

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ

**Методические указания к выполнению расчетно-графической работы
по дисциплине «Строительные конструкции»
для студентов специальности 270205.65
«Автомобильные дороги и аэродромы»
всех форм обучения**

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2010

УДК 624.014.2(076.5)

Подбор сечения стальной подкрановой балки : методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Строительные конструкции» для студентов специальности 270205.65 «Автомобильные дороги и аэродромы» всех форм обучения / сост. С. Н. Томилов. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 19 с.

Методические указания составлены на кафедре «Мосты, основания и фундаменты». Включают состав и порядок расчета и конструирования стальной подкрановой балки со сбором данных на основе нормативных источников. Поясняется принцип проектирования конструкций по предельным состояниям.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Мосты, основания и фундаменты» и методического совета ДВАДИ.

© Тихоокеанский государственный университет, 2010

ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель расчетно-графической работы по теме «Подбор сечения стальной подкрановой балки» – привить студентам понимание структуры конструирования и расчета металлических конструкций и навык работы с нормативными источниками.

Работа включает оценку параметров заданного мостового крана, требований по исходным геометрическим данным подкрановых балок с подбором их сечения по условиям прочности и жесткости на основе расчета по предельным состояниям первой и второй группы.

Последовательность выполнения работы :

1. Устанавливаются все необходимые исходные данные.
2. Составляются расчетные схемы крана и подкрановой балки.
3. Выполняется сбор нагрузок на подкрановую балку.
4. Рассчитывается максимальный изгибающий момент в подкрановой балке.
5. Подбирается сечение подкрановой балки на основе выполнения условия прочности.
6. Выполняется проверка подобранного сечения по условию деформативности с вычислением величины прогиба подкрановой балки.
7. Подводится итог выполненной расчетно-графической работы и делается вывод о возможности принятия подобранного сечения подкрановой балки.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные состоят из двух групп.

Данные первой группы включают основные параметры мостового крана, длину расчетного пролета и марку стали подкрановой балки и принимаются студентом по своему шифру из таблиц прил. 1 и 2. Шифром для выбора указанных данных считаются две последние цифры номера зачетной книжки студента.

Данные второй группы представляют собой нормативные параметры принимаемых в конструировании стальных элементов в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ) и могут быть приняты по прил. 3, 4 и 5. К этой же группе данных следует отнести и расчетные показатели прочности материалов, правила учета крановых нагрузок и применения поправочных коэффициентов к нагрузкам, определяемые соответствующими СНиП, отдельные выписки из которых содержатся в прил. 6–9.

Студентам также рекомендуется не ограничиваться материалами указанных приложений настоящих методических указаний, а ознакомиться с нормативными документами, приведенными в библиографическом списке.

3. НАГРУЗКА НА ПОДКРАНОВУЮ БАЛКУ

3.1. Расчет давления на подкрановую балку, передаваемого ходовой частью крана

Мостовой кран перемещается по двум подкрановым балкам, расположенным параллельно на расстоянии $L_{кр}$ друг от друга (рисунок, *a*). Расстояние $L_{кр}$ будем называть расчетным пролетом крана (крановой балки).

Подкрановая балка будет испытывать максимальное давление от колес крана при ближайшем к ней расположении тележки с грузом, характеризуемом расстоянием a – параметром крайнего положения тележки крана, рисунок. При этом величина максимального давления на подкрановую балку составит

$$R_2 = 2N,$$

где N – давление от одного колеса ходовой части крана, рисунок.

Величину $2N$ можно определить, используя расчетную схему крана (рисунок, *a*) в виде однопролетной балки с расчетным пролетом $L_{кр}$, загруженной распределенной нагрузкой интенсивностью $q_{кр}$ от веса конструкции крана и сосредоточенными силами P давления колес тележки с грузом, приближенной на расстояние a к подкрановой балке (правой на расчетной схеме, рисунок, *a*).

Нормативное значение P равно половине веса тележки и подвешенного на ней груза.

$$P^H = \frac{G_{тел} + G_{гр}}{2}, \quad (3.1)$$

где P^H – нормативное значение силы давления, т; $G_{тел}$ – вес тележки крана, т; $G_{гр}$ – вес поднимаемого груза, т. Исходные данные – по прил. 1.

Нормативную интенсивность $q_{кр}$ от веса конструкции крана принимаем равномерно распределенной по длине его расчетного пролета.

$$q_{кр}^H = \frac{G_{кр}}{L_{кр}}, \quad (3.2)$$

где $q_{кр}$ – нормативная интенсивность нагрузки от веса крана, т/м; $G_{кр}$ – вес конструкции крана, т; $L_{кр}$ – расчетный пролет крана. Исходные данные – по прил. 1.

Для определения расчетных параметров нагрузки P^H и $q_{кр}^H$ необходимо учесть коэффициенты: надежности по нагрузке γ_t , дополнительный γ_{t1} в зависимости от режима работы крана, динамический γ_d , которые могут быть приняты по прил. 7.

$$P^P = P^H \gamma_t \gamma_{t1} \gamma_d; \quad q_{кр}^P = q_{кр}^H \gamma_t \gamma_{t1} \gamma_d, \quad (3.3)$$

где P^P – расчетное значение сил давления, т; $q_{кр}^P$ – расчетная интенсивность нагрузки от веса крана, т/м.

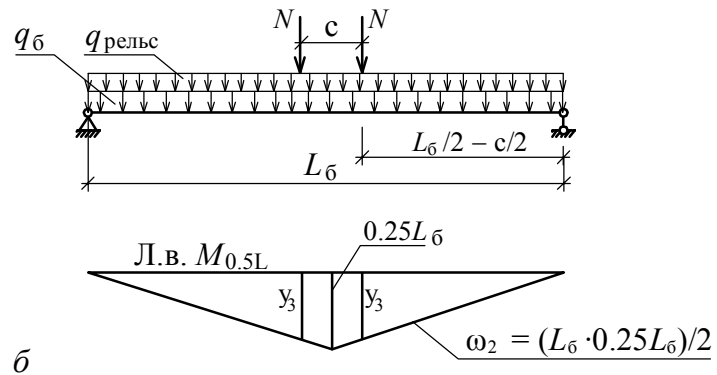
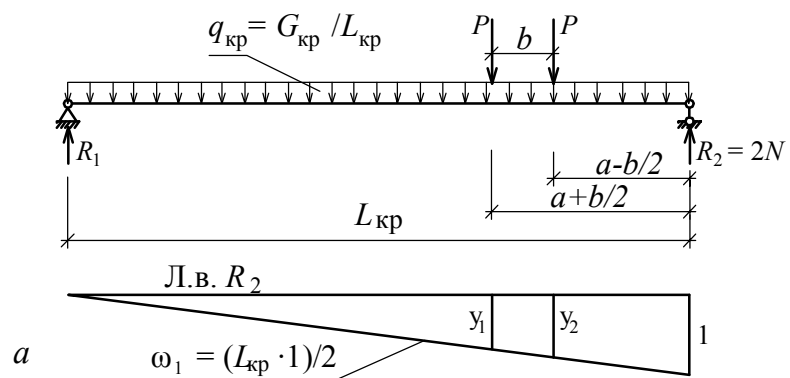
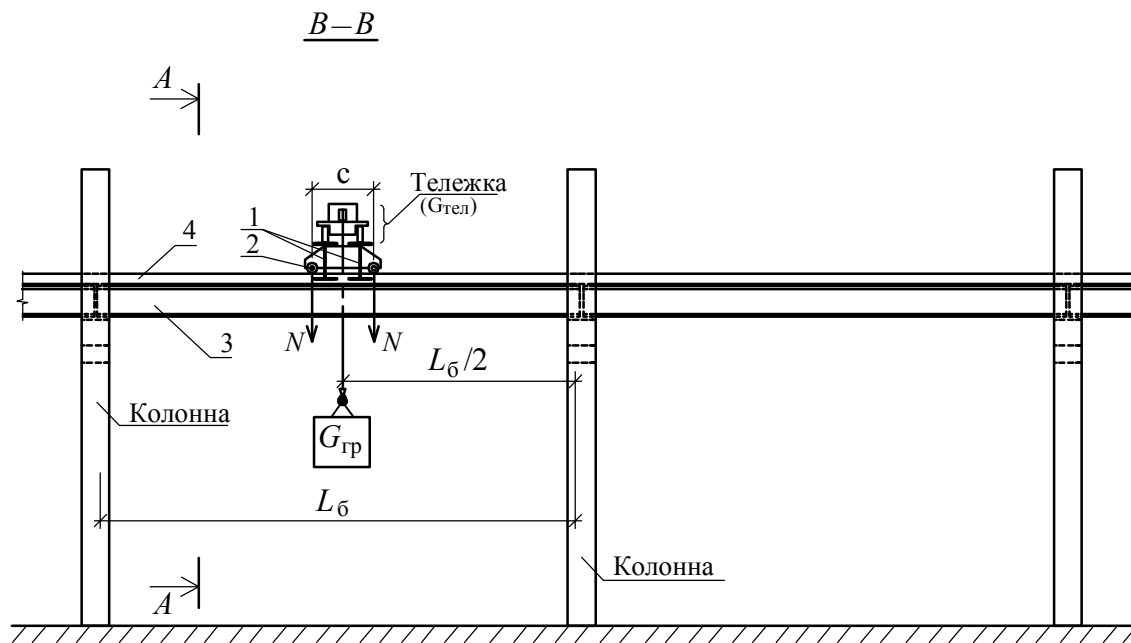
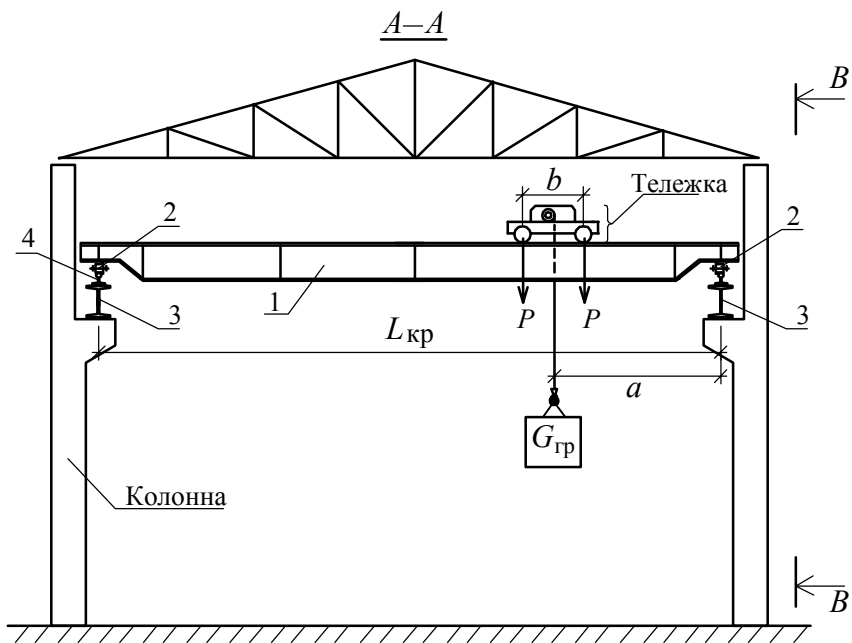


Схема мостового крана к расчету сечения подкрановой балки:

a – расчетная схема для определения максимального опорного давления $2N$ мостового крана (т. е. давления на подкрановую балку);

б – расчетная схема для определения максимального изгибающего момента $M_{0.5L}$ в подкрановой балке;

1 – крановая балка; *2* – ходовая часть крана; *3* – подкрановая балка; *4* – крановый рельс

Для вычисления искомых нормативных и расчетных усилий N на подкрановую балку используем линию влияния опорного давления $R_2 = 2N$ (рисунок, *a*).

$$2N^H = q_{кр}^H \omega_1 + P^H (y_1 + y_2), \quad (3.4)$$

$$2N^P = q_{кр}^P \omega_1 + P^P (y_1 + y_2), \quad (3.5)$$

где ω_1 – площадь треугольной линии влияния опорного давления R_2 по рисунку, *a*; y_1 и y_2 – ординаты линии влияния по осям действия сил P , рисунок, *a*.

3.2. Составление расчетной схемы подкрановой балки с полной приложенной к ней нагрузкой

Подкрановая балка выполнена из стального прокатного двутавра, опирается на колонны и имеет расчетный пролет $L_б$, рисунок, *б*. Расчетная схема для подкрановой балки представляет собой однопролетную с шарнирным опиранием балку, рисунок, *б*.

Кроме крановой нагрузки в виде двух сил N , на подкрановую балку действует распределенная постоянная нагрузка от веса самой балки $q_б$ и лежащего на ней подкранового рельса $q_{рельс}$, рисунок, *б*.

Для расчета на прочность подкрановой балки следует определить максимальный изгибающий момент в сечении середины ее пролета при расположении крана также в середине пролета подкрановой балки. Таким образом, расчетная схема подкрановой балки будет загружена уже определенным в 3.1 давлением колес крана в виде двух сил N , а также равномерно распределенной нагрузкой от собственного веса балки $q_б$ и равномерно распределенной нагрузкой от веса подкранового рельса $q_{рельс}$, рисунок, *б*.

Следовательно, нормативные значения $q_б$ и $q_{рельс}$:

$$q_б^H = m_б, \quad (3.6)$$

$$q_{рельс}^H = m_{рельс}, \quad (3.7)$$

расчетные –

$$q_б^P = q_б^H \gamma_{пост}, \quad (3.8)$$

$$q_{рельс}^P = q_{рельс}^H \gamma_{пост}, \quad (3.9)$$

где $q_б^H$ – нормативное значение распределенной нагрузки от веса балки; $q_{рельс}^H$ – нормативное значение распределенной нагрузки от веса рельса; $q_б^P$ и $q_{рельс}^P$ – расчетные значения распределенной нагрузки от веса балки и рельса соответственно; $m_б$ – вес одного погонного метра подкрановой балки (прокатного двутавра), устанавливается по прил. 4 для принятого номера двутавра; $m_{рельс}$ – вес одного погонного метра подкранового рельса, устанавливается по

прил. 3 для типа рельса в соответствии с заданием по прил. 1; $\gamma_{\text{пост}}$ – коэффициент надежности по нагрузке – по прил. 9.

Особенностью данного этапа расчета является необходимость принятия величины погонной нагрузки от веса двутавра подкрановой балки m_6 , для чего следует знать номер двутавра, в то время как именно номер двутавра является целью расчета и на данном этапе не установлен. Поэтому для продолжения расчета двутавр для подкрановой балки назначается предварительно исходя из опыта проектирования по прил. 4 (также можно использовать прил. 5).

4. РАСЧЕТ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ

4.1. Расчет величины максимального изгибающего момента в подкрановой балке

Максимальный изгибающий момент в середине пролета подкрановой балки $M_{0.5L}$ может быть определен с помощью линии влияния момента, рисунок, б.

Нормативное значение изгибающего момента

$$M_{0.5L}^H = q_{\text{рельс}}^H \cdot 10^{-3} \omega_2 + q_6^H \cdot 10^{-3} \omega_2 + 2N^H y_3, \quad (4.1)$$

расчетное значение изгибающего момента

$$M_{0.5L}^P = q_{\text{рельс}}^P \cdot 10^{-3} \omega_2 + q_6^P \cdot 10^{-3} \omega_2 + 2N^P y_3, \quad (4.2)$$

где $M_{0.5L}^H$, $M_{0.5L}^P$ – нормативный и расчетный изгибающие моменты в середине пролета подкрановой балки, т·м; ω_2 – площадь треугольной линии влияния изгибающего момента в середине пролета балки, м², рисунок, б; y_3 – ординаты линии влияния по осям действия сил N , м, рисунок, б; $q_{\text{рельс}}^H$, q_6^H , $q_{\text{рельс}}^P$, q_6^P – см. соответственно в экспликации формул (3.6)–(3.9), кг/м.

4.2. Подбор сечения подкрановой балки по условию прочности (по первому предельному состоянию)

Цель данного расчета – подбор сечения подкрановой балки из сортамента двутавров – осуществляется по условию его прочности при работе на изгиб под действием изгибающего момента $M_{0.5L}^P$ с использованием расчетных нагрузок и расчетных усилий в балке.

Условие прочности сечения балки по нормальным напряжениям

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{0.5L}^P}{W_x} \leq R_y \gamma_C, \quad (4.3)$$

где W_x – момент сопротивления сечения двутавра, подбираемого по прил. 4; R_y – расчетное сопротивление (кг/см^2) по прил. 6 принятой марки стали в соответствии с заданием по прил. 2; $\gamma_C = 1$ – коэффициент условий работы балки.

Если принять $\sigma_{\max} = R_y$, то условие (4.3) можно представить в виде

$$W_x^{\text{треб}} = \frac{M_{0.5L}^p \cdot 10^5}{R_y}, \quad (4.4)$$

где $W_x^{\text{треб}}$ – требуемый момент сопротивления сечения двутавра, см^3 ; $M_{0.5L}^p$ – расчетный изгибающий момент, т·м; R_y – расчетное сопротивление принятой марки стали, кг/см^2 .

По полученному в (4.4) требуемому моменту сопротивления сечения двутавра подкрановой балки $W_x^{\text{треб}}$ в прил. 4 подбирают ближайший (с большей стороны) двутавр, и если он не соответствует принятому первоначально в 3.2, то для вновь принятого из сортамента прил. 4 выписывают значение веса погонного метра m_6 и по (3.6), (3.8) принимают новые значения q_6^H и q_6^P , вновь определяют величины $M_{0.5L}^H$ и $M_{0.5L}^P$ по (4.1) и (4.2); также из сортамента прил. 4. для вновь принятого сечения двутавра берется момент сопротивления W_x и все новые данные подставляют в условие прочности (4.3).

Если условие (4.3) не выполняется, то из сортамента прил. 4 следует принять следующий в большую сторону двутавр и повторить расчет начиная с m_6 и далее формул (3.6), (3.8), (4.1), (4.2), (4.3).

Если условие (4.3) выполняется, то подбор сечения двутавра подкрановой балки можно считать законченным, при этом допускается невыполнение условия (4.3), т. е. перенапряжение, но не более чем на 5 % относительно R_y .

Делается вывод о принятом сечении подкрановой балки в виде двутавра по последнему принятому подбором варианту – указывается наименование и номер двутавра.

4.3. Проверка подкрановой балки на деформативность (по второму предельному состоянию)

Подобранную в 4.2 подкрановую балку следует проверить на деформативность, выполнив расчет ее максимального прогиба $f_{0.5L}^{\text{BP}}$ от нормативной временной нагрузки (от крана) и сравнив его с предельно допустимым f_u прогибом (4.5).

$$f_{0.5L}^{\text{BP}} \leq f_u. \quad (4.5)$$

Прогиб балки $f_{0.5L}^{\text{BP}}$ можно определить следующим образом:

$$f_{0.5L}^{\text{BP}} = \frac{5}{48} \frac{M_{0.5L(Kp)}^H \cdot 10^5 L_6^2}{E_{\text{ст}} J_x}, \quad (4.6)$$

где $f_{0.5L}^{BP}$ – прогиб балки от временной нормативной нагрузки (крана), см; $M_{0.5L(KP)}^H$ – нормативный момент в балке от действия крана, т·м; L_6 – расчетный пролет подкрановой балки, см; $E_{ст} = 2.1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль упругости стали; J_x – осевой момент инерции принятого в 4.2 сечения двутавра по прил. 4, см⁴.

Величина нормативного момента в подкрановой балке $M_{0.5L(KP)}^H$ в тонно-метрах от действия крана

$$M_{0.5L(KP)}^H = 2N^H y_3, \quad (4.7)$$

где $2N^H$ и y_3 принимаются те же, что в выражении (4.1).

Предельный прогиб подкрановой балки f_u определяется по п. 10.7 СНиП 2.01.07–85* [2], выписка из которого приводится в таблице.

Предельные (допустимые) прогибы подкрановых балок

| Элементы конструкций и режимы работы кранов | Предельные прогибы f_u | Нагрузки для определения предельных прогибов |
|---|--------------------------|--|
| Балки крановых путей под мостовые краны режимов работы: | | |
| 1К–6К | $L_6 / 400$ | От одного крана |
| 7К | $L_6 / 500$ | |
| 8К | $L_6 / 600$ | |

5. ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТА

Если условие деформативности (4.5) выполняется, то следует вывод об окончательном принятии для подкрановой балки двутавра, принятого в 4.2.

Дается описание принятого двутавра – его наименование и номер, отмечается, что его сечение соответствует условию прочности (расчет по первому предельному состоянию) и условию деформативности (расчет по второму предельному состоянию).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СНиП II-23-81**. Стальные конструкции / Госстрой СССР. – М. : Госстрой СССР, 1990. – 96 с.
2. *СНиП 2.01.07-85**. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М. : Госстрой СССР, 1996. – 68 с.
3. *ГОСТ 8239-89*. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент / Госстандарт СССР. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 4 с.
4. *ГОСТ Р 51685-2000*. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия / Госстандарт России. – М. : Стандартинформ, 2002. – 23 с.
5. *ГОСТ 7174-75**. Рельсы железнодорожные типа Р 50. Конструкция и размеры / Госстандарт СССР. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.
6. *ГОСТ 25711-83*. Краны мостовые электрические общего назначения грузоподъемностью от 5 до 50 т / Госстандарт СССР. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 19 с.
7. *ГОСТ 25546-82**. Краны грузоподъемные. Режимы работы / Госстандарт СССР. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 10 с.

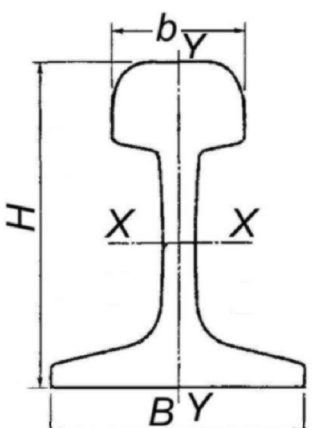
Параметры мостовых электрических кранов

| | Последняя цифра номера зачетной книжки | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Вес груза (максимальная грузоподъемность) $G_{гр}$, т | 20 | | | 16 | | | 12.5 | | | |
| Расчетный пролет крана $L_{кр}$, м | 16.5 | 22.5 | 28.5 | 16.5 | 22.5 | 28.5 | 16.5 | 22.5 | 28.5 | 16.5 |
| Вес тележки крана $G_{тел}$, т | 4.5 | | | 3.0 | | | 3.0 | | | |
| Параметр крайнего положения тележки a, м | 1.80 | | | 1.50 | | | 1.90 | | | |
| Вес конструкции крана $G_{кр}$, т | 18.7 | 21.7 | 28.0 | 14.9 | 20.3 | 25.7 | 10.3 | 14.1 | 17.8 | 16.0 |
| База тележки b, м | 3.10 | | | 2.10 | | | 2.00 | | | |
| База ходовой части крана c, м | 4.4 | 4.6 | 4.8 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.0 | 4.0 | 4.2 | 4.4 |
| Тип подкранового рельса | P43 | KP70 | KP70 | P38 | P43 | P43 | P33 | P38 | P43 | P43 |
| Режим работы крана | 7К | | | 5К | | | 5К | | | |

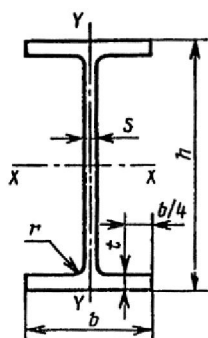
Параметры подкрановой балки

| | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки | | | | | | | | | |
|--|--|-------------|-------|------|--------|--------|-------------|--------|------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Расчетный пролет подкрановой балки L_6 , м | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 6.0 |
| Марка стали подкрановой балки | 09Г2С | 12Г2С гр. 1 | 09Г2С | 14Г2 | 15ХСНД | 10ХСНД | 12Г2С гр. 2 | 10ХСНД | 14Г2 гр. 2 | 10Г2С |

Рельсы крановые и железнодорожные
(выписка из сортамента по ГОСТ 4121–96, 7174–75, 51685–2000)

| Сечение рельса | Тип рельса | Размеры сечения рельса | | | Погонная плотность $m_{\text{рельс}}$, кг/м |
|---|------------|------------------------|-------|-------|--|
| | | B, мм | b, мм | H, мм | |
|  | P33 | 110 | 60 | 128 | 33.48 |
| | P38 | 114 | 68 | 135 | 38.42 |
| | P43 | 114 | 70 | 140 | 44.65 |
| | P50 | 132 | 72 | 152 | 51.80 |
| | P65 | 150 | 75 | 180 | 64.88 |
| | P75 | 150 | 75 | 192 | 74.60 |
| | KP70 | 120 | 70 | 120 | 52.77 |
| | KP80 | 130 | 80 | 130 | 64.24 |
| | KP100 | 150 | 100 | 150 | 89.05 |
| | KP120 | 170 | 120 | 170 | 118.29 |
| | KP140 | 170 | 140 | 170 | 146.98 |

**Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок
(сортамент по СТО 20–93). Нормальные двутавры**



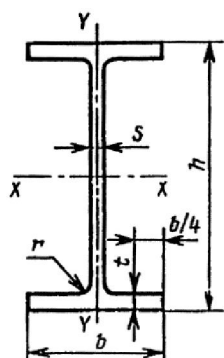
h – высота двутавра;
 b – ширина полки;
 s – толщина стенки;
 t – толщина полки;
 r – радиус закругления полки

| Номер двутавра | Размеры | | | | | Площадь поперечного сечения, см ² | Плотность 1 м, m_b , кг/м | Справочные данные для осей | | | | | | |
|----------------|---------|-----|------|------|----|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| | h | b | s | t | r | | | X – X | | | | Y – Y | | |
| | | | | | | | | $I_{x,4}$, см ⁴ | $W_{x,3}$, см ³ | i_x , см | $S_{x,3}$, см ³ | $I_{y,4}$, см ⁴ | $W_{y,3}$, см ³ | i_y , см |
| 18 Б1 | 177 | 91 | 4.3 | 6.5 | 9 | 19.58 | 15.4 | 1063 | 120.1 | 7.37 | 67.7 | 81.9 | 18 | 2.05 |
| 18 Б2 | 180 | 91 | 5.3 | 8 | 9 | 223.95 | 18.8 | 1317 | 146.3 | 7.42 | 83.2 | 100.8 | 22.2 | 2.05 |
| 20 Б1 | 200 | 100 | 5.5 | 8 | 11 | 27.16 | 21.3 | 1844 | 184.4 | 8.24 | 104.7 | 133.9 | 26.8 | 2.22 |
| 25 Б1 | 248 | 124 | 5 | 8 | 12 | 32.68 | 25.7 | 3537 | 285.3 | 10.4 | 159.7 | 254.8 | 41.1 | 2.79 |
| 25 Б2 | 250 | 125 | 6 | 9 | 12 | 37.66 | 29.6 | 4052 | 324.2 | 10.37 | 182.9 | 293.8 | 47 | 2.79 |
| 30 Б1 | 298 | 149 | 5.5 | 8 | 13 | 40.80 | 32 | 6319 | 424.1 | 12.44 | 237.5 | 441.9 | 59.3 | 3.29 |
| 30 Б2 | 300 | 150 | 6.5 | 9 | 13 | 46.78 | 36.7 | 7210 | 480.6 | 12.41 | 271.1 | 507.4 | 67.7 | 3.29 |
| 35 Б1 | 346 | 174 | 6 | 9 | 14 | 52.68 | 41.4 | 11095 | 641.3 | 14.51 | 358.1 | 791.4 | 91 | 3.88 |
| 35 Б2 | 350 | 175 | 7 | 11 | 14 | 63.14 | 49.6 | 13560 | 774.8 | 14.65 | 434 | 984.2 | 112.5 | 3.95 |
| 40 Б1 | 396 | 199 | 7 | 11 | 16 | 72.16 | 56.6 | 20020 | 1011.1 | 16.66 | 564 | 1446.9 | 145.4 | 4.48 |
| 40 Б2 | 400 | 200 | 8 | 13 | 16 | 84.12 | 66 | 23706 | 1185.3 | 16.79 | 663.2 | 1736.2 | 173.6 | 4.54 |
| 45 Б1 | 446 | 199 | 8 | 12 | 18 | 84.30 | 66.2 | 28699 | 1287 | 18.45 | 725.1 | 1579.7 | 158.8 | 4.33 |
| 45 Б2 | 450 | 200 | 9 | 14 | 18 | 96.76 | 76 | 33453 | 1486.8 | 18.59 | 839.6 | 1871.3 | 187.1 | 4.4 |
| 50 Б1 | 492 | 199 | 8.8 | 12 | 20 | 92.38 | 72.5 | 36845 | 1497.8 | 19.97 | 853.5 | 1581.5 | 158.9 | 4.14 |
| 50 Б2 | 496 | 199 | 9 | 14 | 20 | 1011.27 | 79.5 | 41872 | 1688.4 | 20.33 | 957.3 | 1844.4 | 185.4 | 4.27 |
| 50 Б3 | 500 | 200 | 10 | 16 | 20 | 114.23 | 89.7 | 47849 | 1914 | 20.47 | 1087.7 | 2140.3 | 214 | 4.33 |
| 55 Б1 | 543 | 220 | 9.5 | 13.5 | 24 | 113.36 | 89 | 55682 | 2050.9 | 22.16 | 1165.1 | 2404.5 | 218.6 | 4.61 |
| 55 Б2 | 547 | 220 | 10 | 15.5 | 24 | 124.75 | 97.9 | 62790 | 2295.8 | 22.44 | 1301.6 | 2760.3 | 250.9 | 4.7 |
| 60 Б1 | 596 | 199 | 10 | 15 | 22 | 120.45 | 94.6 | 68721 | 2306.1 | 23.89 | 1325.5 | 1979 | 198.9 | 4.05 |
| 60 Б2 | 600 | 200 | 11 | 17 | 22 | 134.41 | 105.5 | 77638 | 2587.9 | 24.03 | 1489.5 | 2277.5 | 227.8 | 4.12 |
| 70 Б0 | 693 | 230 | 11.8 | 15.2 | 24 | 153.05 | 120.1 | 114187 | 3295.5 | 1913.1 | 27.31 | 3097.7 | 269.4 | 4.5 |
| 70 Б1 | 691 | 260 | 12 | 15.5 | 24 | 164.74 | 129.3 | 125931 | 3644.9 | 2094.9 | 27.65 | 4556.4 | 350.5 | 5.26 |
| 70 Б2 | 697 | 260 | 12.5 | 18.5 | 24 | 183.64 | 144.2 | 145913 | 4186.9 | 2392.8 | 28.19 | 5436.7 | 418.2 | 5.44 |

Примечания:

1. В расчете массы 1 м двутавра плотность стали принята 7.85 г/см³.
2. В таблице приняты обозначения:
 I – момент инерции сечения;
 W – момент сопротивления;
 S – статический момент полусечения;
 i – радиус инерции сечения.

**Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок
(сортамент по СТО 20–93). Широкополочные двутавры**



h – высота двутавра;
 b – ширина полки;
 s – толщина стенки;
 t – толщина полки;
 r – радиус закругления полки

| Номер двутавра | Размеры | | | | | Площадь поперечного сечения см ² | Плотность 1 м, m_6 , кг/м | Справочные данные для осей | | | | | | |
|----------------|---------|-----|------|------|----|--|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|
| | h | b | s | t | r | | | X – X | | | | Y – Y | | |
| | | | | | | | | I_{x_2} см ⁴ | W_{x_2} см ³ | i_{x_2} см | S_{x_2} см ³ | I_{y_2} см ⁴ | W_{y_2} см ³ | i_{y_2} см |
| 30 Ш2 | 300 | 201 | 9 | 15 | 18 | 87.38 | 68.6 | 14210 | 947.4 | 529.9 | 12.75 | 2033.8 | 202.4 | 4.82 |
| 35 Ш1 | 334 | 249 | 8 | 11 | 20 | 83.17 | 65.3 | 17108 | 1024.4 | 563.8 | 14.34 | 2834.1 | 227.6 | 5.84 |
| 35 Ш2 | 340 | 250 | 9 | 14 | 20 | 101.51 | 79.7 | 21678 | 1275.2 | 706.1 | 14.61 | 3650.5 | 292 | 6 |
| 40 Ш1 | 383 | 299 | 9.5 | 12.5 | 22 | 112.91 | 88.6 | 30556 | 1595.6 | 880.8 | 16.45 | 5575.4 | 372.9 | 7.03 |
| 40 Ш2 | 390 | 300 | 10 | 16 | 22 | 135.95 | 106.7 | 38676 | 1983.4 | 1094 | 16.87 | 7207.1 | 480.5 | 7.28 |
| 45 Ш1 | 440 | 300 | 11 | 18 | 24 | 157.38 | 123.5 | 56072 | 2548.7 | 1412.5 | 18.88 | 8110.3 | 540.7 | 7.18 |
| 50 Ш1 | 482 | 300 | 11 | 15 | 26 | 145.52 | 114.2 | 60371 | 2505 | 1395.7 | 20.37 | 6762.4 | 450.8 | 6.82 |
| 50 Ш2 | 487 | 300 | 14.5 | 17.5 | 26 | 176.34 | 138.4 | 71867 | 2951.4 | 1666.7 | 20.19 | 7896.4 | 526.4 | 6.69 |
| 50 Ш3 | 493 | 300 | 15.5 | 20.5 | 26 | 198.86 | 156.1 | 83441 | 3385 | 1912.8 | 20.48 | 9249.7 | 616.6 | 6.82 |
| 50 Ш4 | 499 | 300 | 16.5 | 23.5 | 26 | 221.38 | 173.8 | 95282 | 3818.9 | 2161.5 | 20.75 | 10603.4 | 706.9 | 6.92 |
| 60 Ш1 | 582 | 300 | 12 | 17 | 28 | 174.49 | 137 | 102717 | 3529.8 | 1981.5 | 24.26 | 7668 | 511.2 | 6.63 |
| 60 Ш2 | 589 | 300 | 16 | 20.5 | 28 | 217.41 | 170.7 | 126201 | 4285.3 | 2439 | 24.09 | 9257.4 | 617.2 | 6.53 |
| 60 Ш3 | 597 | 300 | 18 | 24.5 | 28 | 252.37 | 198.1 | 150043 | 5026.6 | 2869.9 | 24.38 | 11067.3 | 737.8 | 6.62 |
| 60 Ш4 | 605 | 300 | 20 | 28.5 | 28 | 287.33 | 225.6 | 174458 | 5767.2 | 3305.6 | 24.64 | 12879.3 | 858.6 | 6.7 |
| 70 Ш1 | 692 | 300 | 13 | 20 | 28 | 211.49 | 166 | 172433 | 4983.7 | 2814.6 | 28.55 | 9022.9 | 601.5 | 6.53 |
| 70 Ш2 | 698 | 300 | 15 | 23 | 28 | 242.53 | 190.4 | 198791 | 5696 | 3233.6 | 28.63 | 10381.1 | 692.1 | 6.54 |
| 70 Ш3 | 707 | 300 | 18 | 27.5 | 28 | 289.09 | 226.9 | 239032 | 6761.9 | 3867.2 | 28.76 | 12422.4 | 828.2 | 6.56 |
| 70 Ш4 | 715 | 300 | 20.5 | 31.5 | 28 | 329.39 | 258.6 | 275138 | 7696.2 | 4426.7 | 28.9 | 14240.2 | 949.3 | 6.58 |
| 70 Ш5 | 725 | 300 | 23 | 36.5 | 28 | 375.69 | 294.9 | 319793 | 8821.9 | 5099.5 | 29.18 | 16512.3 | 1100.8 | 6.63 |
| 80 Ш1 | 782 | 300 | 13.5 | 17 | 28 | 209.71 | 164.6 | 205458 | 5254.7 | 3018.9 | 31.3 | 7676.7 | 511.8 | 6.05 |
| 80 Ш2 | 792 | 300 | 14 | 22 | 28 | 243.45 | 191.1 | 253655 | 6405.4 | 3644.1 | 32.28 | 9928.9 | 661.9 | 6.39 |
| 90 Ш1 | 881 | 299 | 15 | 18.5 | 28 | 243.96 | 191.5 | 292583 | 6642.1 | 3861.2 | 34.63 | 8278.5 | 553.7 | 5.83 |
| 90 Ш2 | 890 | 299 | 15 | 23 | 28 | 270.87 | 212.6 | 345335 | 7760.3 | 4457 | 35.71 | 10283.3 | 687.8 | 6.16 |

Примечания.

1. В расчете массы 1 м двутавра плотность стали принята 7.85 г/см³.
2. В таблице приняты обозначения:
 I – момент инерции сечения;
 W – момент сопротивления;
 S – статический момент полусечения;
 i – радиус инерции сечения.

**Расчетные сопротивления при сжатии, растяжении и изгибе
листового и фасонного проката для стальных конструкций
по СНиП II-23-81***

| Сталь | Заменяемая марка стали | Толщина проката, мм | Расчетное сопротивление, МПа (кгс/см ²), проката | | | |
|-------|--|---------------------|---|---------------|---------------|---------------|
| | | | листового, широкополосного универсального | | фасонного | |
| | | | R_y | R_u | R_y | R_u |
| С345 | 09Г2 09Г2С 14Г2 (листовой, фасонный прокат толщиной до 20 мм) 15ХСНД (листовой прокат толщиной до 10 мм, фасонный – до 20 мм) 12Г2С гр. 1 09Г2 гр. 1 и 2 09Г2С гр. 1; 14Г2 гр. 1 (фасонный – до 20 мм) | От 2 до 10 | 335 (3400) | 480 (4900) | 335 (3400) | 480 (4900) |
| | | Св. 10 до 20 | 315 (3200) | 460 (4700) | 315 (3200) | 460 (4700) |
| | | Св. 20 до 40 | 300 (3050) | 450 (4600) | 300 (3050) | 450 (4600) |
| | | Св. 40 до 60 | 280 (2850) | 440 (4500) | – | – |
| | | Св. 60 до 80 | 270 (2750) | 430 (4400) | – | – |
| | | Св. 80 до 160 | 260 (2650) | 420 (4300) | – | – |
| С375 | 09Г2С гр. 2 12Г2С гр. 2 14Г2 гр. 1 (фасонный толщиной св. 20 мм); 14Г2 гр. 2 (фасонный прокат толщиной до 20 мм) 10Г2С 15ХСНД (фасонный толщиной св. 20 мм, листовой – св. 10 мм) 10ХСНД (фасонный без ограничения толщины, листовой – до 10 мм) | От 2 до 10 | 365 (3700) | 500 (5100) | 365 (3700) | 500 (5100) |
| | | Св. 10 до 20 | 345 (3500) | 480 (4900) | 345 (3500) | 480 (4900) |
| | | Св. 20 до 40 | 325 (3300) | 470 (4800) | 325 (3300) | 470 (4800) |
| С390 | 14Г2АФ 10ХСНД (листовой прокат толщиной св. 10 мм) | От 4 до 50 | 380 (3850) | 530 (5400) | – | – |
| С440 | 16Г2АФ 15Г2СФ термоупрочненная | От 4 до 30 | 430 (4400) | 575 (5850) | – | – |
| | | Св. 30 до 50 | 400 (4100) | 555 (5650) | – | – |

Примечание. За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки (минимальная его толщина 4 мм).

Нагрузки от мостовых и подвесных кранов (выписка из гл. 4 СНиП 2.01.07–85*)

4.1. Нагрузки от мостовых и подвесных кранов следует определять в зависимости от групп режимов их работы, устанавливаемых ГОСТ 25546–82, от вида привода и от способа подвеса груза. Примерный перечень мостовых и подвесных кранов разных групп режимов работы приведен в справочном прил. 1.

4.2. Полные нормативные значения вертикальных нагрузок, передаваемых колесами кранов на балки кранового пути, и другие необходимые для расчета данные следует принимать в соответствии с требованиями государственных стандартов на краны, а для нестандартных кранов – в соответствии с данными, указанными в паспортах заводов-изготовителей.

4.8. Коэффициент надежности по нагрузке для крановых нагрузок следует принимать $\gamma_t = 1.1$.

Примечание. При учете местного и динамического действия сосредоточенной вертикальной нагрузки от одного колеса крана полное нормативное значение этой нагрузки следует умножать при расчете прочности балок крановых путей на дополнительный коэффициент γ_{it} , равный:

- 1.6 – для группы режима работы кранов 8К с жестким подвесом груза;
- 1.4 – для группы режима работы кранов 8К с гибким подвесом груза;
- 1.3 – для группы режима работы кранов 7К;
- 1.1 – для остальных групп режимов работы кранов.

При проверке местной устойчивости стенок балок значение дополнительного коэффициента следует принимать равным 1.1.

4.9. При расчете прочности и устойчивости балок кранового пути и их креплений к несущим конструкциям расчетные значения вертикальных крановых нагрузок следует умножать на коэффициент динамичности γ_d , равный:

при шаге колонн не более 12 м:

1.2 – для группы режима работы мостовых кранов 8К;

1.1 – для групп режимов работы мостовых кранов 6К и 7К, а также для всех групп режимов работы подвесных кранов;

при шаге колонн свыше 12 м:

1.1 – для группы режима работы мостовых кранов 8К.

В остальных случаях коэффициент γ_d принимается равным 1.0.

При расчете конструкций на выносливость, проверке прогибов балок крановых путей и смещений колонн, а также при учете местного действия сосредоточенной вертикальной нагрузки от одного колеса крана коэффициент динамичности учитывать не следует.

4.15. При определении вертикальных и горизонтальных прогибов балок крановых путей, а также горизонтальных смещений колонн нагрузку следует учитывать от одного наиболее неблагоприятного по воздействию крана.

**Мостовые и подвесные краны разных групп режимов работы
(примерный перечень – выписка из справочного прил. 1
СНиП 2.01.07–85*)**

| Краны | Группы режимов работы | Условия использования |
|---|-----------------------|--|
| Ручные всех видов | 1К–3К | Любые |
| С приводными подвесными талями, в т. ч. с навесными захватами | | Ремонтные и перегрузочные работы ограниченной интенсивности |
| С лебедочными грузовыми тележками, в т. ч. с навесными захватами | | Машинные залы электростанций, монтажные работы, перегрузочные работы ограниченной интенсивности |
| С лебедочными грузовыми тележками, в т. ч. с навесными захватами | 4К–6К | Перегрузочные работы средней интенсивности, технологические работы в механических цехах, склады готовых изделий предприятий строительных материалов, склады металлообработки |
| С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные | | Смешанные склады, работа с разнообразными грузами |
| Магнитные | | Склады полуфабрикатов, работа с разнообразными грузами |
| Закалочные, ковочные, штыревые, литейные | 7К | Цехи металлургических предприятий |
| С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные | | Склады насыпных грузов и металлолома с однородными грузами (при работе в одну или две смены) |
| С лебедочными грузовыми тележками, в т. ч. с навесными захватами | | Технологические краны при круглосуточной работе |
| Траверсные, мультдогрейферные, мультдозавалочные, для раздевания слитков, копровые, ваграночные, колодцевые | 8К | Цехи металлургических предприятий |
| Магнитные | | Цехи и склады металлургических предприятий, крупные металлбазы с однородными грузами |
| С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные | | Склады насыпных грузов и металлолома с однородными грузами (при круглосуточной работе) |

**Коэффициенты к весу конструкций и грунтов
(выписка из гл. 2 СНиП 2.01.07–85*)**

2.1. Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей или паспортных данных заводов-изготовителей, других строительных конструкций и грунтов – по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

2.2. Коэффициенты надежности по нагрузке γ_t для веса строительных конструкций и грунтов приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Конструкции сооружений и вид грунтов | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_{\text{пост}}$ |
|---|---|
| <i>Конструкции:</i> | |
| металлические | 1.05 |
| бетонные (со средней плотностью свыше 1 600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные | 1.1 |
| бетонные (со средней плотностью 1 600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т. п.), выполняемые: | |
| в заводских условиях | 1.2 |
| на строительной площадке | 1.3 |
| <i>Грунты:</i> | |
| в природном залегании | 1.1 |
| насыпные | 1.15 |

Примечания:

1. При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций, следует произвести расчет, принимая для веса конструкции или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_t = 0.9$.

2. При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складированных материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.

3. Для металлических конструкций, в которых усилия от собственного веса превышают 50 % общих усилий, следует принимать $\gamma_t = 1.1$.

Оглавление

| | |
|--|----|
| ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ | 3 |
| 1. Общие положения | 3 |
| 2. Исходные данные | 3 |
| 3. Нагрузка на подкрановую балку | 4 |
| 3.1. Расчет давления на подкрановую балку, передаваемого ходовой частью крана | 4 |
| 3.2. Составление расчетной схемы подкрановой балки с полной приложенной к ней нагрузкой | 6 |
| 4. Расчет подкрановой балки | 7 |
| 4.1. Расчет величины максимального изгибающего момента в подкрановой балке | 7 |
| 4.2. Подбор сечения подкрановой балки по условию прочности (по первому предельному состоянию) | 7 |
| 4.3. Проверка подкрановой балки на деформативность (по второму предельному состоянию) | 8 |
| 5. Выводы по результатам расчета | 9 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 10 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Параметры мостовых электрических кранов | 11 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Параметры подкрановой балки | 12 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Рельсы крановые и железнодорожные (выписка из сортамента по ГОСТ 4121–96, 7174–75, 51685–2000) | 12 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок (сортамент по СТО 20–93). Нормальные двутавры | 13 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок (сортамент по СТО 20–93). Широкополочные двутавры | 14 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Расчетные сопротивления при сжатии, растяжении и изгибе листового и фасонного проката для стальных конструкций по СНиП II–23–81* | 15 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Нагрузки от мостовых и подвесных кранов (выписка из гл. 4 СНиП 2.01.07–85*) | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Мостовые и подвесные краны разных групп режимов работы (примерный перечень – выписка из справочного прил. 1 СНиП 2.01.07–85*) | 17 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Коэффициенты к весу конструкций и грунтов (выписка из гл. 2 СНиП 2.01.07–85*) | 18 |