов, равным $2 \cdot a$.

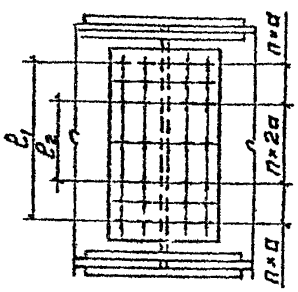


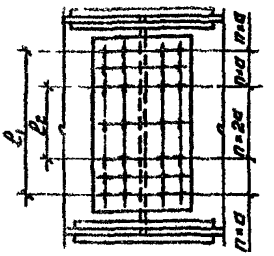
Таблица 3

Значения коэффициентов $\alpha = \frac{\ell_1}{\sum \ell_i^2}$ и число болтов для одного ряда

ℓ_1, мм	Значения коэффициентов α при ℓ_2, мм										
	0	320	640	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
320	250,00 5	312,50 3									
480	133,93 7	144,23 5									
640	83,33 9	86,21 7	125,00 5								
800	56,82 11	57,87 9	69,44 7								
960	41,21 13	41,67 11	46,30 9	66,96 7							
1120	31,25 15	31,47 13	33,65 11	41,67 9							
1280	24,51 17	24,63 15	25,77 13	29,59 11	41,67 9						
1440	19,74 19	19,81 17	20,45 15	22,50 13	27,99 11						
1600	16,23 21	16,28 19	16,67 17	17,86 15	20,76 13	28,41 11					
1760	13,69 23	13,61 21	13,83 19	14,60 17	16,29 15	20,16 13					
1920	11,54 25	11,56 23	11,72 21	12,20 19	13,25 17	15,46 15	20,60 13				
2080	9,92 27	9,93 25	10,04 23	10,36 21	11,05 19	12,42 17	15,24 15				
2240	8,62 29	8,63 27	8,71 25	8,93 23	9,40 21	10,29 19	12,00 17	15,63 15			
2400	7,56 31	7,57 29	7,62 27	7,78 25	8,11 23	8,72 21	9,83 19	11,94 17			
2560	6,68 33	6,69 31	6,73 29	6,84 27	7,08 25	7,51 23	8,26 21	9,61 19	12,25 17		
2720	5,95 35	5,96 33	5,99 31	6,07 29	6,25 27	6,56 25	7,09 23	7,99 21	9,62 19		
2880	5,33 37	5,34 35	5,36 33	5,42 31	5,56 29	5,79 27	6,17 25	6,80 23	7,87 21	9,87 19	
3040	4,81 39	4,81 37	4,83 35	4,88 33	4,98 31	5,15 29	5,44 27	5,89 25	6,63 23	7,91 21	
3200	4,36 41	4,36 39	4,37 37	4,41 35	4,49 33	4,62 31	4,84 29	5,18 27	5,71 25	6,59 23	8,12 21

В числителе дроби стоят увеличенные в 10^4 раз значения α, в знаменателе дроби - количество болтов.

Размер ℓ_2 равен ширине зоны с увеличенным шагом болтов, равным $2 \cdot a$.



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Данные для подбора сечения настилов и ребер жесткости площадок

Подбор сечения настила площадок

В табл. I приведены предельные нормативные равномерно-распределенные нагрузки от оборудования, людей, складируемых материалов на настил площадок в зависимости от пролета настила (шага ребер жесткости), а в табл. 2 цепные усилия в настиле площадок, соответствующие предельным нормативным нагрузкам, приведенным в табл. I.

Расчет производился с помощью таблиц, составленных С.Д.Лейтесом и приведенных в сб.: "Материалы по металлическим конструкциям . Вып. 8., М.: Стройиздат, I964.

За расчетную схему принята пластинка, работающая в условиях цилиндрического изгиба при несмещаемом контуре.

Расчет производился по трем схемам:

Схема I - пластинка с шарнирно-закрепленными кромками;

Схема 2 - пластинка с защемленными кромками

Схема 3 - пластинка с образованием на опоре шарнира пластичности, несущая способность определяется по прогибу или усилиям в середине пролета как средний случай между схемой I и схемой 2.

Вес настила учтен при определении табличных данных, т.е. для определения сечения настила временная нагрузка определяется без учета веса настила.

Предельный относительный прогиб настила принят равным I/I50 по табл. 40 СНиП II-23-8I. Предельное отношение пролета к толщине пластинки принято равным 300.

Для настила применены листы стальные с ромбическим рифлением по ГОСТ 8568-77 из стали марки БСт3кп2 по ГОСТ 380-7I и сталь листовая по ГОСТ I9903-74 из стали марок ВСт3пс6 по ГОСТ 380-7I и 09Г2С по ГОСТ I9282-73.

Расчетное сопротивление для рифленой стали принято равным I65 МПа, так как она поставляется по группе Б, при которой гарантируется только химический состав стали.

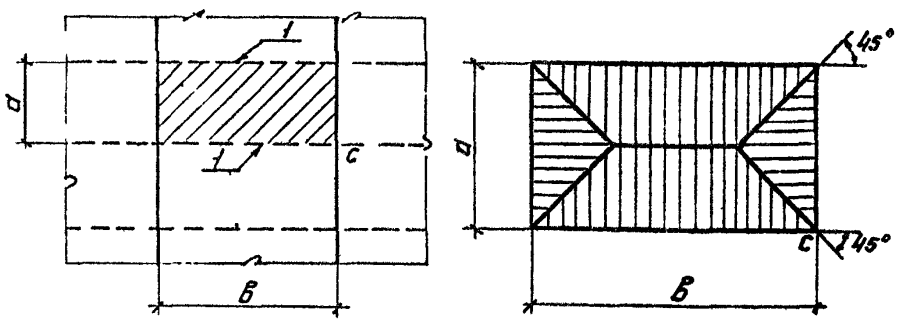
Определение усилий в ребрах жесткости

В табл. 3 и 4 приведены расчетные усилия M и Q в ребрах жесткости площадок в зависимости от их шага и пролета, а также заданных нормативных нагрузок. Грузовая площадь, приходящаяся на ребра жесткости, приведена на (черт. I). Вес настила и ребер жесткости учитывался следующим образом. Вес ребра жесткости учтен от ребра сечением 200x14, а толщина настила принималась в зависимости от нормативной нагрузки:

$t = 6$ при нагрузке $q \leq 4$ кН;

$t = 8$ при нагрузке 4 кН $< q \leq 10$ кН;

$t = 12$ при нагрузке $q > 10$ кН.

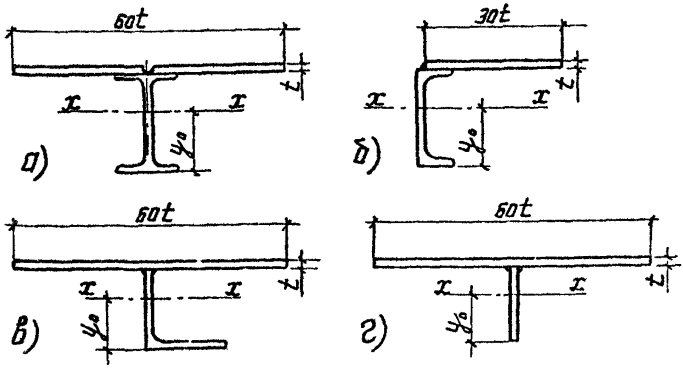


Черт. I. Грузовая площадь, приходящая на ребра жесткости

I - ребра жесткости

Справочные величины балок и ребер жесткости с учетом настила

В табл. 5 приведены геометрические характеристики двутавров по ГОСТ 26020-83 с учетом настила. Аналогично в табл. 6 приведены геометрические характеристики швеллеров, ребер жесткости из уголков и листа. Настил площадок принят толщиной 4, 6, 8, 10 и 12 мм. Поперечное сечение балок и ребер жесткости с настилом, включенным в работу, приведено на (черт. 4).



Черт. 2. Поперечные сечения балок и ребер жесткости с учетом настила

а - двутавр по ГОСТ 26020-83; б - швеллер по ГОСТ 8240-72 (с уклоном полок); в - ребро жесткости из уголка по ГОСТ 8509-86; г - ребро жесткости из листа.

Для балок из двутавров и ребер жесткости в работу включена ширина настила равная $60t$, для швеллеров - $30t$ (крайний элемент).

В табл. 5 и 6 приведены моменты инерции балок и минимальные моменты сопротивления. В случае необходимости расстояние от нижней грани сечения до нейтральной оси x-x может быть определено по формуле

$$y_0 = \frac{y_x}{W_{x,min}}$$

Максимальный момент сопротивления может быть определен по формуле

$$W_{x,max} = \frac{y_x}{(h+t-y_o)},$$

где h – высота профиля или ребра жесткости.

В основном учет работы настила может быть использован при расчете балок и ребер жесткости по деформациям, однако он может быть учтен и при расчете на прочность. При этом в чертежах КМ должны быть оговорены толщины сварных швов, прикрепляющих настил к поясам балок или ребрам жесткости и проконтролировано их исполнение.

Пример I.

Требуется подобрать сечение настила и ребер жесткости для площадки с шагом балок 2,5 м и шагом ребер жесткости I,5 м.

Нагрузка – равномерно распределенная $q^н$ = I0 кН/м^2.

Настил из рифленой стали марки БСтЗкп по ГОСТ 8568-77.

Подбор сечения настила

По табл. I для схемы 3 определяем настил толщиной 8 мм, способный воспринимать предельную нормативную нагрузку

q = II,5 кН/м^2 > I0 кН/м^2.

По табл. 2 для той же схемы 3 определяем цепные усилия в настиле, равные 2353 Н на I см длины, или 2,353 кН на I см длины. Принимаем сварные швы толщиной 6 мм. Предельное усилие на I см длины сварного шва 7,6 кН > 2,353 кН по "Руководству по подбору сечений элементов строительных стальных конструкций", часть I, ЦНИИпроектстальконструкция, М., I982.

Подбор сечений ребер жесткости

По табл. 3 определяем изгибающий момент, приходящийся на ребро жесткости, М = I3,6 кН.м или I360 кН.см.

По табл. 4 определяем поперечную силу в опорном сечении ребра жесткости Q = I7,3 кН.

Принимаем для ребер жесткости сталь марки ВСтЗпс6.

Расчетное сопротивления R_y = 24,5 кН/см^2.

Требуемый момент сопротивления ребра жесткости

W_{min} = I360/24,5 = 55,5I см^3.

Принимаем ребра жесткости из полосы I50xI0 по табл. 6.

Момент сопротивления ребра

$$W_{x,min} = 73 \text{ см}^3 > 55{,}5\text{I см}^3.$$

Касательные напряжения

$$\tau = \text{I7,3} \cdot \text{I,5} / \text{I5} = \text{I,73 кН}$$

Относительный прогиб

$$\frac{f}{\ell} = \frac{M \cdot \ell}{\text{I0}\,EJ} = \frac{\text{I3,60 x 2,50}}{\text{I0.}\ 2{,}06 \cdot \text{I0}^4 .956} = \frac{\text{I}}{579} < \frac{\text{I}}{250}$$

Таблица I

Предельная нормативная нагрузка на настил площадок

Настил		Нормативная нагрузка q в кН/м^2 при пролете настила l, мм и f/l = I/I50												
Схема	Толщина, мм	600	700	800	900	I000	II00	I200	I300	I400	I500	I600	I800	2000
		Настил из рифленой стали по ГОСТ 8568-77 (марка стали ВСт3кп)												
	4	II,4	9,2	7,7	6,6	5,8	5,I	4,6						
	6	22,5	I7,I	I3,6	II,3	9,7	8,5	7,5	6,7	6,I	5,6	5,2	4,5	
I	8	40,2	29,I	22,4	I8,0	I5,0	I2,8	II,I	9,9	8,9	8,0	7,3	6,3	5,5
	I0	66,5	46,3	34,7	27,3	22,2	I8,5	I5,9	I3,9	I2,3	II,0	I0,0	8,4	7,2
	I2	84,2	69,I	5I,6	39,9	3I,6	26,2	22,I	I8,9	I6,6	I4,7	I3,I	I0,8	9,2
	4	I4,0	II,0	9,2	7,9	6,9	6,I	5,5						
	6	27,9	2I,0	I6,7	I3,8	II,7	I0,2	9,0	8,I	7,4	6,7	6,2	5,4	
2	8	49,6	36,I	27,8	22,3	I8,5	I5,7	I3,7	I2,0	I0,8	9,7	8,9	7,6	6,6
	I0	80,8	56,6	42,2	34,0	27,7	23,0	I9,6	I7,I	I5,I	I3,6	I2,2	I0,2	8,8
	I2	II5,4	86,5	6I,2	49,3	39,2	32,5	27,5	23,5	20,5	I8,2	I6,3	I3,4	II,3
	4	I7,9	I3,4	I0,6	8,7	7,4	6,4	5,6						
	6	43,I	30,3	22,7	I7,8	I4,5	I2,2	I0,4	9,I	8,I	7,2	6,5	5,5	
3	8	75,9	59,4	42,9	32,6	25,8	2I,I	I7,6	I5,I	I3,I	II,5	I0,3	8,4	7,I
	I0	I07,6	83,9	69,3	55,3	42,8	34,I	28,I	23,6	20,I	I7,5	I5,4	I2,3	I0,I
	I2	I49,3	II3,0	90,3	75,6	65,6	52,6	42,6	35,2	29,8	25,5	22,2	I7,3	I4,0
		Настил из листовой стали по ГОСТ I9903-74 (марка стали ВСт3пс6)												
	4	II,4	9,2	7,7	6,6	5,8	5,I	4,6						
	6	22,5	I7,I	I3,6	II,3	9,7	8,5	7,5	6,7	6,I	5,6	5,2	4,5	
I	8	40,2	29,I	22,4	I8,0	I5,0	I2,8	II,I	9,9	8,9	8,0	7,3	6,3	5,5
	I0	66,5	46,3	34,7	27,3	22,2	I8,5	I5,9	I3,9	I2,3	II,0	I0,0	8,4	7,2
	I2	I03,8	70,9	5I,6	39,9	3I,6	26,2	22,I	I8,9	I6,6	I4,7	I3,I	I0,8	9,2
	4	20,7	I6,8	I3,5	I0,9	9,0	7,7	6,7						
	6	39,3	30,3	24,6	20,6	I7,8	I5,7	I3,4	II,5	I0,0	8,9	7,9	6,5	
2	8	67,5	50,I	39,I	3I,9	27,0	23,3	20,5	I8,3	I6,6	I5,0	I3,2	I0,6	8,7
	I0	I05,6	76,I	58,6	47,I	39,0	33,I	28,6	25,3	22,5	20,3	I8,5	I5,8	I3,I
	I2	I6I,I	II0,7	84,7	67,2	54,4	45,3	38,8	33,8	29,9	26,8	24,2	20,2	I7,4
	4	I7,9	I3,4	I0,6	8,7	7,4	6,4	5,6						
	6	43,I	30,3	22,7	I7,8	I4,5	I2,2	I0,4	9,I	8,I	7,2	6,5	5,5	
3	8	87,7	59,4	42,9	32,6	25,8	2I,I	I7,6	I5,I	I3,I	II,5	I0,3	8,4	7,I
	I0	I66,5	I04,4	74,I	55,3	42,8	34,I	28,I	23,6	20,I	I7,5	I5,4	I2,3	I0,I
	I2	2I0,5	I63,I	II8,8	87,4	66,5	52,6	42,6	35,2	29,8	25,5	22,2	I7,3	I4,0

Продолжение табл.I

Настил		Нормативная нагрузка q в кН/м² при пролете настила ℓ, мм и f/ℓ = I/I50												
Схема	Толщина, мм	600	700	800	900	I000	II00	I200	I300	I400	I500	I600	I800	2000
		Настил из листовой стали по ГОСТ I9903-74 (марка стали 09Г2С)												
	4	II,4	9,2	7,7	6,6	5,8	5,I	4,6						
	6	22,5	I7,I	I3,6	II,3	9,7	8,5	7,5	6,7	6,I	5,6	5,2	4,5	
I	8	40,2	29,I	22,4	I8,0	I5,0	I2,8	II,I	9,9	8,9	8,0	7,3	6,3	5,5
	I0	66,5	46,3	34,7	27,3	22,2	I8,5	I5,9	I3,9	I2,3	II,0	I0,0	8,4	7,2
	I2	I03,8	70,9	6I,6	39,9	3I,6	26,2	22,I	I8,9	I6,6	I4,7	I3,I	I0,8	9,2
	4	24,4	I7,7	I3,5	I0,9	9,0	7,7	6,7						
	6	6I,6	43,5	3I,7	24,3	I9,3	I5,9	I3,4	II,5	I0,0	8,9	7,9	6,5	
2	8	I00,4	76,9	6I,5	47,3	36,6	29,3	24,I	20,3	I7,3	I5,0	I3,2	I0,6	8,7
	I0	I43,7	I06,7	83,5	68,0	57,0	49,2	40,3	33,3	28,0	24,0	20,8	I6,2	I3,I
	I2	208,8	I50,9	II7,6	94,I	77,7	65,8	56,9	50,3	43,0	36,3	3I,2	23,8	I8,9
	4	I7,9	I3,4	I0,6	8,7	7,4	6,4	5,6						
	6	43,I	30,3	22,7	I7,8	I4,5	I2,2	I0,4	9,I	8,I	7,2	6,5	5,5	
3	8	87,7	59,4	42,9	32,6	25,8	2I,I	I7,6	I5,I	I3,I	II,5	I0,3	8,4	7,I
	I0	I58,2	I04,4	74,I	55,3	42,8	34,I	28,I	23,6	20,I	I7,5	I5,4	I2,3	I0,I
	I2	26I,I	I70,4	II8,8	87,4	66,5	52,6	42,6	I5,2	29,8	25,5	22,2	I7,3	I4,0

Таблица 2

Цепные усилия в настилах площадок, соответствующие нагрузкам в табл. I

Настил		Цепные усилия N_o в Н/см при пролетах настила ℓ, мм и f/ℓ = I/I50												
Схема	Толщина, мм	600	700	800	900	I000	II00	I200	I300	I400	I500	I600	I800	2000
		Настил из рифленой стали по ГОСТ 8568-77 (марка стали ВСт3кп)												
	4	II76	II76	II78	II79	II8I	II83	II84						
	6	I800	I785	I774	I765	I766	I768	I767	I764	I769	I77I	I772	I776	
I	8	2460	2426	2400	2380	2368	2359	2353	235I	2353	2354	2355	2357	236I
	I0	3I44	3063	3034	3023	3000	2969	2966	2963	2953	294I	2946	2944	2944
	I2	29I3	3642	3694	3690	3624	36I7	3600	3567	3570	355I	3549	3529	3533
	4	642	737	8I4	876	962	992							
	6	572	709	840	964	I059	II47	I222	I286	I339	I386	I424	I489	
2	8	492	623	762	902	I037	II62	I285	I382	I473	I555	I629	I75I	I848
	I0	448	54I	656	8I3	953	I090	I225	I357	I482	I606	I706	I885	2036
	I2	372	522	578	737	853	998	II43	I077	I4I9	I555	I68I	I927	2II9
	4	II86	II79	II75	II72	II7I	II7I	II7I						
	6	I836	I8I2	I794	I779	I772	I767	I763	I758	I757	I756	I755	I756	
3	8	2466	248I	2448	2420	2400	2385	237I	2364	2359	2353	2350	2344	2342
	I0	2266	28I5	334I	309I	3060	3025	30II	2998	2980	2964	2960	2944	2938
	I2	2067	26I3	3I60	3699	42I7	3698	367I	3636	3625	3599	3589	3557	3544

Продолжение табл.2

Настил		Цепные усилия N_0 в Н/см при пролетах настила ℓ, мм и $f/\ell = 1/150$												
Схема	Толщина, мм	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000
		Настил из листовой стали по ГОСТ 19903-74 (марка стали ВСт3пс6)												
	4	1176	1176	1178	1179	1181	1183	1184						
	6	1800	1785	1774	1765	1766	1768	1767	1764	1769	1771	1772	1776	
I	8	2460	2426	2400	2380	2368	2359	2353	2351	2353	2354	2355	2357	2361
	10	3144	3063	3034	3023	3000	2969	2966	2963	2953	2941	2946	2944	2944
	12	3849	3763	3694	3690	3624	3617	3500	3567	3570	3551	3549	3529	3533
	4	1005	1127	1172	1166	1161	1158	1157						
	6	968	1176	1363	1508	1635	1741	1758	1752	1745	1742	1739	1736	
?	8	851	1074	1291	1499	1697	1867	2011	2140	2254	2352	2345	2332	2323
	10	739	931	1157	1392	1614	1826	2022	2219	2367	2513	2643	2867	2931
	12	712	832	1053	1276	1489	1707	1937	2152	2352	2546	2726	3018	3271
	4	1186	1179	1175	1172	1171	1171	1171						
	6	1836	1812	1794	1779	1772	1767	1763	1758	1757	1756	1755	1756	
3	8	2520	2481	2448	2420	2400	2385	2371	2364	2359	2353	2350	2344	2342
	10	3843	3149	3114	3091	3060	3025	3011	2998	2980	2964	2960	2944	2938
	12	3567	4442	3799	3781	3717	3698	3671	3636	3625	3599	3589	3557	3544
		Настил из листовой стали по ГОСТ 19903-74 (марка стали 09Г2С)												
	4	1176	1176	1178	1179	1181	1183	1184						
	6	1800	1785	1774	1765	1766	1768	1767	1764	1769	1771	1772	1776	
I	8	2460	2426	2400	2380	2368	2359	2353	2351	2353	2354	2355	2357	2361
	10	3144	3063	3034	3023	3000	2969	2966	2963	2953	2941	2946	2944	2944
	12	3849	3763	3694	3690	3624	3617	3600	3567	3570	3551	3549	3529	3533
	4	1195	1182	1172	1166	1161	1158	1157						
	6	1796	1840	1815	1792	1777	1766	1758	1752	1745	1742	1739	1736	
2	8	1650	2046	2395	2461	2432	2410	2390	2377	2365	2352	2345	2332	2323
	10	1299	1667	2038	2393	2720	3034	3057	3032	3006	2987	2975	2944	2931
	12	1162	1479	1869	2233	2596	2940	3264	3579	3680	3647	3629	3585	3556
	4	1186	1179	1175	1172	1171	1171	1171						
	6	1836	1812	1794	1779	1772	1767	1763	1758	1757	1756	1755	1756	
3	8	2520	2481	2448	2420	2400	2385	2371	2364	2359	2353	2350	2344	2342
	10	3228	3149	3114	3091	3060	3025	3011	2998	2980	2964	2960	2944	2938
	12	3938	3868	3799	3781	3717	3698	3671	3636	3625	3599	3589	3557	3544

Таблица 3

Расчетные изгибающие моменты в ребрах жесткости настила площадок

Шаг ребер a	Пролет ребер b	M, кН.м при нормативной нагрузке q, кН/м^2									
м		2	4	6	8	I0	I3	I5	20	25	30
0,8	I,0	0,3	0,5	0,6	0,8	I,0	I,3	I,5	2,0	2,5	2,9
0,8	I,2	0,4	0,7	I,0	I,3	I,6	2,0	2,4	3,I	3,8	4,6
0,8	I,4	0,6	I,0	I,4	I,8	2,3	2,8	3,4	4,4	5,5	6,5
0,8	I,6	0,8	I,4	I,9	2,5	3,I	3,8	4,5	5,9	7,3	8,8
0,8	I,8	I,0	I,7	2,5	3,2	4,0	4,9	5,8	7,7	9,5	II,3
0,8	2,0	I,3	2,2	3,I	4,0	5,0	6,2	7,3	9,6	II,8	I4,I
0,8	2,2	I,6	2,7	3,8	4,9	6,I	7,5	8,9	II,7	I4,5	I7,2
0,8	2,5	2,0	3,5	4,9	6,4	8,0	9,8	II,6	I5,3	I8,9	22,5
0,8	2,8	2,6	4,4	6,2	8,0	I0,I	I2,4	I4,7	I9,3	23,8	28,4
0,8	3,0	3,0	5,0	7,2	9,3	II,7	I4,3	I6,9	22,2	27,5	32,7
I,0	I,0	0,3	0,5	0,7	0,9	I,I	I,4	I,6	2,I	2,6	3,I
I,0	I,2	0,5	0,8	I,I	I,5	I,8	2,3	2,7	3,5	4,3	5,2
I,0	I,4	0,7	I,2	I,7	2,I	2,7	3,3	3,9	5,I	6,4	7,6
I,0	I,6	0,9	I,6	2,3	2,9	3,7	4,5	5,4	7,0	8,7	I0,4
I,0	I,8	I,2	2,I	2,9	3,8	4,8	5,9	7,0	9,2	II,3	I3,5
I,0	2,0	I,5	2,6	3,7	4,8	6,I	7,4	8,8	II,6	I4,3	I7,I
I,0	2,2	I,9	3,2	4,6	5,9	7,5	9,I	I0,8	I4,2	I7,6	2I,0
I,0	2,5	2,5	4,2	6,0	7,8	9,8	I2,0	I4,2	I8,7	23,I	27,5
I,0	2,8	3,I	5,3	7,6	9,8	I2,4	I5,2	I8,0	23,7	29,3	34,9
I,0	3,0	3,6	6,2	8,8	II,4	I4,3	I7,6	20,8	27,3	33,8	40,3
I,2	I,0										
I,2	I,2	0,5	0,8	I,2	I,5	I,9	2,3	2,8	3,6	4,5	5,4
I,2	I,4	0,7	I,3	I,8	2,3	2,9	3,6	4,3	5,6	6,9	8,3
I,2	I,6	I,0	I,8	2,5	3,3	4,I	5,I	6,0	7 9	9,7	II,6
I,2	I,8	I,4	2,3	3,3	4,3	5,5	6,7	8,0	I0,4	I2,9	I5,4
I,2	2,0	I,7	3,0	4,3	5,5	7,0	8,6	I0,I	I3,3	I6,5	I9,6
I,2	2,2	2,2	3,7	5,3	6,8	8,6	I0,6	I2,6	I6,5	20,4	24,3
I,2	2,5	2,8	4,9	7,0	9,I	II,4	I4,0	I6,6	2I,8	27,0	32,2
I,2	2,8	3,6	6,2	8,9	II,5	I4,6	I7,9	2I,2	27,8	34,4	41,I
I,2	3,0	4,2	7,2	I0,3	I3,4	I6,8	20,7	24,5	32,2	39,9	47,5
I,5	I,6	I,I	I,9	2,7	3,6	4,5	5,5	6,5	8,6	I0,6	I2,6
I,5	I,8	I,5	2,6	3,8	4,9	6,2	7,6	9,0	II,8	I4,6	I7,4
I,5	2,0	2,0	3,4	4,9	6,4	8,0	9,9	II,7	I5,3	I9,0	22,7
I,5	2,2	2,5	4,3	6,2	8,0	I0,I	I2,4	I4,7	I9,3	23,9	28,5
I,5	2,5	3,4	5,8	8,3	I0,8	I3,6	I6,7	I9,8	25,9	32,I	38,
I,5	2,8	4,3	7,5	I0,7	I3,9	I7,5	2I,5	25,5	33,4	4I,4	49,4
I,5	3,0	5,0	8,7	I2,4	I6,I	20,3	25,0	29,6	38,9	48,2	57,5

Таблица 4

Расчетные поперечные силы в ребрах жесткости настила площадок

Шаг ребер a	Пролет ребер δ	Q, кН при нормативной нагрузке q^n, кН/м^2									
м		2	4	6	8	I0	I3	I5	20	25	30
0,8	I,0	0,9	I,4	2,0	2,6	3,2	3,9	4,7	6,I	7,5	9,0
0,8	I,2	I,I	I,9	2,6	3,4	4,3	5,2	6,2	8,I	I0,0	I2,0
0,8	I,4	I,4	2,3	3,3	4,3	5,3	6,5	7,7	I0,I	I2,5	I4,9
0,8	I,6	I,7	2,8	3,9	5,I	6,4	7,9	9,3	I2,2	I5,I	I7,9
0,8	I,8	I,9	3,3	4,6	5,9	7,5	9,2	I0,8	I4,2	I7,6	20,9
0,8	2,0	2,2	3,7	5,3	6,8	8,5	I0,5	I2,4	I6,2	20,I	23,9
0,8	2,2	2,5	4,2	5,9	7,6	9,6	II,8	I3,9	I8,2	22,6	26,9
0,8	2,5	2,9	4,9	6,9	8,9	II,2	I3,7	I6,2	2I,3	26,3	3I,3
0,8	2,8	3,3	5,5	7,9	I0,2	I2,8	I5,7	I8,5	24,3	30,I	35,8
0,8	3,0	3,5	6,0	8,5	II,0	I3,8	I7,0	20,I	26,3	32,6	38,8
I,0	I,0	0,9	I,5	2,I	2,7	3,4	4,I	4,9	6,4	7,9	9,4
I,0	I,2	I,2	2,0	2,9	3,7	4,7	5,7	6,8	8,9	II,0	I3,I
I,0	I,4	I,5	2,6	3,7	4,8	6,0	7,3	8,7	II,4	I4,I	I6,8
I,0	I,6	I,9	3,2	4,5	5,8	7,3	9,0	I0,6	I3,9	I7,2	20,5
I,0	I,8	2,2	3,7	5,3	6,9	8,6	I0,6	I2,5	I6,4	20,3	24,2
I,0	2,0	2,5	4,3	6,I	7,9	I0,0	I2,2	I4,5	I9,0	23,5	28,0
I,0	2,2	2,9	4,9	6,9	9,0	II,3	I3,8	I6,4	2I,5	26,6	3I,7
I,0	2,5	3,4	5,7	8,I	I0,5	I3,3	I6,3	I9,3	25,3	3I,3	37,3
I,0	2,8	3,9	6,6	9,3	I2,I	I5,2	I8,7	22,I	29,0	35,9	42,8
I,0	3,0	4,2	7,2	I0,2	I3,2	I6,6	20,3	24,I	3I,6	39,I	46,6
I,2	I,0										
I,2	I,2	I,2	2,I	3,0	3,8	4,8	5,9	7,0	9,I	II,3	I3,4
I,2	I,4	I,6	2,8	3,9	5,I	6,4	7,8	9,3	I2,I	I5,0	I7,9
I,2	I,6	2,0	3,5	4,9	6,3	8,0	9,8	II,6	I5,2	I8,8	22,4
I,2	I,8	2,4	4,I	5,9	7,6	9,6	II,7	I3,9	I8,2	22,5	26,8
I,2	2,0	2,8	4,8	6,8	8,3	II,I	I3,7	I6,2	2I,2	26,3	3I,3
I,2	2,2	3,2	5,5	7,8	I0,I	I2,7	I5,6	I8,5	24,2	30,0	35,8
I,2	2,5	3,8	6,5	9,2	I2,0	I5,I	I8,5	2I,9	28,8	35,6	42,4
I,2	2,8	4,4	7,5	I0,7	I3,9	I7,5	2I,4	25,4	33,3	4I,2	49,I
I,2	3,0	4,8	8,2	II,6	I5,I	I9,0	23,4	27,7	36,3	45,0	53,6
I,5	I,6	2,I	3,7	5,2	6,7	8,5	I0,4	I2,3	I6,I	I9,9	23,8
I,5	I,8	2,6	4,5	6,4	8,3	I0,4	I2,8	I5,2	I9,9	24,6	29,3
I,5	2,0	3,I	5,3	7,6	9,8	I2,4	I5,2	I8,0	23,6	29,3	34,9
I,5	2,2	3,6	6,2	8,8	II,4	I4,4	I7,6	20,9	27,4	33,9	40,5
I,5	2,5	4,3	7,4	I0,6	I3,7	I7,3	2I,3	25,2	33,I	40,9	48,8
I,5	2,8	5,I	8,7	I2,4	I6,I	20,3	24,9	29,5	38,7	48,0	57,2
I,5	3,0	5,6	9,5	I3,6	I7,6	22,2	27,3	32,4	42,5	52,6	62,7

Таблица 5

Справочные величины сечения балок по ГОСТ 26020-83 с учетом настила

№ профиля	$A_{1,}$ $см^2$	Значения J_x и $W_{x,min}$ при толщине настила t, мм									
		$t = 4$		$t = 6$		$t = 8$		$t = 10$		$t = 12$	
		J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$
Нормальные двутавры											
23Б1	32,9	4010	284	4210	298	5560	308	6060	315	6490	321
26Б1	35,6	5320	339	6360	356	7290	368	8040	377	8630	384
30Б1	41,9	8080	460	9570	481	10000	497	12100	509	13000	518
35Б1	49.5	12500	622	14700	650	16800	673	18600	690	20100	703
35Б2	55,2	14000	703	16400	733	18700	757	20800	777	22500	791
40Б1	61,3	19000	853	22000	891	25100	923	28000	948	30300	967
40Б2	69,7	21900	986	25100	1020	28600	1060	31800	1090	34500	1110
45Б1	76,2	29100	1180	33400	1230	37900	1270	42100	1310	45900	1340
45Б2	86,0	33200	1350	37700	1400	42600	1450	47300	1490	51500	1520
50Б1	93,0	42500	1570	48000	1630	54100	1690	60100	1740	65600	1780
50Б2	102,6	47800	1770	53600	1830	60100	1900	66600	1950	72600	1990
55Б1	113,4	62300	2120	69300	2190	77400	2260	85600	2330	93400	2380
55Б2	124,8	69500	2370	76800	2440	85400	2520	94200	2560	102000	2640
60Б1	135,3	86700	2740	95400	2820	105000	2910	116000	2990	127000	3060
60Б2	147,3	95700	3020	104000	3100	115000	3190	126000	3280	138000	3360
70Б1	164,2	136000	3750	149000	3860	163000	3980	179000	4090	195000	4200
70Б2	183,6	157000	4290	169000	4400	185000	4520	202000	4640	219000	4750
80Б1	203,2	212000	5170	230000	5310	251000	5460	273000	5620	297000	5760
90Б1	247,1	322000	6970	344000	7130	371000	7330	402000	7530	435000	7720
100Б1	293,6	468000	9180	495000	9370	530000	9590	570000	9840	613000	10000
100Б2	328,9	539000	10500	567000	10700	603000	10900	645000	11100	690000	11400
100Б3	364,0	611000	11800	639000	12000	676000	12200	720000	12500	768000	12700
100Б4	400,6	679000	13100	708000	13300	746000	13500	791000	13800	842000	14000
Двутавры дополнительной серии (Д)											
35Дб1	42,8	10900	531	13000	559	14900	579	16600	594	17800	606
40Дб1	50,6	16300	705	19200	740	22000	769	24500	790	26500	806
45Дб1	67,0	26100	1030	30300	1080	34600	1120	38500	1150	41900	1180
45Дб2	82,8	33200	1330	37700	1380	42500	1430	47200	1460	51400	1490

Продолжение табл. 5

№ профиля	A_1, $см^2$	Значения J_x и $W_{x,min}$ при толщине настила t, мм									
		$t = 4$		$t = 6$		$t = 8$		$t = 10$		$t = 12$	
		J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$
		Широкополочные двутавры									
20Ш1	38,9	3400	294	4030	306	4610	315	5090	323	5490	329
23Ш1	46,1	5310	400	6230	416	7120	429	7890	439	8520	447
26Ш1	54,4	7550	522	8770	542	10000	558	11000	572	12000	582
26Ш2	62,7	8820	610	10100	632	11500	651	12800	667	13800	679
30Ш1	68,3	12200	747	14000	774	15800	798	17600	817	19100	833
30Ш2	77,6	14100	861	16000	889	18000	916	20000	939	21800	957
30Ш3	87,0	16000	974	18000	1000	20300	1030	22500	1050	24500	1080
35Ш1	95,7	22300	1210	25000	1240	27900	1280	30900	1310	33700	1330
35Ш2	104,7	24600	1330	27400	1370	30600	1400	33800	1440	36800	1470
35Ш3	116,3	27800	1490	30700	1530	34100	1570	37600	1610	40900	1640
40Ш1	122,4	37700	1810	41400	1850	45800	1890	50300	1930	54600	1970
40Ш2	141,6	43200	2070	47100	2110	51700	2160	56700	2210	61600	2260
40Ш3	157,2	48300	2300	52400	2350	57300	2410	62600	2460	67900	2510
50Ш1	145,7	66200	2570	72200	2630	79300	2700	86800	2760	94200	2820
50Ш2	176,6	78000	3030	84300	3100	92000	3180	100000	3260	108000	3330
50Ш3	199,2	89900	3470	96400	3540	104000	3620	113000	3710	122000	3790
50Ш4	221,7	102000	3900	108000	3980	117000	4070	126000	4160	137000	4250
60Ш1	181,1	115000	3770	123000	3850	134000	3940	146000	4030	158000	4110
60Ш2	225,3	139000	4570	149000	4660	160000	4770	174000	4880	187000	4980
60Ш3	261,8	165000	5360	174000	5450	187000	5570	201000	5690	216000	5810
60Ш4	298,3	191000	6140	201000	6240	214000	6370	229000	6500	245000	6630
70Ш1	216,4	182000	5130	195000	5230	210000	5350	228000	5480	246000	5590
70Ш2	251,7	216000	6040	229000	6150	246000	6280	265000	6410	284000	6540
70Ш3	299,8	258000	7160	272000	7280	289000	7420	310000	7570	332000	7730
70Ш4	341,6	296000	8140	310000	8260	328000	8420	350000	8590	373000	8760
70Ш5	389,7	342000	9320	357000	9450	376000	9610	399000	9800	424000	9990

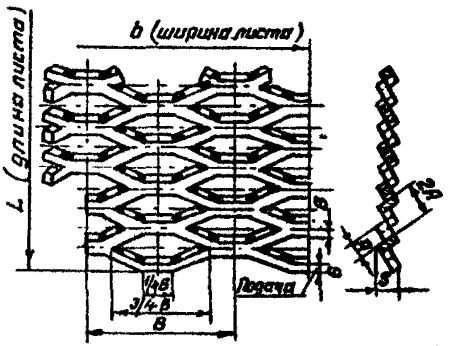
Таблица 6

Справочные величины сечения балок из швеллеров и ребер жесткости с учетом настила

Обозначение профиля	A_1, $см^2$	Значения J_x и $W_{x,min}$ при толщине настила t, мм									
		t = 4		t = 6		t = 8		t = 10		t = 12	
		J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$	J_x	$W_{x,min}$
Швеллеры по ГОСТ 8240-72											
10	10,9	264	40	327	43	378	45	418	46	452	48
12	13,3	440	58	541	61	627	64	696	66	752	68
14	15,6	681	78	831	83	963	87	1070	90	1150	92
16	18,1	1000	103	1210	109	1400	114	1560	118	1690	121
18	20,7	1410	132	1700	140	1970	146	2190	150	2380	154
20	23,4	1930	165	2300	174	2660	181	2970	187	3230	191
22	26,7	2620	206	3090	217	3560	226	3980	233	4330	239
24	30,6	3510	258	4100	270	4710	281	5260	290	5740	297
27	35,2	4950	327	5730	343	6560	356	7330	368	8020	377
30	40,5	6800	409	7800	428	8900	446	9950	461	10900	473
40	61,5	17000	794	19000	825	21300	857	23600	887	25900	912
Ребра жесткости из уголков по ГОСТ 8509-86											
63x5	6,1	108	23	137	25	155	26	171	27	186	28
80x6	9,4	228	44	302	47	350	49	385	50	415	52
90x6	10,6	313	55	419	59	488	62	538	64	578	66
100x7	13,8	448	77	615	84	731	87	814	90	879	92
110x8	17,2	613	103	858	113	1030	118	1160	122	1260	125
125x8	19,7	857	134	1210	146	1480	153	1670	158	1820	162
140x9	24,7	1210	182	1740	201	2160	211	2480	218	2720	224
160x10	31,4	1810	256	2610	285	3300	302	3840	313	4270	321
180x11	38,8	2580	345	3720	386	4760	411	5610	427	6280	439
Ребра жесткости из полосы											
60x6	3,6	36	7	45	8	51	8	57	9	66	10
90x6	5,4	113	15	137	16	152	17	165	18	179	19
100x8	8,0	185	24	231	26	262	28	285	29	307	30
120x8	9,6	300	33	380	37	432	39	470	40	502	42
120x10	12,0	349	40	451	45	521	48	571	50	613	52
150x10	15,0	628	60	820	68	956	73	1050	76	1130	78
180x12	21,6	1140	97	1510	111	1800	120	2020	126	2180	131
200x14	28,0	1670	133	2220	154	2660	168	3040	177	3310	184

Таблица 7

Геометрические размеры просечно-вытяжного настила по ГОСТ 8706-78 и предельные значения сосредоточенной нагрузки, приложенной по середине пролета при защемленных концах



Номер листа	Толщина заготовки, δ	Подача, Б	Шаг ячейки, В	Толщина листа, S*	Размер вытяжки за каждый ход штамповки, А	Предельная нагрузка на 1 м длины, кг, при ширине листа b									
						500	600	700	800	900	1000	1100	1250	1400	Масса 1 м², кг
406	4	6	90	12,7	10	470	390	320	290	260	-	-	-	-	15,7
506	5	6	110	13,0	12,5	790	660	560	500	440	400	360	320	280	16,4
508	5	8	110	16,8	12,5	1370	1140	970	860	760	680	620	550	490	20,9
510	5	10	110	20,5	12,5	2160	1800	1520	1350	1200	1080	980	870	770	24,7
606	6	6	125	13,4	15	970	810	680	610	540	490	440	390	350	17,3
608	6	8	125	17,1	15	1910	1590	1340	1190	1060	950	870	760	680	21,9
610	6	10	125	20,8	15	2880	2400	2030	1800	1600	1440	1310	1150	1030	26,0

Примечание: * - размер для справок.

Примечания: 1. Номер листа составлен из размера толщины заготовки (δ) и величины подачи (Б).

2. Для равномерно распределенной нагрузки указанные в таблице значения предельных нагрузок умножают на 2,2.

3. При свободном опирании концов предельные нагрузки уменьшаются вдвое.

4. Размеры в мм.

5. Защемления настила на концах обеспечивается приваркой каждой полоски настила к балкам.

ЛИТЕРАТУРА

I. Стальные конструкции: СНиП II-23-8I. - М., 1982. -93 с.

2. Производственные здания промышленных предприятий: СНиП II-90-8I, - М., I982. - I4 с.

3. Нагрузки и воздействия (взамен СНиП II-6-74): СНиП 2.0I.07-86. - М., I986. - I00 с.

4. Бычков Д.В. Строительная механика стержневых тонкостенных конструкций. - М.: Госстройиздат, I962. - 475 с.

5. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин М., Гостехиздат, I953.

6. Вольмир А.С. Гибкие пластинки и оболочки. М., Гостехиздат, I956.

7. Корнишин М. Гибкие пластины и панели. - М., Наука, I968.

8. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. М. Гостехиздат, I948.

9. Пашкович П.Ф. Труды по строительной механике корабля. т. 3, Л. Судпромгиз, I962.

I0. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник, т. I. М., Машиностроение, I968.

II. Сборник статей "Расчет пространственных конструкций". Выпуск УШ, М., Госстройиздат, I962.

I2. Справочник по строительной механике корабля, часть 2 под ред. акад. Ю.А.Шиманского, Судпромгаз, I958.

I3. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретические книги 2. М., Стройиздат, I973.

I4. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. промышленных зданий и сооружений. М., Стройиздат, I962.

I5. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М., Физматгиз, I963.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Балки.	
Нагрузки на технологические и рабочие площадки. .	3
Конструирование и расчет площадок.	3-5
Типы балок и компоновка сечений составных балок	5
Подбор сечения балок	5-6
Расчет балок с учетом кручения	6-7
2. Листовые настилы площадок	8-II
3. Сквозные настилы площадок	II-I
4. Опорные узлы балок и монтажные стыки на высокопрочных болтах	I3-I
Приложения I. Предельные усилия для балок	
Пояснения к таблицам и примеры расчета . . .	I6-I
Балки из двутавров по ГОСТ 26020-83	I8-2
Балки из швеллеров по ГОСТ 8240-72 и двутавров по ГОСТ 8239-72	22-2
Сварные балки двутаврового симметричного сечения	24-3
Приложение 2. Данные для расчета балок с учетом пластических деформаций	36-3
Приложение 3. Секториальные геометрические характеристики профилей	
Пояснения к таблицам	39
Формулы секториальных характеристик прокатных и сварных профилей	40
Секториальные геометрические характеристики:	
- для двутавров по ГОСТ 26020-83	4I-4
- для прокатных двутавров по ГОСТ 8239-72 и ГОСТ I9425-74	43
- для швеллеров по ГОСТ 8240-72	44
Приложение 4. Ребра жесткости балок	
Пояснения к таблицам и примеры подбора сечений ребер жесткости	45-4(
Сечения ребер жесткости балок, укрепленных поперечными и продольными рёбрами жёсткости	49-5(

		Стр.
	Предельные усилия на опорные ребра:	
	- разрезных балок	50-51
	- неразрезных балок	51-52
Приложение 5	Данные для расчета стыков и узлов крепления балок на болтах	
	Пояснения к таблицам и примеры расчета . .	53-54
	Значения коэффициентов для определения максимальных усилий в крайних болтах соединения от воздействия изгибающих моментов	55-57
Приложение 6	Данные для подбора сечения настилов и ребер жесткости площадок	
	Пояснения к таблицам и примеры расчета . . .	58-62
	Предельная нормативная нагрузка на настил площадок	63-64
	Цепные усилия в настилах площадок	64-65
	Расчетные изгибающие моменты в ребрах жесткости настила площадок	66
	Расчетные поперечные силы в ребрах жесткости настила площадок	67
	Справочные величины сечения балок по ГОСТ 26020-83 с учетом настила	68-69
	Справочные величины ребер жесткости с учетом настила	70
	Геометрические размеры просечно-вытяжного настила по ГОСТ 8706-78 и предельные значения сосредоточенной нагрузки, приложенной по середине пролёта при защемлённых концах. .	71

Ответственный за выпуск Л.И.Суздалов

Техн. редактор Л.А.Пинкова

Л-85713 Подписано в печати 17.06.87г. Формат 60x84/8.

Объем 9,5 п.л. Тир.2000 экз. Зак. №409 ст3108.87

Отпечатано на ротапринте

ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова

gost.e-ecolog.ru