

УДК 624.21.095

**РАСЧЕТ БАЛОК ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ МОСТОВОГО  
СООРУЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОСТА НА  
УЧАСТКЕ ТРАССЫ НЕФТЕГОРСК-СТ.ТАВОЛЖАНКА**

*Тарасеева Нелли Ивановна,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное  
строительство».*

*Калашников Андрей Владимирович,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*магистрант.*

**Аннотация**

Мосты и другие искусственные сооружения представляют собой сложные инженерные конструкции, проектирование, строительство и эксплуатация которых требуют специальных знаний и навыков. В статье рассмотрены основные принципы расчета, схемы к расчету, с учетом современных нагрузок и воздействий от автомобильного транспорта; представлен пример расчета, выполненный автором статьи.

**Ключевые слова:** мостовые сооружения, пролетные строения, расчетные характеристики, нагрузки

**ANALYSIS OF BEAMS OF SPANS OF BRIDGES FOR EXAMPLE  
CONCRETE BRIDGE SITES ON THE ROUTE NEFTEGORSK-  
ST.TAVOLZHANKA**

*Taraseeva Nelli Ivanovna,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Geotechnics and road construction”.*

***Kalashnikov Andrey Vladimirovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,  
undergraduate.*

## **Abstract**

Bridges and other man-made structures are complex engineering design, design, construction and operation of which requires special knowledge and skills. The article describes the basic principles of calculation scheme for the calculation, taking into account modern loads and impacts from road transport; is an example of the calculation made by the author.

**Keywords:** bridge construction, spans, design characteristics, load.

Автодорожные мостовые сооружения призваны служить для преодоления транспортом и пешеходами различных препятствий: водных преград, участков со сложным рельефом, других транспортных путей. Однако сами мостовые сооружения в настоящее время редко могут быть построены без устройства разрывов основных несущих конструкций по длине. В России строительство транспортных сооружений идет главным образом по пути применения рациональных сборных пролетных строений. Для обеспечения беспрепятственного и комфортного движения по мостовому полотну возникает необходимость устройства деформационных зазоров, которые получили название – деформационные швы (ДШ). Эти устройства позволяют избежать появления значительных усилий в конструкциях мостов от температурных воздействий, но появляется необходимость обеспечить безопасное движение автомобилей и пешеходов над этими разрывами.

*Основы расчета ДШ.*

Все конструкции, имеющие окаймления, проверяют расчетом на прочность и выносливость [3, 4]. На прочность проверяют следующие элементы:

- окаймление швов, считая пролет листа, ребра или уголка окаймления равным расстоянию между ребрами жесткости; в качестве вертикальной нагрузки принимают колесо нагрузки НК, полностью установленное на окаймление;

- анкеровку окаймления – анкеры, расположенные в бетоне монолитирования; растягивающие усилия, действующие на анкеры по горизонтали и вертикали, определяют от внешних нагрузок  $H$  и  $P$  по формулам:

$$R_r = \frac{P \cdot B + H \cdot d}{d - c} \text{ – растягивающие усилия, действующие по горизонтали}$$

(рисунок 1);

$$R_B = \frac{P \cdot a + H \cdot c}{d - a} \text{ – растягивающие усилия, действующие по вертикали}$$

(рисунок 1);

где  $R_r$ ,  $R_B$  – усилия, приходящиеся соответственно на горизонтальный и вертикальный анкеры (выпуск арматуры);

$P$ ,  $H$  – вертикальное и горизонтальное усилия от подвижной нагрузки, приходящейся на конструкцию деформационного шва (КДШ).

При этом расчетные усилия определяют по [2], принимая необходимые значения коэффициентов надежности ( $n = 1,4$ ) и динамики ( $1 + \mu = 2$ ) к нагрузке от колеса тележки по схеме АК (рисунок 2).

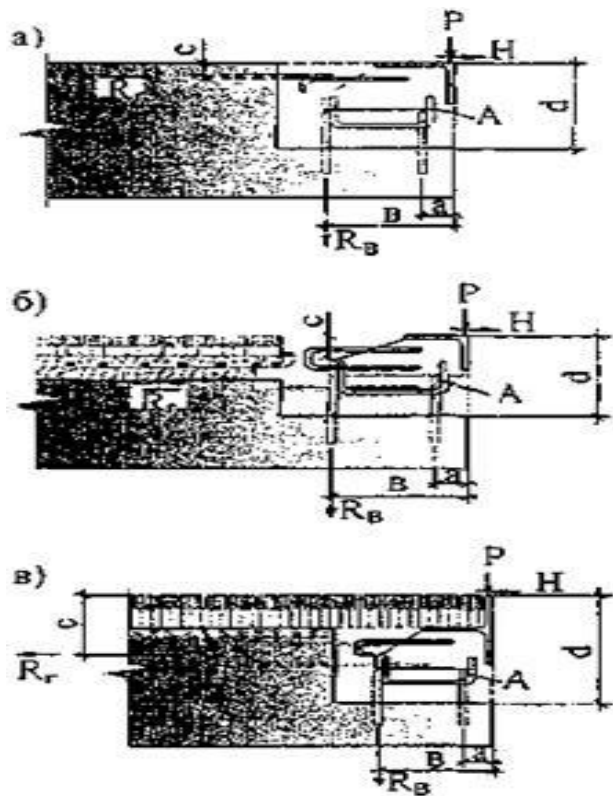


Рисунок 1 – Схемы к расчету анкеровки окаймления

- а – при анкеровке КДШ в недобетонированной плите пролетного строения;
- б – при анкеровке в бетонном приливе, устроенном до уровня верха покрытия;
- в – при анкеровке в бетонном приливе, устроенном ниже покрытия.

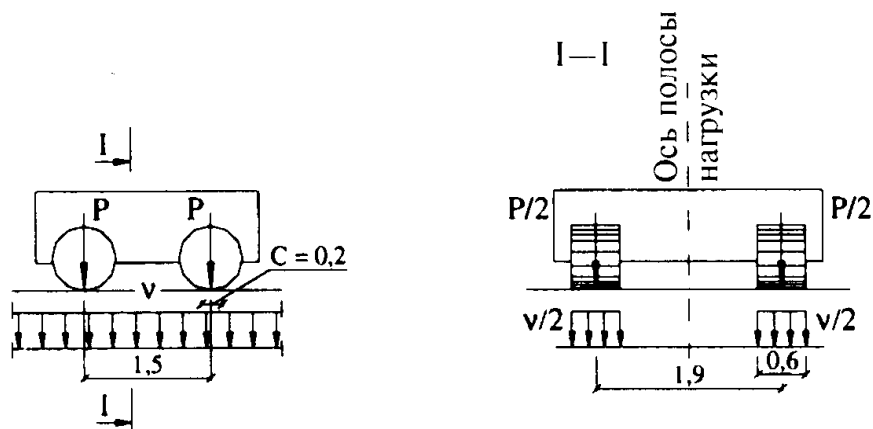


Рисунок 2 – Схемы нагрузок от подвижного состава для расчета автодорожных и городских мостов (автомобильная нагрузка АК в виде полосы равномерно распределенной нагрузки интенсивностью  $v$  и одиночной тележки)

*Определение основных параметров пролетного строения* было выполнено на примере пятипролетного железобетонного моста (полная длина – 108,76 м) на участке автомобильной дороги г. Нефтегорск – с. Старая таволжанка [5, 6].

Приняты отдельные пролетные строения, каждое на две полосы движения, тротуары предусмотрены только с внешней стороны по отношению к оси дороги. Ширина полос безопасности 1 м, ширина тротуара 0,75 м. Балки пролетного строения таврового профиля с шириной полки 1,8 м (расстояние между осями балок). Пролетное строение состоит из 6 балок и имеет полную ширину 11,3 м. Поперечное сечение пролетного строения приведено на рисунке 3.

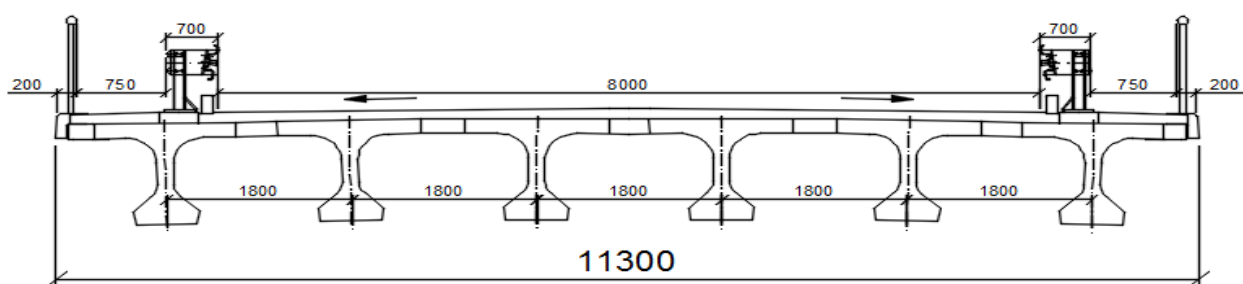


Рисунок 3 – Поперечное сечение пролетного строения

Балки пролетного строения выполнены из бетона класса В40 с расчетными характеристиками (прил. 2 [1]):  $R_b = 22$  МПа,  $R_{bt} = 1,4$  МПа,  $R_{b,ser} = 29,0$  МПа,  $R_{bt,ser} = 2,10$  МПа,  $R_{b,sh} = 3,60$  МПа,  $R_{b,mc2} = 19,6$  МПа,  $E_b = 36000$  МПа.

*Расчет плиты проезжей части.*

Плиту проезжей части рассчитывали, учитывая, что расстояние между осями балок 2,3 м, а ширина ребра балки 160 мм; получаем расчетный пролет плиты  $l_0 = 1,8 - 0,16 = 1,64$  м.

Таблица 1 – Сбор постоянных нагрузок на плиту проезжей части

Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кПа	Коэффициент надежности $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кПа
1. Дорожное покрытие:			
– выравнивающий слой толщиной 70 мм	1,54	1,3	2,00
– гидроизоляция толщиной ~10 мм	0,10	1,3	0,13
– защитный слой из мелкозернистого бетона толщиной 40 мм	0,88	1,3	1,15
– армирующий термостойкий геосинтетический материал	0,3	1,3	0,859
– асфальтовое покрытие толщиной 70 мм	1,26	2,0	2,52
2. Железобетонная плита толщиной 180 мм	3,75	1,1	4,13
Итого:	7,83		10,79

Для А11 параметры распределения нагрузки под колёсами автомобиля (рисунок 2) следующие:

$$a_1 = a_0 + 2h = 0,2 + 2 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ м}$$

$$b_1 = b_0 + 2h = 0,6 + 2 \cdot 0,2 = 1 \text{ м}$$

$$a = a_1 + \frac{l_0}{3} = 0,6 + \frac{1,64}{3} = 1,14 \text{ м,}$$

что более  $2l_0/3 = 2 \cdot 1,64/3 = 1,09 \text{ м}$ , но не более  $l_0 = 1,64 \text{ м}$ . Принимаем  $a = 1,14 \text{ м}$ .

Величина временной нагрузки, передаваемой на площадку, от одной оси на одну колею

$$P = 0,5 \cdot 9,81K = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 11 = 54,0 \text{ кН.}$$

Динамический коэффициент

$$1+\mu = 1 + \frac{45-\lambda}{135} = 1 + \frac{45-1,44}{135} = 1,32.$$

Условный изгибающий момент для полосы шириной 1 м будет равен:

$$\begin{aligned} M_0 &= gl_0^2/8 + Pl_0\gamma_f(1+\mu)/4a = \\ &= 10,79 \cdot 1,64^2 / 8 + 54 \cdot 1,64 \cdot 1,5 \cdot 1,32 / 4 \cdot 1,14 = 39,5 \text{ кН}\cdot\text{м}, \end{aligned}$$

где  $g$  – постоянная расчетная нагрузка по таблице 1.

Рассмотрим действие нагрузки НК-80.

Поскольку  $a = 1,14 \text{ м} \approx 1,2 \text{ м}$  – расстояния между осями, принимаем  $a = 1,2 \text{ м}$ .

На колесо действует нагрузка  $P = 98 \text{ кН}$ . Динамический коэффициент при  $\lambda = 1,64(1+\mu) = 1,12$ . Условный изгибающий момент для полосы шириной 1 м:

$$\begin{aligned} M_0 &= gl_0^2/8 + Pl_0\gamma_f(1+\mu)/4a = \\ &= 10,79 \cdot 1,64^2 / 8 + 98 \cdot 1,64 \cdot 1,0 \cdot 1,12 / 4 \cdot 1,2 = 41,1 \text{ кН}\cdot\text{м}. \end{aligned}$$

Окончательно принимаем  $M_0 = 41,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .

Изгибающий момент на опоре

$$M_{\text{оп}} = 0,7 \cdot M_0 = 0,7 \cdot 41,1 = 28,77 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Поскольку  $h_{\text{п}} / h = 18 / 150 = 0,12 < 0,25$ , пролетный момент

$$M_{\text{пр}} = 0,5 \cdot M_0 = 0,5 \cdot 41,1 = 20,55 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

С учетом действия нагрузок от подвижного состава (А11) и постоянной (от веса дорожного покрытия и железобетонной плиты) на основании полученных данных выполнен подбор рабочей арматуры плиты проезжей части моста.

В ходе расчета был получен результат, удовлетворяющий существующим нормам и правилам. В виду этого можно говорить об инвариантности применения расчета для других конструктивных элементов мостовых сооружений.

В последние годы в России наметилась тенденция к выработке качественно иного подхода к проектированию и эксплуатации мостовых сооружений, связанного с анализом зарубежного опыта и, как результат, новым

взглядом на давно известные и устоявшиеся вопросы проектирования, строительства и эксплуатации мостов в целом и отдельных конструкций, таких как балки пролетного строения, элементы сопряжения, деформационные швы и т.д.

Это стало возможным с появлением у специалистов более широкого понимания работы мостового сооружения, взаимосвязи конструктивных элементов между собой, осознания важности последних и влияния их технического состояния на общую работоспособность, безопасность и надежность искусственного сооружения в транспортном строительстве.

### **Библиографический список:**

1. Багдоев С.Г. Проектирование балочных железобетонных автомобильных и городских мостов и путепроводов. Пенза: ПГАСА, 2003. 205 с.
2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*.
3. ОДМ 218.2.025-2012. Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах.
4. Деформационные швы автодорожных мостов. Особенности конструкции и работы / А.В. Ефанов, И.Г. Овчинников, В.И. Шестерников и др. Саратов, 2005.
5. Тарасеева Н.И., Калашников А.В. Выбор фундамента для железобетонного моста на участке автомобильной дороги г. Нефтегорск – с. Старая Таволжанка [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.15/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.15/at_download/file)
6. Тарасеева Н.И., Кузнецов А.А., Калашников А.В. Применение современных конструктивных решений проектирования при ремонте мостовых сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций.



2016. №3. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL:  
[http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.17/at_download/file)