Госстрой БССР
Белорусский государственный проектный институт
«Белпромпроект»

Вспомогательные материалы
для проектирования

ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПУТЕЙ ПОДВЕСНЫХ КРАНОВ

ВМ - КМ - 1

Минск 1970 г.

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ БССР
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
"БЕЛПРОМПРОЕКТ"

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПУТЕЙ ПОДВЕСНЫХ КРАНОВ

ВМ - КМ- I

гор.Минск, 1970 год

Оглавление

	стр.
Аннотация	4
Пояснительная записка	5
Правила пользования таблицами	6
Пример расчета сечения подвесного пути с использованием таблиц настоящего пособия	9
Сечения путей для электрических подвесных кранов Таблица 1	12
Сечения путей для ручных подвесных кранов. Таблица 2	13
Опорные реакции R_{max} при наличии одного крана. Таблица 3	14
Опорные реакции R_{max} при наличии двух кранов. Таблица 4	15
Опорные реакции R_{min} при наличии одного крана. Таблица 5	16
Опорные реакции R_{min} при наличии двух кранов. Таблица 6	17
Изгибающие моменты M_x^{max} при наличии одного крана в пролете. Таблица 7	18
Изгибающие моменты M_x^{max} при наличии двух кранов в пролете. Таблица 8	19
Максимальный прогиб при наличии одного крана в пролете. Таблица 9	20
Максимальный прогиб при наличии двух кранов в пролете. Таблица 10	21

Изгибающий момент M_y^{max} при наличии одного крана в пролете. Таблица 11 22
Изгибающий момент M_y^{max} при наличии двух кранов в пролете. Таблица 12 22
Максимальный изгибающий момент и прогиб от собственного веса. Таблица 13 23
Ширина и база подвесного крана. Таблица 14 24
Максимальное нормативное давление тележки на подкрановый путь $P^н_{max}$. Таблица 15 25
Минимальное нормативное давление тележки на подкрановый путь $P^н_{min}$. Таблица 16 26
Геометрические характеристики двутавровых балок. Таблица 17 27
Геометрические характеристики двутавровых балок, усиленных полосой. Таблица 18 28
Литература 29

Пояснительная записка

1. Таблицы для подбора сечений подвесных путей электрических (ГОСТ 7890-67) и ручных (ГОСТ 7413-69) кранов составлены для разрезных путей пролетом 6м с учётом работы одного или двух кранов одновременно. Определение нагрузок произведено в соответствии с СН 355-66 „Указания по определению нагрузок от подвесных кранов". При расчете конструкций подвесных путей использованы рекомендации [1] и [2].

2. Материал конструкций путей - сталь Вст. 3Пс по ГОСТ 380-60* с испытанием на загиб в холодном состоянии. Предел текучести принят в соответствии со СНиП I-В. 12-62* „Металлы и металлические изделия" равным 2400 кг/см².

3. При работе двух пятитонных электрических кранов возможно применение Ст. 3 только при установке ограничителя сближения или уменьшения пролета путей. Более эффективным решением является применение в этих целях составного сечения с нижним поясом из тавра по ЧМТУ/Укрниимет 23-65 из стали 14Г2.

4. Кроме таблиц для подбора сечений подвесных путей в настоящей работе приведены данные, позволяющие определить нагрузки на поддерживающие конструкции (табл. 3, 4, 5, 6), таблицы геометрических характеристик двутавров по ГОСТ 8239-56* и ГОСТ 5157-53 (табл. 17), а также двутавров по ГОСТ 8239-56*, усиленных полосой (табл. 18).

Для усиления принимается полоса толщиной не менее 6 мм из Ст. 3, привариваемая к двутавру фланговым швом толщиной не менее 4 мм.

Правила пользования таблицами

Подбор сечений путей подвесного транспорта производится непосредственно с использованием таблиц 1 или 2.

Пример. Необходимо подобрать сечение подвесного пути для двух однопролетных электрических кранов грузоподъемностью 2 т каждый, при длине крана 6,6 м.

По таблице 1 получаем двутавр 36М.

При необходимости принять сечение, не обозначенное в таблицах 1 или 2, например, из двутавра, усиленного полосой (см. табл. 18), а также при проверке сечения, указанного в таблицах 1 и 2, необходимо произвести расчет согласно следующему:

Сечение сжатого пояса балки подкранового пути проверяется по формулам:

а) на прочность:

$$\frac{M_x}{m W_x} + \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{B_\omega \omega}{J_\omega} \leqslant R,$$

б) на устойчивость:

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x m} \leqslant R.$$

Сечение растянутого (гездового) пояса проверяется по формулам:

$$\frac{M_x}{m W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{B_\omega \omega}{J_\omega} + \sigma_x^m \leqslant \sigma_T,$$

$$\sigma_y^m \leqslant R,$$

где M_x и M_y — расчетные изгибающие моменты в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

W_x и W_y — моменты сопротивления;

J_ω — бимомент инерции, определяемый по формуле:

$$J_\omega = \frac{J_1 J_2}{J_y} h^2;$$

J_1 и J_2 — моменты инерции поясов относительно оси y;

h — расстояние между центрами тяжести поясов;

J_y — момент инерции сечения относительно оси y;

ω — секториальная площадь для крайней точки верхнего или нижнего пояса, равная удво-

енной площади треугольника между вертикальной осью сечения балки, поясом и лучем в крайнюю точку пояса (см. рис. 2);

m – коэффициент условий работы; для разрезных балок пролетом $\ell = 6$ м $m = 1$;

φ_6 – коэффициент понижения несущей способности балок при проверке общей устойчивости, определяемый по таблицам 17 и 18;

γ – коэффициент, учитывающий влияние на устойчивость подкрановых балок изгиба в горизонтальной плоскости и кручения, равный 0,9 при гибкой подвеске груза на кране и 0,8 – при жесткой;

B_ω – изгибно-крутящий бимомент, определяемый по формулам (см. рис. 1)

на участке AC: $B_\omega = \frac{T_{кар} \cdot e \cdot shk b}{shk \ell} shk z$,

на участке CB: $B_\omega = \frac{T_{кар} \cdot e \cdot shk a}{shk \ell} shk(\ell - z)$,

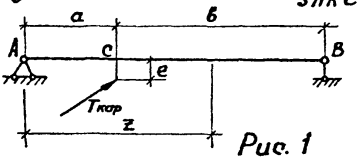


Рис. 1

где e – расстояние от центра изгиба балки до центра тяжести пояса (рис. 2);

k – изгибно-крутильная характеристика

$k = \sqrt{\frac{G J_к}{E J_\omega}}$ или для стали $k = \sqrt{0{,}4 \frac{J_к}{J_\omega}}$;

$J_к$ – момент инерции при свободном кручении.

Для сечений, составленных из прямоугольников

$$J_к = \frac{\gamma}{3} \Sigma b \delta^3,$$

где b – больший размер прямоугольника;

δ – меньший размер прямоугольника;

$\gamma = 1{,}3$ – для симметричных двутавров;

$\gamma = 1{,}25$ – для двутавров с одной осью симметрии;

$\gamma = 1{,}2$ – для тавров;

z — координата точки, в которой необходимо вычислить величину бимомента $B\omega$;

R — расчетное сопротивление металла путей;

$\sigma_т$ — предел текучести ездового пояса;

$T_{кар}$ — горизонтальное давление одной каретки на путь;

$\sigma_x^м$ и $\sigma_y^м$ — местные напряжения от давления колес в полке ездового пояса балки, определяемые по формулам

$$\sigma_x^м = \frac{d_x k_3 P^н k_п}{t^2}, \qquad \sigma_y^м = \frac{d_y k_1 P^н k_п}{t^2},$$

где $P^н$ — нормативное давление колеса;

$k_п$ — коэффициент перегрузки;

t — толщина ездового пояса по сортаменту (для двутавров — на расстоянии $0{,}25\,(b-d)$ от кромки);

k_1, k_3 — коэффициенты, определяемые по графикам рис. 3 в зависимости от отношения $\xi = \frac{c}{a}$, где c и a см. рис. 2.

Величина c_1 (рис. 2) принимается равной 12мм для кранов $Q = 0{,}5 \div 2$ т и 16 мм для кранов $Q = 3{,}2 \div 8$ т

d_x и d_y — принимаются соответственно 1,4 и 0,7 для обычных двутавров и 2,2 и 1,4 для двутавров, усиленных полосой $t = 5 \div 13$ мм.

Кроме расчета на прочность, производится проверка на жесткость. Допустимый прогиб не должен превышать $\frac{e}{500}$. Величина прогиба определяется по таблицам 9, 10 и 13.

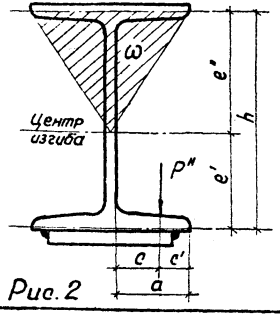


Рис. 2

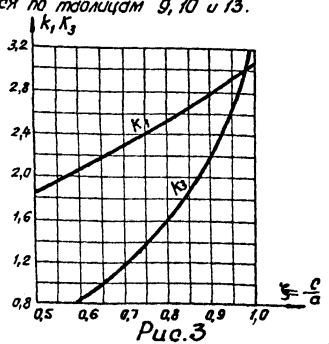


Рис. 3

Пример

подбора и проверки сечения подвесного пути с использованием таблиц настоящего пособия.

Рассмотрим разобранный выше пример подбора сечения пути для двух однопролетных кранов грузоподъемностью по 2т каждый, при длине крана 6,6 м с гибкой подвеской груза.

Проверим принятое по таблице 1 сечение из двутавра 36М.

Из таблицы 17 находим $W_x = 850\,см^3$; $W_y = 81\,см^3$;
$\omega = 110{,}5\,см^2$; $k = 0{,}0124\,см^{-1}$; $\varphi_б = 0{,}92$;
$J_\omega = 148800\,см^6$; $t = 1{,}60\,см$; $J_x = 15300\,см^4$.

По таблицам 8 и 12 находим соответственно M_x и M_y от крановой нагрузки

$$M_x^{кр} = 7{,}67\,тм;\ M_y^{кр} = 0{,}293\,тм.$$

Из таблицы 13 получаем M_x от собственного веса

$$M_x^{св} = 0{,}29\,тм.$$

Полный изгибающий момент

$$M_x = 7{,}67 + 0{,}29 = 7{,}96\,тм.$$

Усилие от торможения каретки определяем по формуле

$$T_{кар} = 0{,}05\,(Q + q_{тали})\,\frac{1}{n},$$

где n – число кареток на концевой балке крана.

$$T_{кар} = 0{,}05\,(2000 + 360)\,\frac{1}{2} = 59\,кг$$

Наиболее невыгодное расположение грузов указано на рис. 4.

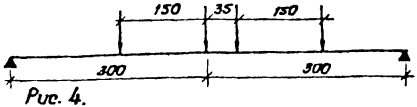


Рис. 4.

Бимомент B_ω в середине пролета определяется по формуле:

$$B_\omega = \frac{T_{кар} \cdot e \cdot sh(k \cdot 300)}{k \cdot sh(k \cdot 600)} \left[sh(k \cdot 300) + sh(k \cdot 150) + sh(k \cdot 265) + sh(k \cdot 1{,}15) \right],$$

$$e = \frac{h - t}{2} = \frac{36 - 1{,}6}{2} = 17{,}2 \text{ см}.$$

$$B_\omega = \frac{59 \cdot 17{,}2 \cdot sh\, 3{,}72}{0{,}0124 \cdot sh\, 7{,}44} \left(sh\, 3{,}72 + sh\, 1{,}86 + sh\, 3{,}28 + sh\, 1{,}425 \right) =$$

$$= \frac{59 \cdot 17{,}2 \cdot 20{,}621}{0{,}0124 \cdot 851{,}25} \left(20{,}621 + 3{,}1342 + 13{,}27 + 1{,}9587 \right) =$$

$$= 198{,}3 \cdot 38{,}98 = 7730 \text{ кг. см}^2.$$

а) Проверка сжатого пояса на прочность по формуле:

$$\frac{M_x}{m W_x} \mp \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{B_\omega (J)}{J_\omega} \leq R.$$

$$\frac{796000}{850} + \frac{29300}{81} \pm \frac{7730 \cdot 110{,}5}{148800} = (936 + 362 \pm 6)\ кг/см^2.$$

Максимальная величина напряжения

$$936 + 362 - 6 = 1292\ кг/см^2 < R = 2100\ кг/см^2.$$

б) Проверка сжатого пояса на устойчивость

$$\frac{M_x}{\gamma \varphi_6 W_{xm}} = \frac{796000}{0{,}9 \cdot 0{,}92 \cdot 850} = 1130\ кг/см^2 < R = 2100\ кг/см^2.$$

в) Проверка сечения нижнего вздового пояса.

Для нахождения K_1 и K_3 определяем

$$a = \frac{b-d}{2} = \frac{13 - 0{,}95}{2} = 6{,}025\ см.$$

$$c = a - c_1 = 6{,}025 - 1{,}2 = 4{,}825\ см.$$

$$\xi = \frac{c}{a} = \frac{4{,}825}{6{,}025} = 0{,}8.$$

Из рис. 3 находим $K_1 = 2{,}5$; $K_3 = 1{,}6$.

Из таблицы 15 находим $P^н_{max} = 1400\ кг$

Давление на колесо $P^н = \frac{1400}{4} = 350\ кг$

$$\sigma'^{м}_x = \frac{\alpha_x K_3 \cdot P^н k_n}{t^2} = \frac{1{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 350 \cdot 1{,}2}{1{,}6^2} = 378\ кг/см^2,$$

$$\sigma'^{м}_y = \frac{\alpha_y k_1 P^н K_n}{t^2} = \frac{0{,}7 \cdot 2{,}5 \cdot 350 \cdot 1{,}2}{1{,}6^2} = 287\ кг/см^2 < R = 2100\ кг/см^2,$$

$$\frac{M_x}{m W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{B\omega(\omega)}{J_\omega} + \sigma'^{м}_x = 936 + 362 + 6 + 378 = 1682\ кг/см^2 <$$

$$< \sigma'_т = 2400\ кг/см^2.$$

г) Проверка на прогиб

По таблице 10 определяем прогиб от крановой нагрузки

$$f_{кр} = \frac{9700}{J_x} = \frac{9700}{15300} = 0{,}63\ см.$$

Прогиб от собственного веса по таблице 13 $f_{сб} = 0{,}030\ см$.

Полный прогиб $f = 0{,}63 + 0{,}03 = 0{,}66\ см$.

$$\frac{f}{\ell} = \frac{0{,}66}{600} = \frac{1}{909} < \frac{1}{500}.$$

Сечения путей для электрических подвесных кранов

Таблица 1

К-во кранов в пролете	Полная длина крана в м		Грузоподъемность в т					
			0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
2	Однопролетные краны	3,6 – 4,2	I 22	I 24	I 27 – 110×6	I 36М	I 45М	См. пояснительную записку п. 3
		5,1 – 5,7						
		6,6 – 7,2		I 27				
		7,8 – 8,4						
		10,2						
		10,8						
		11,4 – 12,0						
		13,2 – 13,8	–	–				
		14,4	–	–				
		15,0	–	–				
		16,2	–	–				
		16,8	–	–				
		17,4 – 18,0	–	–				
	Двухпролет. краны	16,2 – 17,4	–	I 24	I 27 – 110×6	I 36М	I 45М	
		19,2 – 21,0	–					
		22,2 – 24,0	–					
		25,2 – 27,0	–	–				
1	Однопролетные краны	3,6 – 4,2	I 18	I 20	I 24	I 24М	I 30М	I 45М
		5,1 – 5,7						
		6,6 – 7,2		I 22		I 30М		
		7,8 – 8,4						
		10,2	I 20				I 36М	
		10,8						
		11,4 – 12,0						
		13,2 – 13,8	–	–	I 27	I 24М		
		14,4	–	–				
		15,0	–	–				
		16,2	–	–		I 30М		
		16,8	–	–				
		17,4 – 18,0	–	–				
	Двухпролет. краны	16,2 – 17,4	–	I 20	I 24	I 24М	I 36М	I 45М
		19,2 – 21,0	–					
		22,2 – 24,0	–	I 22				
		25,2 – 27,0	–	–	I 27			

Сечения путей для ручных подвесных кранов

Таблица 2

<table>
<tr><th rowspan="2">К-во кранов в пролете</th><th rowspan="2">Полная длина крана в м</th><th colspan="5">Грузоподъемность в т</th></tr>
<tr><th>0,5</th><th>1,0</th><th>2,0</th><th>3,2</th><th>5,0</th></tr>
<tr><td rowspan="12">2</td><td>3,6</td><td rowspan="12">I 24</td><td rowspan="12">I 27</td><td rowspan="12">I 30М</td><td rowspan="12">I 36М</td><td rowspan="12">I 45М</td></tr>
<tr><td>4,2</td></tr>
<tr><td>5,1</td></tr>
<tr><td>5,7</td></tr>
<tr><td>6,6</td></tr>
<tr><td>7,2</td></tr>
<tr><td>8,1</td></tr>
<tr><td>8,7</td></tr>
<tr><td>9,3</td></tr>
<tr><td>10,2</td></tr>
<tr><td>10,8</td></tr>
<tr><td>11,4</td></tr>
<tr><td rowspan="12">1</td><td>3,6</td><td rowspan="11">I 20</td><td rowspan="5">I 22</td><td rowspan="4">I 24М</td><td rowspan="12">I 30М</td><td rowspan="12">I 36М</td></tr>
<tr><td>4,2</td></tr>
<tr><td>5,1</td></tr>
<tr><td>5,7</td></tr>
<tr><td>6,6</td></tr>
<tr><td>7,2</td><td rowspan="7">I 24</td><td rowspan="7">I 27
–110×6</td></tr>
<tr><td>8,1</td></tr>
<tr><td>8,7</td></tr>
<tr><td>9,3</td></tr>
<tr><td>10,2</td></tr>
<tr><td>10,8</td><td rowspan="2">I 22</td></tr>
<tr><td>11,4</td></tr>
</table>

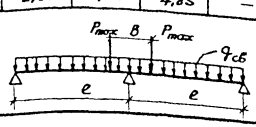
Опорные реакции R_{max} (в т) при наличии одного крана

Таблица 3

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
	Краны подвесные электрические						
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	0,77	1,20	2,04	3,53	5,21	7,90
	5,1 - 5,7	0,87	1,35		3,65		
	6,6 - 7,2	0,84	1,42	2,17	3,49	5,00	7,92
	7,8 - 8,4				3,91	5,32	8,44
	10,2	1,00	1,60	2,37	3,97	5,18	8,20
	10,8						
	11,4 - 12,0					6,04	8,75
	13,2 - 13,8	—	—	2,49	3,90	5,88	8,50
	14,4	—	—		4,06		
	15,0	—	—			6,10	8,70
	16,2	—	—	2,63	3,86	5,93	8,46
	16,8	—	—		4,11		
	17,4 - 18,0	—	—			6,00	
Двухпролетн. краны	16,2 - 17,4	—	1,35	2,21	3,81	5,81	8,26
	19,2 - 21,0	—	1,35	2,27	3,78	5,77	8,51
	22,2 - 24,0	—	1,40				
	25,2 - 27,0	—	—	2,49	3,83	5,88	8,71
	Краны подвесные ручные						
	3,6	—	0,95	1,61	2,90	4,50	6,80
	4,2	—	0,96	1,62	2,93	4,53	6,83
	5,1	—	0,98	1,64	2,97	4,59	6,87
	5,7	—	0,99	1,66	3,00	4,62	6,99
	6,6	—	1,07	1,62	3,06	4,54	6,73
	7,2	—	1,08	1,76	3,10	4,56	6,85
	8,1	—	1,14	1,81	3,14	4,75	6,88
	8,7	—	1,16	1,84	3,20	4,79	6,91
	9,3	—	1,20	1,88	3,22	4,89	7,04
	10,2	—	1,20	1,86	3,25	4,81	6,90
	10,8	—	1,30	1,91	3,31	4,83	6,96
	11,4	—	1,32	2,00	3,33	4,85	—

$$R_{max} = 1.1 \cdot 1.2 \cdot P^{н}_{max}\left(2 - \frac{в}{е}\right) + 1.1 q^{н}_{сб} \cdot е$$

$$R_{max} = 1,32 \cdot P^{н}_{max}\left(2 - \frac{в}{е}\right) + 6,6\, q^{н}_{сб}$$



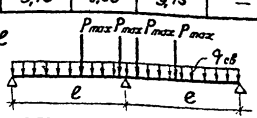
Опорные реакции R_{max} (в т) при наличии двух кранов

Таблица 4

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	1,44	2,44	3,84	6,57	9,97	14,53
	5,1 - 5,7	1,62	2,52		6,94		
	6,6 - 7,2	1,55	2,62	4,07	6,63	9,52	14,51
	7,8 - 8,4				7,30	10,14	15,51
	10,2	1,84	2,99	4,42	7,41	9,88	15,04
	10,8						16,05
	11,4 - 12					11,44	
	13,2 - 13,8	–	–	4,64	7,27	11,10	15,55
	14,4	–	–		7,56		
	15,0	–	–			11,51	15,95
	16,2	–	–	4,91	7,35	11,15	15,45
	16,8	–	–		7,67		
	17,4 - 18,0	–	–			11,30	
Двухпролетные краны	16,2 - 17,4	–	2,51	4,14	7,23	10,91	14,53
	19,2 - 21,0	–	2,50	4,24	7,14	10,82	15,35
	22,2 - 24,0	–	2,55				
	25,2 - 27,0	–	–	4,62	7,22	11,01	15,70
Краны подвесные ручные							
	3,6	–	1,76	3,03	5,49	8,49	12,99
	4,2	–	1,78	3,05	5,53	8,56	13,05
	5,1	–	1,81	3,10	5,62	8,65	13,14
	5,7	–	1,83	3,14	5,68	8,73	13,37
	6,6	–	2,00	3,04	5,82	8,56	12,85
	7,2	–	2,02	3,27	5,88	8,60	13,08
	8,1	–	2,12	3,39	5,96	8,97	13,14
	8,7	–	2,16	3,43	6,08	9,05	13,20
	9,3	–	2,24	3,51	6,12	9,24	13,45
	10,2	–	2,24	3,47	6,17	9,07	13,16
	10,8	–	2,40	3,57	6,29	9,11	13,28
	11,4	–	2,44	3,73	6,33	9,15	–

$$R_{max} = 1,1 \cdot 1,2 \frac{2P^{N}_{max}}{e}(2e - B_1) + 1,1 q^{N}_{cв} \cdot e$$

$$R_{max} = 0,44\, P^{N}_{max}(12 - B_1) + 6,6\, q^{N}_{cв}$$



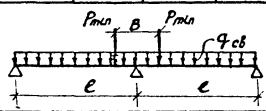
Опорные реакции R_{mln} (в т) при наличии одного крана

Таблица 5

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6-4,2	0,19	0,14	0,40	0,55	1,08	0,96
	5,1-5,7	0,30	0,14		0,64		
	6,6-7,2	0,30	0,27	0,38	0,64	1,05	0,89
	7,8-8,4				0,80	1,33	0,93
	10,2	0,44	0,41	0,39	0,62	1,30	0,93
	10,8						1,08
	11,4-12					0,87	
	13,2-13,8	—	—	0,57	0,90	0,87	1,06
	14,4	—	—		1,35		
	15,0	—	—			1,44	1,78
	16,2	—	—	0,76	1,31	1,44	1,74
	16,8	—	—		1,31		
	17,4-18	—	—			1,49	
Двухпролетн. краны	16,2-17,4	—	0,36	0,49	0,63	0,78	1,13
	19,2-21,0	—	0,55	0,75	0,97	1,26	1,36
	22,2-24,0	—	0,64				
	25,2-27,0	—	—	0,85	1,19	1,26	1,52
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	0,14	0,16	0,25	0,33	0,38
	4,2	—	0,14	0,16	0,25	0,33	0,38
	5,1	—	0,14	0,16	0,25	0,33	0,38
	5,7	—	0,14	0,16	0,25	0,33	0,38
	6,6	—	0,14	0,16	0,24	0,33	0,38
	7,2	—	0,14	0,18	0,24	0,33	0,38
	8,1	—	0,14	0,18	0,24	0,33	0,38
	8,7	—	0,14	0,18	0,24	0,33	0,38
	9,3	—	0,14	0,18	0,24	0,33	0,38
	10,2	—	0,14	0,18	0,24	0,33	0,38
	10,8	—	0,16	0,18	0,24	0,33	0,38
	11,4	—	0,16	0,18	0,24	0,33	—

$$R_{mln} = 1,1 \cdot 1,2 \cdot P^{н}_{mln} \left(2 - \frac{B}{e}\right) + 1,1 q^{н}_{св} \cdot e$$

$$R_{mln} = 1,32 \cdot P^{н}_{mln} \left(2 - \frac{B}{6}\right) + 6,6 q^{н}_{св}$$



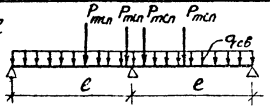
Опорные реакции R_{mln} (б т.) при наличии двух кранов

Таблица 6

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	0,31	0,18	0,65	0,80	1,87	1,43
	5,1 - 5,7	0,52	0,18		0,99		
	6,6 - 7,2	0,50	0,41	0,61	0,96	1,80	1,30
	7,8 - 8,4				1,28	2,34	1,37
	10,2	0,75	0,67	0,60	0,94	2,29	1,34
	10,8						1,64
	11,4 - 12,0					1,46	
	13,2 - 13,8	—	—	0,94	1,47	1,43	1,61
	14,4	—	—		2,33		
	15,0	—	—			2,61	2,95
	16,2	—	—	1,31	2,28	2,54	2,28
	16,8	—	—		2,28		
	17,4 - 18,0	—	—			2,64	
Двухпролетн. краны	16,2 - 17,4	—	0,60	0,83	1,05	1,29	1,64
	19,2 - 21,0	—	0,98	1,33	1,61	2,19	2,15
	22,2 - 24,0	—	1,09				
	25,2 - 27,0	—	—	1,49	1,99	2,20	2,45
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	4,2	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	5,1	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	5,7	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	6,6	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	7,2	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	8,1	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	8,7	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	9,3	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	10,2	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	10,8	—	0,18	0,21	0,33	0,38	0,51
	11,4	—	0,18	0,21	0,33	0,38	—

$$R_{mln} = 1,1 \cdot 1,2 \frac{2 P^{H}_{mln}}{\ell} (2\ell - B_1) + 1,1\, q^{H}_{cв} \cdot \ell$$

$$R_{mln} = 0,44\, P^{H}_{mln} (12 - B_1) + 6,6\, q^{H}_{cв}$$

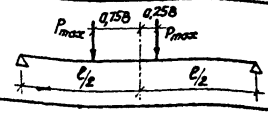


Изгибающие моменты M_x^{max} при наличии одного крана в пролете (в тм) Таблица 7

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	0,90	1,47	2,56	4,40	6,72	9,71
	5,1 - 5,7	1,03	1,66		4,66		
	6,6 - 7,2	0,94	1,64	2,61	4,25	6,13	9,44
	7,8 - 8,4				4,70	6,55	10,10
	10,2	1,10	1,83	2,76	4,64	6,18	9,52
	10,8						
	11,4 - 12,0					7,23	10,19
	13,2 - 13,8	—	—	2,83	4,42	6,82	9,59
	14,4	—	—		4,61		
	15,0	—	—			7,08	9,85
	15,2	—	—	2,92	4,34	6,66	9,24
	16,8	—	—		4,54		
	17,4 - 18,0	—	—			6,75	
Двухпролетные краны	16,2 - 17,4	—	1,59	2,67	4,67	7,14	9,87
	19,2 - 21,0	—	1,54	2,66	4,49	6,87	9,91
	22,2 - 24,0	—	1,57				
	25,2 - 27,0	—	—	2,83	4,42	6,82	9,85
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	1,12	2,00	3,65	5,73	8,82
	4,2	—	1,13	2,01	3,68	5,78	8,86
	5,1	—	1,15	2,04	3,74	5,85	8,92
	5,7	—	1,16	2,07	3,78	5,90	9,09
	6,6	—	1,23	1,92	3,71	5,53	8,34
	7,2	—	1,24	2,07	3,75	5,55	8,49
	8,1	—	1,31	2,15	3,80	5,80	8,53
	8,7	—	1,34	2,18	3,88	5,86	8,57
	9,3	—	1,39	2,23	3,91	5,98	8,74
	10,2	—	1,35	2,15	3,84	5,71	8,31
	10,8	—	1,46	2,21	3,91	5,73	8,39
	11,4	—	1,48	2,31	3,94	5,76	—

$$M_x = 1,2 \cdot 1,1 \cdot \frac{P^H_{max}}{2\ell}(\ell - 0,58)^2$$

$$M_x = 0,11 \cdot P^H_{max}(6 - 0,58)^2$$

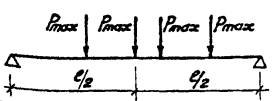


Изгибающие моменты M_x^{max} при наличии двух кранов в пролете (в тм) Таблица 8

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6-4,2	1,66	2,70	4,73	8,10	12,36	16,50
	5,1-5,7	1,90	3,07		8,60		
	6,6-7,2	1,70	2,96	4,71	7,67	11,03	15,70
	7,8-8,4				8,49	11,79	16,80
	10,2	1,96	3,25	4,90	8,23	10,93	15,40
	10,8						16,49
	11,4-12,0					12,78	
	13,2-13,8	—	—	4,92	7,69	11,78	15,00
	14,4	—	—		8,01		
	15,0	—	—			12,25	15,39
	16,2	—	—	4,93	7,34	11,21	13,85
	16,8	—	—		7,68		
	17,4-18,0	—	—			11,36	
Двухпролетн. краны	16,2-17,4	—	2,83	4,75	8,30	12,60	15,71
	19,2-21,0	—	2,70	4,65	7,84	11,92	15,26
	22,2-24,0	—	2,75				
	25,2-27,0	—	—	4,84	7,53	11,53	14,60
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	2,09	3,72	6,80	10,69	16,44
	4,2	—	2,11	3,75	6,85	10,77	16,52
	5,1	—	2,14	3,81	6,96	10,91	16,64
	5,7	—	2,17	3,86	7,05	11,00	16,95
	6,6	—	2,24	3,50	6,78	10,10	15,24
	7,2	—	2,27	3,78	6,85	10,15	15,52
	8,1	—	2,39	3,93	6,95	10,61	15,60
	8,7	—	2,44	3,98	7,10	10,71	15,67
	9,3	—	2,54	4,08	7,16	10,94	15,97
	10,2	—	2,43	3,86	6,90	10,27	14,95
	10,8	—	2,62	3,98	7,04	10,32	15,09
	11,4	—	2,67	4,17	7,09	10,36	—

$M_x = 1,2 \cdot 1,1 \cdot P^n_{max} \ (\ell - B_1)$

$M_x = 1,32 \cdot P^n_{max} \ (6 - B_1)$

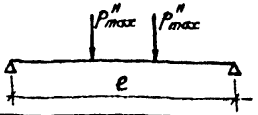


Максимальный прогиб при наличии одного крана в пролете

Таблица 9

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	1110	1810	3170	5430	8310	12520
	5,1 - 5,7	1275	2055		5760		
	6,6 - 7,2	1214	2115	3370	5485	7915	12440
	7,8 - 8,4				6070	8470	13310
	10,2	1452	2414	3640	6110	8150	12680
	10,8						13570
	11,4 - 12,0					9525	
	13,2 - 13,8	—	—	3770	5890	9070	12330
	14,4	—	—		6140		
	15,0	—	—			9430	13180
	16,2	—	—	3907	5810	8915	12330
	16,8	—	—		6080		
	17,4 - 18,0	—	—			9035	
Двухпролетные краны	16,2 - 17,4	—	2056	3450	6037	9210	13000
	19,2 - 21,0	—	2037	3508	5920	9050	13180
	22,2 - 24,0	—	2072				
	25,2 - 27,0	—	—	3770	5890	9070	13180
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	1521	2713	4953	7788	11980
	4,2	—	1541	2733	4994	7850	12040
	5,1	—	1562	2774	5076	7953	12120
	5,7	—	1582	2815	5138	8015	12350
	6,6	—	1744	2724	5272	7860	11860
	7,2	—	1764	2940	5331	7899	12070
	8,1	—	1862	3058	5410	8252	12130
	8,7	—	1901	3097	5527	8330	12190
	9,3	—	1980	3175	5566	8506	12430
	10,2	—	1960	3110	5561	8275	12050
	10,8	—	2111	3204	5674	8312	12160
	11,4	—	2149	3355	5711	8350	—

Примечание: В таблице приведены величины J_x в $см^5$.

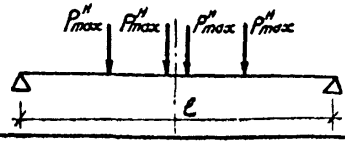


Максимальный прогиб при наличии двух кранов в пролете

Таблица 10

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	2080	3390	5930	10150	15520	21350
	5,1 - 5,7	2386	3850		10770		
	6,6 - 7,2	2140	3735	5950	9700	13940	20120
	7,8 - 8,4				10715	14910	21530
	10,2	2455	4080	6155	10320	13740	19450
	10,8						20850
	11,4 - 12,0					16060	
	13,2 - 13,8	—	—	6080	9500	14570	18420
	14,4	—	—		9900		
	15,0	—	—			15140	18900
	16,2	—	—	5950	8840	13520	16400
	16,8	—	—		9260		
	17,4 - 18,0	—	—			13700	
Двухпролетн. краны	16,2 - 17,4	—	3600	6040	10540	16070	20400
	19,2 - 21,0	—	3410	5870	9900	15070	19440
	22,2 - 24,0	—	3470				
	25,2 - 27,0	—	—	6015	9380	14340	18140
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	2859	5100	9311	14640	22520
	4,2	—	2898	5138	9388	14760	22640
	5,1	—	2936	5216	9543	14950	22790
	5,7	—	2975	5293	9659	15070	23220
	6,6	—	3101	4843	9373	13970	21080
	7,2	—	3136	5227	9478	14040	21460
	8,1	—	3310	5436	9617	14670	21570
	8,7	—	3380	5506	9826	14810	21670
	9,3	—	3519	5645	9896	15120	22090
	10,2	—	3342	5303	9481	14110	20540
	10,8	—	3600	5464	9674	14170	20730
	11,4	—	3667	5721	9738	14240	—

Примечание: в таблице приведены величины $f \cdot \frac{J_x}{P}$ в $см^3$.

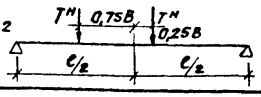


Изгибающий момент M_y^{max} (в тм) при наличии одного крана в пролете

Таблица 11

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Однопролетные краны	3,6 - 5,7	0,024	0,048	0,095	0,178	0,287	0,405
	6,6 - 8,4	0,021	0,044	0,087	0,163	0,261	0,382
	10,2 - 12	0,020	0,041	0,081	0,154	0,246	0,360
	13,2 - 15	—	—	0,077	0,145	0,232	0,339
	16,2 - 18	—	—	0,072	0,137	0,218	0,318
Двухпролетн. краны	16,2 - 17,4	—	0,044	0,087	0,163	0,261	0,382
	19,2 - 24	—	0,041	0,081	0,154	0,246	0,360
	25,2 - 27	—	—	0,077	0,145	0,232	0,339

$$M_y^{max} = 1,2\,\frac{T^н}{2\ell}\,(\ell - 0,5B)^2 = 0,1\,T^н(6 - 0,5B)^2$$

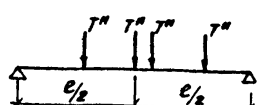


Изгибающий момент M_y^{max} (в тм) при наличии двух кранов в пролете

Таблица 12

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Однопролетные краны	3,6 - 5,7	0,043	0,088	0,175	0,329	0,526	0,690
	6,6 - 8,4	0,038	0,079	0,156	0,293	0,477	0,637
	10,2 - 12	0,035	0,073	0,145	0,273	0,435	0,583
	13,2 - 15	—	—	0,133	0,252	0,401	0,530
	16,2 - 18	—	—	0,122	0,230	0,368	0,478
Двухпролетн. краны	16,2 - 17,4	—	0,077	0,154	0,290	0,461	0,610
	19,2 - 24	—	0,072	0,142	0,258	0,428	0,556
	25,2 - 27	—	—	0,131	0,247	0,392	0,503

$$M_y^{max} = 1,2\,T^н(\ell - B_1)$$



Максимальный изгибающий момент и прогиб от собственного веса

Таблица 13

Номер профиля	Полоса усиления	Вес 1 п.м в кг	J_x в $см^4$	M_x^{max} в тм	f_{max} в см
18М	—	25,8	1760	0,13	0,118
24М	—	38,3	4630	0,19	0,087
30М	—	50,2	9400	0,25	0,043
36М	—	57,9	15300	0,29	0,030
45М	—	77,5	31900	0,38	0,020
16	—	15,9	873	0,08	0,146
18	—	18,4	1290	0,09	0,114
20	—	21,0	1840	0,10	0,092
22	—	24,0	2550	0,12	0,076
24	—	27,3	3460	0,14	0,063
27	—	31,5	5010	0,16	0,051
30	—	36,5	7080	0,18	0,042
22	100×6	28,8	3190	0,14	0,073
24	100×6	32,1	4230	0,16	0,061
24	100×8	33,6	4440	0,17	0,061
27	100×6	36,7	6090	0,18	0,048
27	100×8	38,5	6400	0,19	0,048
30	120×6	42,2	8540	0,21	0,040
30	120×8	44,0	8960	0,22	0,040
30	120×10	45,9	9370	0,23	0,040

$$M_x^{max} = \frac{1,1 q^н \cdot 6^2}{8} = 4,95\, q^н$$

$$f_{max} = \frac{8,03 \cdot q^н}{J}$$

Ширина и база подвесного крана

Таблица 14

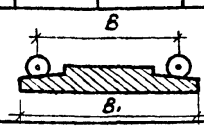
Краны подвесные электрические

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Однопролетные краны	3,6 - 5,7	1000 / 1350	1000 / 1350	1000 / 1350	1000 / 1350	1000 / 1350	1500 / 2095
	6,6 - 8,4	1500 / 1850	1500 / 1850	1500 / 1850	1500 / 1850	1500 / 1865	1800 / 2395
	10,2 - 12,0	1800 / 2150	1800 / 2150	1800 / 2150	1800 / 2150	1800 / 2165	2100 / 2695
	13,2 - 15,0	—	—	2100 / 2450	2100 / 2450	2100 / 2465	2400 / 2995
	16,2 - 18,0	—	—	2400 / 2750	2400 / 2750	2400 / 2765	2700 / 3295
Двухпролетные краны	16,2 - 17,4	—	1500 / 1910	1500 / 1910	1500 / 1920	1500 / 1940	1800 / 2550
	19,2 - 21,0	—	1800 / 2210	1800 / 2210	1800 / 2220	1800 / 2240	2100 / 2850
	22,2 - 24,0	—	1800 / 2210	1800 / 2210	1800 / 2210	1800 / 2240	2100 / 2850
	25,2 - 27,0	—	—	2100 / 2510	2100 / 2520	2100 / 2540	2400 / 3150

Краны подвесные ручные

Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т				
	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
3,6 - 5,7	1000 / 1300	1000 / 1300	1000 / 1300	1000 / 1300	1000 / 1300
6,6 - 9,3	1500 / 1800	1500 / 1800	1500 / 1800	1500 / 1800	1500 / 1800
10,2 - 11,4	1800 / 2100	1800 / 2100	1800 / 2100	1800 / 2100	1800 / 2100

Числитель — база крюка B в мм.
Знаменатель — ширина крана B, в мм.



Максимальное нормативное давление тележки на подкрановый путь $P^{н}_{max}$ (8кг) Таблица 15

	Полная длина крана в м	Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,6 - 4,2	270	440	770	1320	2020	3200
	5,1 - 5,7	310	500		1400		
	6,6 - 7,2	310	540	860		2020	3300
	7,8 - 8,4				1550	2160	3530
	10,2	385	640	965	1620	2160	3530
	10,8						3780
	11,4 - 12,0					2525	
	13,2 - 13,8	—	—	1050	1640	2625	3780
	14,4	—	—		1710		
	15,0	—	—			2625	3880
	16,2	—	—	1150	1710	2625	3880
	16,8	—	—		1790		
	17,4 - 18,0	—	—			2660	
Двухпролетные краны	16,2 - 17,4	—	525	880	1540	2350	3450
	19,2 - 21,0	—	540	930	1570	2400	3670
	22,2 - 24,0	—	550				
	25,2 - 27,0	—	—	1050	1640	2525	3880
Краны подвесные ручные							
	3,6	—	370	660	1205	1895	2915
	4,2	—	375	665	1215	1910	2930
	5,1	—	380	675	1235	1935	2950
	5,7	—	385	685	1250	1950	3005
	6,6	—	445	695	1345	2005	3025
	7,2	—	450	750	1360	2015	3080
	8,1	—	475	780	1380	2105	3095
	8,7	—	485	790	1410	2125	3110
	9,3	—	505	810	1420	2170	3170
	10,2	—	520	825	1475	2195	3195
	10,8	—	,560	850	1505	2205	3225
	11,4	—	570	890	1515	2215	—

Минимальное нормативное давление тележки на подкрановый путь $R^{н}_{тел}$ (в кг) Таблица 16

Полная длина крана в м		Грузоподъемность в т					
		0,25	0,5	1,0	2,0	3,2	5,0
Краны подвесные электрические							
Однопролетные краны	3,8 - 4,2	30	0	90	90	290	195
	5,1 - 5,7	75	0		130		
	6,6 - 7,2	75	45	85	130	290	195
	7,8 - 8,4					410	195
	10,2	135	105	85	130	410	195
	10,8						260
	11,4 - 12,0					220	
	13,2 - 13,8	—	—	170	260	220	260
	14,4	—	—		465		
	15,0	—	—			500	600
	16,2	—	—	265	465	500	600
	16,8	—	—		465		
	17,4 - 18,0	—	—			525	
Двухпролетные краты	16,2 - 17,4	—	95	135	150	175	275
	19,2 - 21,0	—	185	255	285	390	390
	22,2 - 24,0	—	210				
	25,2 - 27,0	—	—	300	385	405	480
Краны подвесные ручные							
3,6		—	2,5	0	0	0	0
4,2		—	2,5	2,5	0	0	0
5,1		—	5	0	0	0	2,5
5,7		—	5	2,5	0	0	0
6,6		—	2,5	0	0	0	0
7,2		—	2,5	2,5	0	0	0
8,1		—	0	0	0	0	0
8,7		—	0	0	0	0	0
9,3		—	0	0	5	0	0
10,2		—	10	2,5	5	0	0
10,8		—	0	7,5	5	0	0
11,4		—	0	5	5	0	0

Геометрические характеристики двутавровых балок

Таблица 17

Номер профиля	Вес 1 п.м. в кг	Размеры в мм h	b	d	t	Площадь сечения в см²	Ось x-x Jx см⁴	Wx см³	Ось y-y Jy см⁴	Wy см³	Jω см⁶	ω см²	Jк см⁴	$k=\sqrt{\frac{GJ_к}{EJ_\omega}}$ см⁻¹	$\varphi_б$ при ℓ=6м
Двутавры по ГОСТ 8239-56*															
16	15,9	160	81	5,0	7,8	20,2	873	109	58,6	14,5	3200	30,3	4,46	0,0236	0,68
18	18,4	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143	82,6	18,4	5760	38,0	5,60	0,0197	0,69
20	21,0	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	115	23,1	10000	47,1	6,92	0,0166	0,74
22	24,0	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	157	28,6	16600	57,2	8,60	0,0144	0,79
22а	25,8	220	120	5,4	8,9	32,8	2790	254	206	34,3	21600	65,2	9,77	0,0135	0,88
24	27,3	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	198	34,5	25000	65,2	11,10	0,0133	0,84
24а	29,4	240	125	5,6	9,8	37,5	3800	317	260	41,6	32600	70,7	12,80	0,0125	0,90
27	31,5	270	125	6,0	9,8	40,2	5010	371	260	41,5	41600	80,1	13,60	0,0114	0,86
27а	33,9	270	135	6,0	10,2	43,2	5500	407	337	50,0	53900	86,3	16,70	0,0111	0,91
30	36,5	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	337	49,9	67000	96,4	17,40	0,0101	0,89
30а	39,2	300	145	6,5	10,7	49,9	7780	518	436	60,1	86300	103,2	20,30	0,0097	0,92
33	42,2	330	140	7,0	11,2	53,8	9840	597	419	59,9	101100	110	23,80	0,0097	0,90
36	48,6	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	748	516	71,1	148200	124,4	31,40	0,0092	0,91
45	65,2	450	160	8,6	14,2	83,0	27450	1220	807	101	365400	172,3	54,70	0,0077	0,94
Двутавры по ГОСТ 5157-53															
18М	25,8	180	90	7,0	12	32,9	1760	195,5	132	29,3	8840	37,2	14,84	0,0259	0,90
24М	38,3	240	110	8,2	14	48,7	4630	386	280	50,9	34000	61,2	29,34	0,0186	0,83
30М	50,2	300	130	9,0	15	63,9	9400	627	490	75,4	94400	91,3	44,7	0,0138	0,95
36М	57,9	360	130	9,5	16	73,7	15300	850	527	81,0	148800	110,5	57	0,0124	0,92
45М	77,5	450	150	10,5	18	98,7	31900	1420	908	121,0	404800	160	94,4	0,0097	0,95

Геометрические характеристики двутавровых балок, усиленных полосой

Таблица 18

Номер профиля	Полоса усиления мм×мм	Площадь сечения $см^2$	Вес 1п.м в кг	Коорд. ц.т. в см	J_x $см^4$	$W_x^в$ $см^3$	$W_x^н$ $см^3$	J_y $см^4$	W_y $см^3$	J_1 $см^4$	J_2 $см^4$	h см	J_ω $см^6$	$J_к$ $см^4$	$к=\sqrt{0{,}4\frac{J_к}{J_\omega}}$ $см^{-1}$	e' см	e'' см	$\omega^н$ $см^2$	$\omega^в$ $см^2$	$\psi_б$ при $l=6м$
22	100×6	36,6	28,8	9,75	3190	248	327	207	37,6	128,5	78,5	21,4	22314	9,5	0,0130	8,1	13,3	44,6	73,1	0,50
24	100×6	40,8	32,1	10,8	4234	307	392	248	43,1	149	99	23,8	32292	12,0	0,0122	9,3	14,0	53,5	80,8	0,58
24	100×8	42,8	33,6	10,5	4460	312	425	265	46,0	166	99	23,4	33958	13,2	0,0125	8,7	14,7	50,3	84,3	0,58
27	110×6	46,8	36,7	12,2	6090	394	501	327	52,2	197	130	26,3	54173	14,6	0,0104	10,4	15,9	65,4	99,0	0,66
27	110×8	49,0	38,5	11,8	6400	400	543	349	56,0	219	130	26,4	56855	15,9	0,0106	9,8	16,6	61,5	103,5	0,67
30	120×6	53,7	42,2	13,5	8540	501	630	423	62,7	255	168,5	29,3	87206	18,5	0,0092	11,7	17,6	78,8	119,0	0,75
30	120×8	56,1	44,1	13,2	8967	508	681	452	67,0	284	168,5	29,4	91510	19,9	0,0093	10,9	18,6	74,0	124,5	0,76
30	120×10	58,5	46,0	12,8	9372	515	731	481	71,2	312,5	168,5	29,5	95267	22,4	0,0097	10,3	19,2	69,8	129,4	0,78

Литература

1. Инструкция по проектированию путей внутрицехового подвесного транспорта. ЦНИИПромзданий, М., 1968.

2. Лажкин В.Г. и Смилянский Г.М. Конструкции путей подвесного промышленного транспорта. Издательство литературы по строительству, М., 1968.

gost.e-ecolog.ru