

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Мосты на железных дорогах

Методические указания к выполнению курсовой работы
и практических заданий для студентов III курса специальности 271501 –
Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Белгород
2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

Мосты на железных дорогах

Методические указания к выполнению курсовой работы
и практических заданий для студентов III курса специальности 271501 –
Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Белгород
2014

УДК 624.9
ББК 38.5-06 я 7
М54

Составитель канд. техн. наук, доцент Н.В. Селицкая

Рецензент канд. техн. наук, проф. Г.С. Духовный

Мосты на железных дорогах; методические указания к выполнению курсовой работы и практических заданий / сост.: Н.В. Селицкая. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 30 с.

В методических указаниях рассматриваются вопросы проектирования балочно-разрезных железобетонных мостов с применением типовых конструкций в обычных местных условиях.

Методические указания предназначены для студентов специальности 271501 – Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей специализации «Строительство дорог промышленного транспорта».

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 624.9
ББК 38.50-06 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2014

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Закрепить теоретические знания студентов по проектированию искусственных сооружений в транспортном строительстве, а также обучить основам конструирования мостов, пользоваться нормативно-справочными материалами.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТ

Пояснительная записка (объем 20-25 с.) должна состоять из титульного листа, задания на проектирование, содержания, текста пояснительной записки и списка использованной литературы.

Текст пояснительной записки с необходимыми расчетами, обоснованиями, рисунками, таблицами и титульный лист должны быть написаны на стандартных листах формата А4 и оформлены в соответствии с ЕСКД. Формулы приводятся с расшифровкой всех символов и с последующей подстановкой числовых величин. Страницы пояснительной записки подлежат сквозной нумерации, ссылки на литературу указываются в квадратных скобках, список литературы составляется в порядке ее использования.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ МОСТ ПОД ОДНОПУТНУЮ ДОРОГУ ЧЕРЕЗ НЕСУДОХОДНУЮ РЕКУ

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и чертежей. Пояснительная записка содержит главы:

1. Местные условия.
2. Варианты моста.

1.1. Исходные данные к курсовой работе

Исходными данными являются: профиль перехода, отверстие моста, коэффициент размыва русла реки, наименование грунта верхнего и нижнего слоев, возвышение подошвы рельса над уровнем высоких вод, расчетная глубина промерзания грунта.

Общими для всех студентов являются данные:

- 1) река имеет спокойное сечение и устойчивое русло;
- 2) первая подвижка льда происходит на уровне меженных вод;
- 3) наивысший уровень ледохода совпадает с уровнем высоких вод;
- 4) железная дорога II категории пересекает мост под прямым углом;
- 5) мост расположен на прямом и горизонтальном участке дороги.

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Оптимальное решение моста находят методом последовательных приближений путем составления и технико-экономического сравнения нескольких вариантов (не менее двух), которые рекомендуется разрабатывать в следующем порядке:

- изучить заданные местные условия проектирования моста;
- выбрать тип пролетных строений и опор;
- определить число и величину пролетов варианта моста;
- определить число и длину свай в фундаменте опоры;
- вычертить вариант моста;
- определить объем работ и стоимость варианта моста.

Составленные варианты моста сравнивают по технико-экономическим показателям и выбирают наилучший.

2.1. Местные условия

Перед проектированием необходимо ознакомиться с местными условиями и требованиями к мосту, принятыми в соответствии с заданием, а затем составить гл. 1 «Местные условия» пояснительной записки.

В п. 1.1. «Характеристика водотока» указывают климатические условия района строительства, номер профиля перехода, характеристику течения воды и русла, отметки уровней высокой и меженной воды (УВВ и УМВ), ширину русла B_p при УМВ, ширину левой $B_л$ и правой $B_п$ пойм при УВВ; наибольшую глубину воды при УВВ; отметки уровней высокого и низкого ледоходов (УВЛ и УНЛ); толщину льда; наличие судоходства; величину заданного отверстия моста L_0 ; коэффициент размыва русла реки k_p .

В п. 1.2 «Геологические условия» приводят наименование и физико-механические характеристики грунтов по оси моста; глубину заложения и мощность слоев грунта; расчетную глубину промерзания грунта. Толщину верхнего слоя грунта принимают по масштабу рис. 20, толщина нижнего слоя – неограниченна.

В п. 1.3 «Железнодорожный участок» указывают категорию железной дороги; положение дороги в плане и профиле; число путей и ширину колеи; отметку подошвы рельса

$$ПР = УВВ + H, \quad (1)$$

где $УВВ$ – отметка уровня высоких вод,

H – заданное возвышение подошвы рельса над $УВВ$, м.

2.2. Выбор типов пролетных строений и опор

Для малых и средних железнодорожных мостов наиболее рациональными являются балочные типовые сборные железобетонные пролетные строения ребристой конструкции, с ездой поверху, с ненапрягаемой арматурой, полной длиной до 16,5 м (типовой проект инв. № 557), и с предварительно напряженной арматурой, полной длиной от 16,5 до 27,6 м (типовой проект инв. № 556). Основные данные типовых пролетных строений приведены в прил. 1 и [7].

Для среднего поста через реку с ледоходом рациональными являются промежуточные опоры сборной облегченной конструкции выше уровня высоких вод, с массивной частью в пределах колебания уровня воды и ледохода, с фундаментами из свай или оболочек, с высокими ростверками или без ростверков.

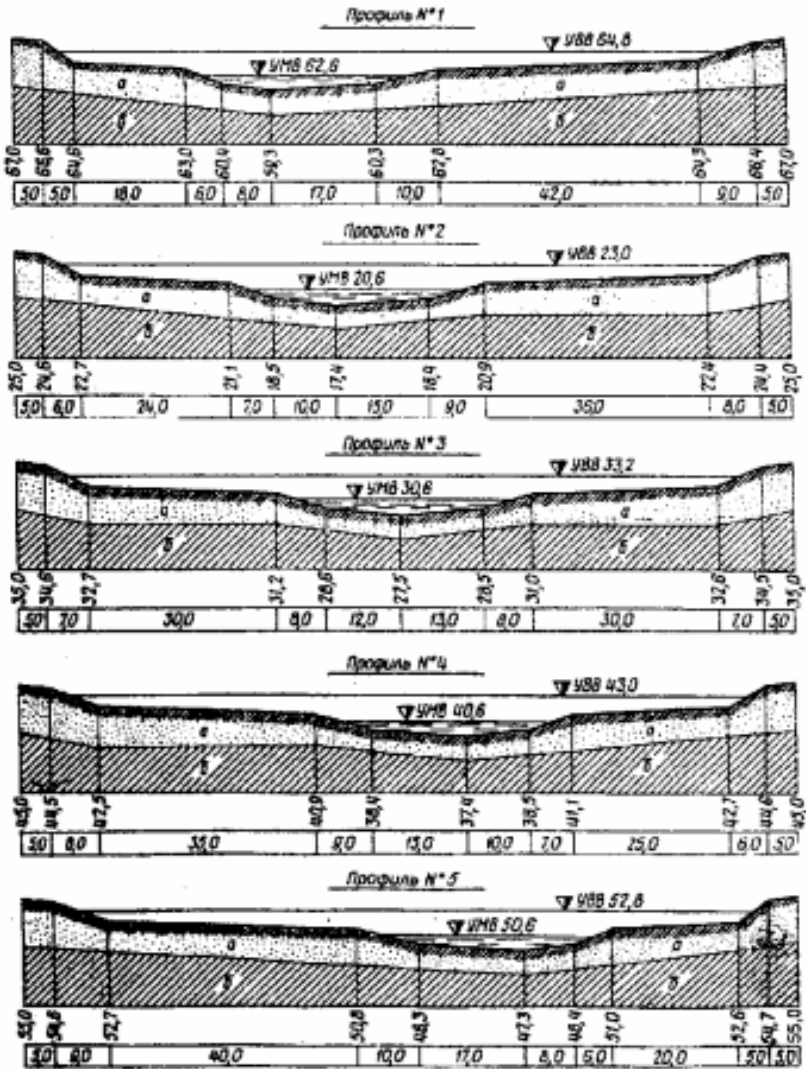


Рис. 1. Профили переходов:

a – верхний слой грунта; *b* – нижний слой; толщина верхнего слоя грунта принимается по масштабу, нижнего – неограниченна

В качестве устоев можно принять типовые свайные, данные о которых приведены в прил. 2, а также в [7].

2.3. Определение числа и величин пролетов моста

Мосты на реках, при отсутствии судоходства и лесосплава, могут иметь пролетные строения любой длины. Однако, при наличии ледохода, пролеты мостов в свету должны быть не менее 10 м.

В первом варианте моста можно принять типовые балочные пролетные строения полной длиной $l_{\Pi} = 16,5 - 23,6$ м в зависимости от высоты моста $H = PP - УВВ$, вида и глубины заложения фундамента.

Требуемое количество пролетов моста с обсыпными устоями можно определить по формуле:

$$n_T = \frac{L_0 + 3(PP - УВВ + 0,5 \cdot k_p \cdot h_{\Pi} - h_c - h_{oc} - 0,6) - b}{l_{\Pi} - b}, \quad (2)$$

где L_0 – заданное отверстие моста, м;

PP – отметка подошвы рельса, м;

$УВВ$ – отметка уровня высоких вод, м;

k_p – коэффициент размыва русла реки;

h_{Π} – средняя глубина высокой воды на поймах, м;

b – ширина промежуточной опоры по фасаду моста на $УВВ$, м, которую можно принять

$$b = (0,48 - 0,02 \cdot H_0) \cdot H_0, \quad (3)$$

где H_0 – высота опоры, м;

h_c – строительная высота пролетных строений, м (прил. 1);

h_{oc} – высота опорных частей, м (прил. 3).

Полученное дробное число пролетов n_T округляют до ближайшего большего целого числа n . Если $1,1n_T \geq n$, то все пролеты моста следует принять одинаковыми, равными l_{Π} . Если $1,1n_T < n$, то следует рассмотреть схему моста с двумя крайними пролетами меньшей длины $l_K = 0,5(n_T - n + 2) \cdot l_{\Pi}$.

При округлении n_T до ближайшего меньшего числа n можно получить схему моста с одним из средних пролетов большей длины $l_C = (n_T - n + 1) \cdot l_{II}$.

Длины принятых пролетных строений должны соответствовать типовым (см. прил. 1).

После уточнения числа и величин пролетов моста определяют расстояние между шкафными стенками устоев:

$$L = 0,05 + \sum (l_{ni} + 0,05), \quad (4)$$

где l_{ni} – полная длина i – го пролетного строения, м;

0,05 – зазор между торцами железобетонных пролетных строений, м.

Затем определяют положение середины моста на профиле перехода из условия пропорциональности частей отверстия моста, расположенных в пределах левой и правой пойм, соответствующих ширинам пойм. Расстояние от середины реки по УМВ до середины моста

$$a = \frac{(L_0 + \sum b - B_M) \cdot (B_{II} - B_{Л})}{2 \cdot (B_{II} + B_{Л})}, \quad (5)$$

где L_0 – заданное отверстие моста, м;

$\sum b$ – сумма ширин всех промежуточных опор, м;

B_M – ширина реки по УМВ, м;

B_{II} и $B_{Л}$ – ширина, соответственно, правой и левой пойм по УВВ, м.

Положительное значение расстояния a откладывают от середины реки по УВВ вправо, а отрицательное – влево.

От середины моста откладывают в обе стороны по $0,5L$, разбивают расстояние между шкафными стенками устоев L на принятые пролеты и проводят оси опор (рис. 2). При этом пролетные строения большей длины располагают над наиболее глубокой частью реки.

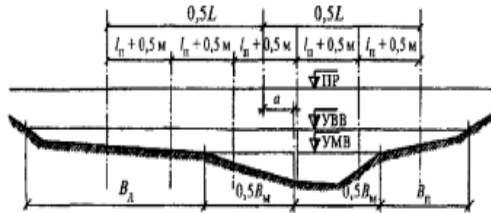


Рис. 2. Схема размещения моста на профиле и его разбивка на прочность

2.4. Составление эскиза промежуточной опоры

В расчетно-графической работе необходимо составить эскиз одной промежуточной опоры наибольшей высоты. На чертеже вычерчивают в масштабе 1:100 две вертикальные проекции опоры (вдоль и поперек моста) и горизонтальное сечение тела опоры (рис. 3).

Составление эскиза начинают с размещения на чертеже осей вертикальных проекций опоры и вычерчивания пролетных строений. На проекциях указывают уровни: ПР, УВВ (УВЛ), УМВ (УНЛ), поверхности грунта после размыва и слоев грунта. Для железобетонных пролетных строений по прил. 3 принимают размеры опорных частей: высоту $h_{оч}$, размер нижней подушки вдоль $a_{поч}$ и $a_{поч}$ (для подвижной и неподвижной опорных частей) и поперек $b_{оч}$ моста.

Наименьший размер подферменной плиты (оголовка) вдоль моста:

$$C_{ПФ} = l_{П} - l + \Delta + 0,5 \cdot (a_{поч} + a_{поч}) + 2 \cdot (c_1 + c_2), \quad (6)$$

где $l_{П}$ – полная длина пролетного строения, м;

l – расчетный пролет, м;

Δ – зазор между торцами пролетных строений, равный 0,05 м для железобетонных и 0,1 м для металлических пролетных строений;

c_1 – расстояние от площадки до грани опорной части до грани площадки, равное 0,15 – 0,2 м;

c_2 – расстояние от площадки до грани подферменной плиты, равное при пролетах до 30 м – 0,15 м, а свыше 30 м – 0,25 м.

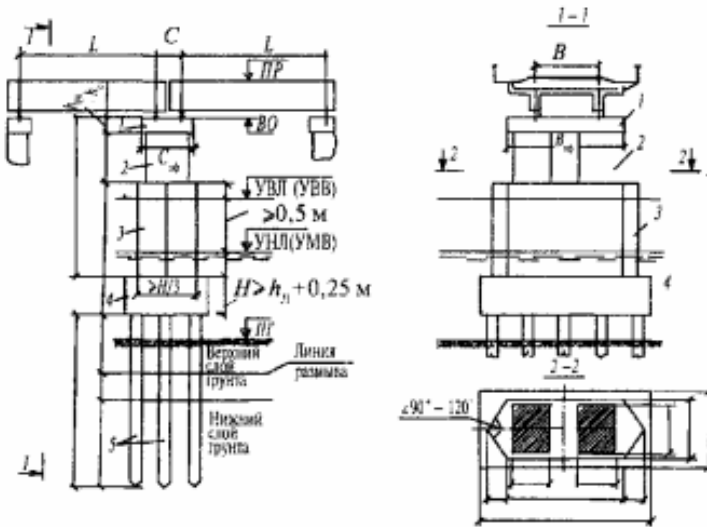


Рис. 3. Схема промежуточной опоры:

1 – подферменная плита; 2 – тело опоры выше УВВ; 3 – ледорезная часть опоры; 4 – ростверк; 5 – свая

Наименьший размер подферменной плиты (оголовка) поперек оси моста:

$$B_{\text{пф}} = B + b_{\text{оч}} + 2 \cdot (c_1 + c_3), \quad (7)$$

где B – расстояние между осями главных балок или ферм, м;

$b_{\text{оч}}$ – размер поперек моста нижней подушки опорной части, м;

c_1 – расстояние от площадки до грани опорной части до грани площадки, равное 0,15 – 0,2 м;

c_3 – расстояние от площадки до грани подферменной плиты, принимаемое равным при плоских и тангенциальных опорных частях – 0,3 м, а при секторных и катковых – 0,5 м.

Для закругленной или многоугольной в плане подферменной плиты наименьшее расстояние от угла подферменной площадки до ближайшей грани плиты принимают таким же, как и размер c_1 вдоль моста. Центр полукруглости, описывающий контур верхней или нижней части плиты, располагают на краю подферменной площадки. Тол-

щину подферменной плиты принимают 0,4 – 0,6 м при опирании всей плоскостью, а при опирании на столбы – 0,8 – 1,2 м.

Тело опоры от низа подферменной плиты до отметки не менее чем на 0,5 м выше УВЛ может быть в виде прямоугольного или круглого в плане бетонного или железобетонного сплошного, а при большой высоте – пустотелого столба (или нескольких столбов) с вертикальными гранями, размеры которых в плане принимают меньше размеров подферменной плиты на 0,2 м.

Нижележащая часть тела опоры до обреза фундамента должна иметь вертикальные грани и закругления или заострения в плане верховой или низовой сторон. В зависимости от интенсивности ледохода угол заострения ледорезной грани в плане принимают в пределах 90 – 120°. Эта часть тела опоры выполняется массивной бетонной.

Телу опоры высотой более 4 м, считая от обреза фундамента, можно придавать ступенчатую форму по фасаду моста, совмещающую одну из ступеней с ледорезной частью. Во всех случаях нужно, чтобы размер любого сечения бетонной опоры был не менее $(0,48 - 0,02H)$, где H – расстояние от сечения до верха опоры, м.

При небольшом возвышении опоры над уровнем высокой воды верхнюю часть тела опоры можно выполнить одинаковой формы с нижней.

2.5. Определение числа и длины свай в фундаменте опоры

Для промежуточных опор в заданных грунтовых условиях можно принять фундаменты с высокими или низкими ростверками на висячих железобетонных сваях или оболочках. Забивные цельные сваи квадратного сечения имеют размеры 35 × 35 или 40 × 40 см; секционные полые круглые – диаметр 40, 50, 60, 80 см и толщину стенки 8 – 10 см. длина цельных свай бывает до 16 – 20 м; длина секций – 4 – 12 м. головы свай заделывают в прямоугольный или обтекаемый в плане ростверк толщиной 1,5 – 2 м с размерами, как правило, не менее, чем на 0,5 м превышающими размеры нижней части тела опор. Сваи заделывают в ростверк на длину не менее чем две толщины ствола сваи, а сваи толщиной более 0,6 м – не менее чем на 1,2 м.

Обрез фундамента (верх ростверка) в межленном русле располагают ниже УНЛ на толщину льда плюс 0,25 м, а на поймах – на 0,25 м ниже поверхности грунта после размыва. Подошву фундамента (низ высокого ростверка) в межленном русле располагают на любом уровне.

Верх низкого ростверка в меженном русле, а также верх ростверка на поймах должны располагаться не выше отметки грунта дна после размыва минус 0,25 м.

Подожву ростверка на поймах располагают в крупных и средних песчаных грунтах на любом уровне, а в глинистых, суглинистых, мелких и пылеватых песчаных грунтах – не менее чем на 0,25 м ниже глубины промерзания.

В расчетно-графической работе необходимо приближенно определить число и длину свай в фундаменте промежуточной опоры из расчета на вертикальные нагрузки на свайный ростверк, которые складываются из собственного веса частей опоры, давлений от веса пролетных строений и мостового полотна и временной подвижной вертикальной нагрузки. Собственно весом забивных свай, как правило, можно пренебречь.

Для определения веса опоры ее разделяют на части простой геометрической формы: подферменную плиту – 1, тело опоры выше УВВ – 2, ледорезную часть опоры – 3, ростверк – 4 (см. рис. 3).

Нормативная нагрузка от веса частей опоры:

$$N_{оп} = \sum \gamma_i \cdot V_i, \quad (8)$$

где γ_i – нормативный объемный вес: бетона

$$\gamma_{бет} = 23,5 \text{ кН} / \text{м}^3 (2,4 \text{ тс} / \text{м}^3), \text{ железобетона}$$

$$\gamma_{жб} = 24,5 \text{ кН} / \text{м}^3 (2,5 \text{ тс} / \text{м}^3);$$

$$V_i - \text{объем } i - \text{й части опоры } \text{м}^3.$$

Нормативная нагрузка на опору:

от веса конструкций двух одинаковых пролетных строений, кН:

$$N_{прн} = \gamma_{жб} \cdot V_{жб} + 9,81 \cdot (P_{пс} + P_{оч}), \quad (9)$$

где $V_{жб}$ – объем железобетона пролетного строения, м^3 ;

$P_{пс}$ – масса металла для стальных и сталежелезобетонных пролетных строений, т;

$P_{оч}$ – масса комплекта опорных частей, т;

от веса мостового полотна на балласте, кН:

$$N_{бп} = \gamma_B \cdot A_B, \quad (10)$$

где γ_B – объемный вес балласта с частями верхнего строения пути;

A_B – площадь сечения балластной призмы, $A_B = 2 \text{ м}^2$;

от веса мостового полотна на деревянных поперечинах, кН:

$$N_{M_{II}} = \rho_{M_{II}} \cdot l_{II}, \quad (11)$$

где $\rho_{M_{II}}$ – вес одного погонного метра мостового полотна, $\rho_{M_{II}} = 8,8$ кН/м (0,9 тс/м);

l_{II} – полная длина пролетного строения, м;

от веса тротуаров с консолями и перилами, кН:

$$N_{T_{II}} = \rho_T \cdot l_{II}, \quad (12)$$

где ρ_T – вес одного погонного метра двух тротуаров с консолями и перилами, $\rho_T = 4,9$ кН/м (0,5 тс/м);

l_{II} – полная длина пролетного строения, м.

Нормативное давление на опору от подвижного состава, расположенного на двух пролетах:

$$N_B = v \cdot A, \quad (13)$$

где v – интенсивность эквивалентной временной подвижной нагрузки, расположенной на двух пролетах, которую определяют по прил. 4 при длине загрузки $\lambda = 2 \cdot (l + 0,5c)$ и коэффициенте $\alpha = 0,5$;

A – площадь линии влияния реакции, м;

$$A = \frac{1}{l} \cdot (l + 0,5c)^2 \quad (14)$$

где l – расчетный пролет, м;

c – расстояние между осями опорных частей на опоре (см. рис. 3), м.

Расчетная вертикальная нагрузка на фундамент:

$$N = \sum \gamma_f \cdot N_{II} + \gamma_f \cdot N_B, \quad (15)$$

где γ_f – коэффициент надежности по нагрузке (прил. 5); N_{II} и N_B – нормативные усилия, соответственно, от постоянной и временной нагрузок.

Требуемое количество свай (оболочек) в опоре:

$$n_c = k_r \cdot k_H \cdot \frac{N}{F_d}, \quad (16)$$

где k_r – коэффициент учета влияния горизонтальных нагрузок,
 $k_r = 1,2 - 1,4$;

k_H – коэффициент надежности, принимаемый равным: при числе свай 21 и более – 1,4; от 11 до 20 – 1,55; от 6 до 10 – 1,65; до 5 – 1,75;

F_d – расчетная несущая способность одной сваи по грунту, определяемая по СНиП 2.02.03 – 85, для двух-трех величин (через 3 – 6 м) заглубления сваи, принимаемой, как правило, не меньше чем на 8 – 9 м погруженной в нижний слой грунта.

Несущая способность сваи по грунту должна быть близкой, но не превышать несущей способности сваи по условию прочности материала, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

**Ориентировочная несущая способность одной сваи (оболочки)
по условию прочности материала**

Сечение или диаметр сваи, м	0,35×0,35	0,40×0,40	d = 0,40	d = 0,50	d = 0,60	d = 0,80
Несущая способность, тс	80 – 100	100 – 120	100 – 120	120 – 150	150 – 200	200 – 300
Диаметр оболочки, м	1,0	1,2	1,6	2,0	3,0	5,0
Несущая способность, тс	300 – 400	400 – 500	600 – 800	1000 – 1200	1500 – 2000	4000 – 5000

Полученное число свай размещают на плане ростверка, размеры которого могут быть соответственно скорректированы. Наименьшие расстояния между осями вертикальных забивных свай равны трем диаметрам или толщинам свай. Наименьшие расстояния в свету между сваями-оболочками принимают 1 м. Наименьшее расстояние от края ростверка до грани сваи равно 0,25 м, а до грани сваи-оболочки – 0,1 м.

2.6. Вычерчивание вариантов мостов

Поперечный профиль реки в масштабе 1:200 вычерчивают с указанием линии дна после размыва, геологического строения и линии подошвы рельса (ПР). В пределах пойм при пучинных грунтах (глинистых, суглинистых, супесчаных, а также мелких или пылеватых песчаных) показывают также линии расчетной глубины промерзания. Глубину реки после размыва для всех точек перелома профиля вычисляют по формуле:

$$h = k_p \cdot h_B, \quad (17)$$

где k_p – коэффициент размыва русла;

h_B – глубина воды при УВВ, м.

Пролетные строения изображают в виде прямоугольников высотой, равной строительной высоте минус 0,2 м, и длиной, равной их полной длине. Между торцами пролетных строений показывают зазор 0,05 м.

В зависимости от высоты насыпи у концов моста и величины крайних пролетов подбирают по прил. 2 устои, которые изображают на чертеже. Откос конуса насыпи с уклоном 1:1,5 должен проходить ниже подферменной площадки устоя не менее чем на 0,6 м. Бровку насыпи располагают ниже подошвы рельса на 0,9 м.

На фасаде моста указывают длину моста (расстояние между задними гранями устоев), длины пролетных строений и величины зазоров между ними; возвышение низа конструкции пролетных строений над УВВ (не менее 0,75 м); отметки уровней воды и ледохода, подошвы рельса (ПР), бровки насыпи (БН), низа конструкции пролетного строения (НК), верха опоры (ВО), обреза и подошвы фундамента (ОФ и ПФ); номера опор, начиная с левого берега (рис. 4).

В масштабе 1:100 – 1:200 вычерчивают: поперечный разрез моста, на котором показывают сечение пролетного строения и вид на промежуточную опору; горизонтальное сечение тела опоры; план свай.

На поперечном разрезе указывают строительную высоту пролетного строения, расстояние между осями главных балок, внешними гранями наружных бортиков балластного корыта, ширину тротуаров, высоты частей опоры. На сечении тела опоры показывают его размеры, а на плане свай – расстояния между сваями и размеры ростверка. Над чертежом надписывают номер варианта и измеренное непосредственно по чертежу отверстие моста, которое не должно быть меньше

заданного и не более чем на 10 % отличаться от него в большую сторону.

Вариант № (отверстие, м)

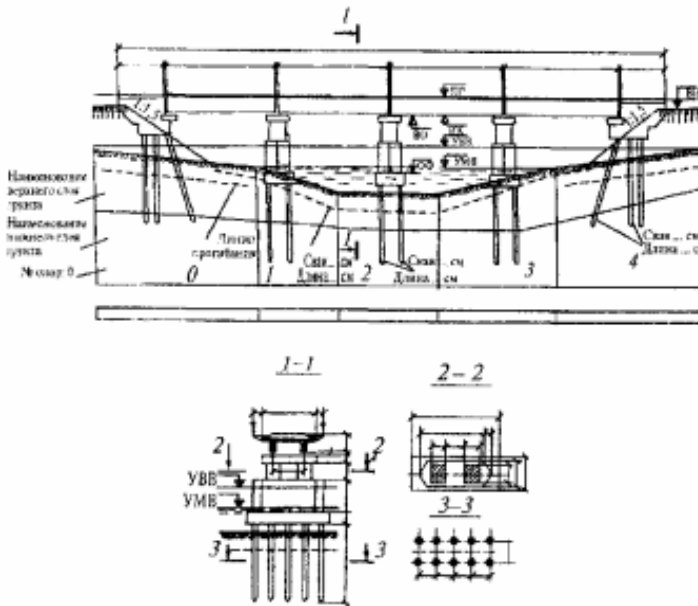


Рис. 4. Образец чертежа варианта моста

2.7. Определение объемов работ и стоимости моста

Объемы бетона и железобетона пролетных строений и устоев принимают по прил. 1 и 2. Объемы промежуточных опор и фундаментов определяют по запроектированным размерам. Номенклатуру и единичную стоимость работ принимают в соответствии с перечнем работ, приведенным в прил. 6 и составленным проектом. При определении объема работ по устройству шпунтового ограждения считают, что размеры ограждения в плане не менее чем на 1 м превышают размеры фундамента. Деревянный шпунт применяют при глубине воды, считая от меженного уровня, или при глубине котлована на пойме до 3 м. При большей глубине воды или котлована применяют металлический

шпунт. Глубину погружения шпунта в грунт ниже дна реки или котлована принимает 2 – 3 м. Возвышение шпунтового ограждения над УМВ – 1 м. Стоимость моста определяют по нижеприведенной форме (табл. 2). При этом части моста объединяются по группам однородных конструкций: 1 – устои 2 – промежуточные опоры, 3 – пролетные строения. В группах могут быть подгруппы, объединяющие конструкции одинаковых типоразмеров. Суммирование стоимости производится по группам конструкций и по мосту в целом.

Таблица 2

Объем работ и стоимость моста по варианту №...

Наименование работ	Объем работ		Стоимость, руб	
	Измеритель	Количество	единичная	общая
1. Устои 2 шт. Изготовление и забивка железобетонных свай 0,4×0,4×10,0×12×2 ...	м ³ ...	38,4 ...	140 ...	5376 ...
Стоимость устоев:				
2. Промежуточные опоры ... шт
Стоимость опор:				
3. Пролетные строения ... шт
Стоимость пролетных строений				

СТОИМОСТЬ МОСТА:

2.8. Проектирование последующих вариантов

Ориентировочным критерием, определяющим экономичность моста, является приблизительное равенство стоимостей промежуточной опоры и примыкающего к ней пролетного строения (без стоимости мостового полотна). Если для первого варианта окажется, что стоимость промежуточной опоры больше стоимости пролетного строения, то во втором варианте следует увеличить пролеты моста, т.е. умень-

шить число опор. В противном случае во втором варианте следует уменьшить пролеты моста. Если полная стоимость второго варианта моста с увеличенными (уменьшенными) по сравнению с первым вариантом пролетами оказалась больше стоимости первого, то для третьего варианта следует применять уменьшенные (увеличенные) по сравнению с первым пролеты. В противном случае следует для третьего варианта увеличить (уменьшить) пролеты по сравнению со вторым вариантом.

2.9. Техничко-экономическое сравнение вариантов моста

Показатели вариантов моста выписывают в табличной форме (табл. 3).

Коэффициент сборности моста равен частному от деления стоимости сборных конструкций в деле на полную стоимость моста. К полностью сборным конструкциям относятся железобетонные и металлические пролетные строения, сборные части промежуточных опор и сваи. Для массивного тела сборно-монолитных опор коэффициент сборности можно принять равным 0,5.

Основным экономическим показателем для оценки и выбора наилучшего варианта моста является его стоимость.

Важными технико-экономическими показателями считаются также расход бетона и железобетона на строительство моста, коэффициент сборности и другие данные, например, количество опор и свай моста, величина блоков и т.п., влияющие на трудоемкость и продолжительность строительства, а также на эксплуатационные качества моста.

Рекомендуемый вариант моста должен иметь минимальную стоимость, наименьшую трудоемкость и продолжительность постройки, а также наилучшие эксплуатационные качества.

2.10. Составление главы 2 пояснительной записки

В п. 2.1 «Вариант №1» и в п. 2.2 «Вариант №2» пояснительной записки для каждого варианта моста указывают количество и длину пролетных строений, например: $9,3 + 4 \times 13,5 + 9,3$, означающее, что мост имеет 6 пролетов, из которых крайние длиной 9,3 м, а четыре соседних – по 13,5 м. Приводят расчеты по определению величины и количества пролетов, а также длины и числа свай в промежуточной опоре. Указывают тип пролетных строений и опор. Подсчет объемов работ и стоимости вариантов моста сводят в таблицу.

Таблица 3

Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Количество по вариантам		
		№ 1	№ 2	№ 3
Стоимость моста: полная 1 погонный метр	руб руб			
Объем бетона и железобетона: сборного монолитного всего на 1 погонный метр	 м ³ м ³ м ³ м ³			
Масса металлоконструкций пролетных строений и опорных частей: полная на 1 погонный метр	 т т			
Коэффициент сборности моста				

В п. 2.3 «Технико-экономическое сравнение вариантов моста» приводят таблицу технико-экономических показателей и обоснование выбора наилучшего варианта моста.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Данные о типовых железобетонных пролетных строениях

Наименование пролетных строений, № типового проекта	Полная длина, м	Расчетный пролет, м	Строительная высота, м	Объем железобетона, м ³
Рибристые ненапряженные, инв. № 557	9,3	8,7	1,4	16,3
	11,5	10,8	1,55	21,3
	13,5	12,8	1,7	27,6
	16,5	15,8	1,9	36,9
Рибристые напряженные, инв. № 556	16,5	15,8	1,9	35,5
	18,7	18,0	2,05	42,4
	23,6	22,9	2,35	61,7
	27,6	26,9	2,75	80,1

Данные о типовых свайных устоях

Типовой проект	Полная длина пролетного строения, м	Размеры оголовка, см				Объем бетона оголовка, м ³		Высота насыпи Н=6 м, сечение свай 35×35		Высота насыпи Н=6 м, сечение свай 40×40		Высота насыпи Н=6 м, сечение свай d = 60 см	
		a	b	c	d	сборного	монолитного	количество свай, шт	длина свай, м	количество свай, шт	длина свай, м	количество свай, шт	длина свай, м
Инв. № 708 (рис. 24)	9,3	161	295	-	-	11,6	1	8	9	8	13	-	-
	11,5	176	320	-	-	12,4	1	8	9	8	13	-	-
Инв. № 828 (рис. 25)	16,5	197	375	240	293	11,9	49,5	-	-	12	12	9	16
	18,7	228	375	240	262	11,9	47,9	-	-	12	12	9	16
	23,6	270	530	290	320	15,7	53,2	-	-	12	12	9	16
	27,6	321	530	290	269	15,7	50,3	-	-	12	12	9	16

Данные о типовых опорных частях

Тип опорных частей	Размеры, см				Масса комплекта опорных частей, т	Полная длина пролетных строений, м
	высота $h_{оч}$	нижняя подушка		поперек моста $b_{оч}$		
		вдоль моста $a_{оч}$				
		неподвижная часть	подвижная часть			
тангенциальные	20	45	45	56	1,1	9,3 – 11,5
	22	45	45	56	1,2	13,5 – 16,5
секторные	38,4	42	48	90	2,0	18,7
	50,5	42	48	90	2,4	23,6 – 27,6

**Нормативная временная вертикальная (эквивалентная) нагрузка
СК от железнодорожного подвижного состава**

Длина загрузки λ , м	Интенсивность эквивалентной нагрузки v , кН/м (тс/м) пути при			
	К = 1		К = 1,4	
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$
1	49,03 (5,000)	49,03 (5,000)	686,5 (70,00)	686,5 (70,00)
1,5	39,15 (3,992)	34,25 (3,493)	548,1 (55,89)	479,5 (48,90)
2	30,55 (3,115)	26,73 (2,726)	427,7 (43,61)	374,2 (38,16)
3	24,16 (2,464)	21,14 (2,156)	338,3 (34,50)	296,0 (30,18)
4	21,69 (2,212)	18,99 (1,936)	303,7 (30,97)	265,8 (27,10)
5	20,37 (2,077)	17,82 (1,817)	285,2 (29,08)	249,5 (25,44)
6	19,50 (1,988)	17,06 (1,740)	272,9 (27,83)	238,8 (24,35)
7	18,84 (1,921)	16,48 (1,681)	263,7 (26,89)	230,7 (23,53)
8	18,32 (1,868)	16,02 (1,634)	256,4 (26,15)	224,4 (22,88)
9	17,87 (1,822)	15,63 (1,594)	250,2 (25,51)	218,9 (22,32)
10	17,47 (1,786)	15,28 (1,558)	244,5 (24,93)	214,0 (21,82)
12	16,78 (1,763)	14,68 (1,497)	234,9 (23,95)	205,5 (20,96)
14	16,19 (1,651)	14,16 (1,444)	226,6 (23,11)	198,3 (20,22)
16	15,66 (1,597)	13,71 (1,398)	219,3 (22,36)	191,8 (19,56)
18	15,19 (1,549)	13,30 (1,356)	212,7 (21,69)	186,0 (18,97)
20	14,76 (1,505)	12,92 (1,317)	206,6 (21,07)	180,8 (18,44)
25	13,85 (1,412)	12,12 (1,236)	193,9 (19,77)	169,7 (17,30)
30	13,10 (1,336)	11,46 (1,169)	183,4 (18,70)	160,5 (16,37)
35	12,50 (1,275)	10,94 (1,116)	175,0 (17,85)	153,2 (15,62)
40	12,01 (1,225)	10,51 (1,072)	168,2 (17,15)	147,2 (15,01)
45	11,61 (1,184)	10,16 (1,036)	162,6 (16,58)	142,2 (14,50)
50	11,29 (1,151)	9,875 (1,007)	158,0 (16,11)	138,3 (14,10)
60	10,80 (1,101)	9,807 (1,000)	151,1 (15,41)	137,3 (14,00)
70	10,47 (1,068)	9,807 (1,000)	146,6 (14,95)	137,3 (14,00)
80	10,26 (1,046)	9,807 (1,000)	143,6 (14,64)	137,3 (14,00)
90	10,10 (1,030)	9,807 (1,000)	141,4 (14,42)	137,3 (14,00)
100	10,00 (0,020)	9,807 (1,000)	140,0 (14,28)	137,3 (14,00)
110	9,944 (1,014)	9,807 (1,000)	139,3 (14,20)	137,3 (14,00)
120	9,895 (1,009)	9,807 (1,000)	138,6 (14,13)	137,3 (14,00)
130	9,865 (1,006)	9,807 (1,000)	138,1 (14,08)	137,3 (14,00)
140	9,846 (1,004)	9,807 (1,000)	137,9 (14,06)	137,3 (14,00)
150 и более	9,807 (1,000)	9,807 (1,000)	137,3 (14,00)	137,3 (14,00)

Примечания: 1. Коэффициент $\alpha = a/\lambda$, где a – проекция наименьшего расстояния от вершины до конца линии влияния.

2. Для промежуточных значений λ и α эквивалентная нагрузка вычисляется по интерполяции.

Коэффициенты надежности

Нагрузка или воздействие	Коэффициенты надежности γ_f		
а) Постоянные нагрузки			
Все нагрузки и воздействия, кроме указанных ниже в данной таблице	1,1 (0,9)		
Вес мостового полотна с ездой на балласте	1,3 (0,9)		
Горизонтальное давление грунта от веса насыпи на опоры мостов, включая устои	1,4 (0,7)		
б) Временная подвижная нагрузка СК	Длина загрузки λ , м		
Вертикальное воздействие	0	50	150 и более
Горизонтальное воздействие	1,30	1,15	1,10
	1,20	1,10	1,10
Давление грунта от подвижного состава на призме обрушения	1,20 независимо от длины загрузки		
в) Прочие нагрузки и воздействия			
Ветровые нагрузки	1,4		
Ледовая нагрузка	1,2		
Нагрузка от навала судов	1,2		

Примечания: 1. Значения γ_f , указанные в скобках, следует принимать в случаях, когда при невыгодном сочетании нагрузок увеличивается их суммарное воздействие на элементы конструкции.

2. Для промежуточных значений λ коэффициент надежности γ_f вычисляется по интерполяции.

Ориентировочная единичная стоимость мостостроительных работ

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, руб
1	2	3
Устройство фундаментов опор		
Устройство шпунтового ограждения: одиночного деревянного двойного деревянного с засыпкой металлического	м ² площади шпунта	20
		60
		50
Разработка грунта в котловане: без водоотлива с водоотливом	м ³ грунта	3
		4
Разработка скальных пород	--	100 – 2000
Отсыпка островка	--	4
Устройство тампонажного слоя бетона	м ³ бетона	40
Кладка фундамента в котловане: монолитная бетонная из бетонных блоков из железобетонных блоков	--	70
		110
		140
Изготовление и забивка свай (с земли / с воды): железобетонных длиной до 10 м железобетонных длиной свыше 10 до 20 м	м ³ свай	200/250
		220/260
Устройство буровых свай	--	200 – 600
Изготовление и виброуплотнение железобетонных оболочек с удалением грунта и заполнением бетоном: диаметром 1 м диаметром 2 м диаметром 3 м диаметром 5 м	м ³ оболочки	260
		200
		140
		100
		100

Окончание прил. 6

1	2	3
Разбуривание уширений в основании оболочек с выемкой грунта и заполнением бетоном	м ³	100 – 150
Устройство ограждений в виде деревянного ящика	м ³ ограждения	100
Устройство монолитного железобетонного ростверка	м ³ бетона	100
Сооружение опоры выше обреза фундамента		
Бетонная кладка:		
монолитная	м ³	80
сборно-монолитная	бетона	100
сборная		120
Изготовление и монтаж железобетонных колонн	--	200
Изготовление и монтаж железобетонных оголовков опор	--	230
Монолитная железобетонная кладка	--	150
Изготовление и монтаж железобетонных пролетных строений		
Установка на опоры балочных пролетных строений:		
ненапрягаемых	м ³	240
предварительно напряженных	железобетона	300
Изготовление и монтаж металлических пролетных строений		
Установка балок на опоры	т. стали	700
Сборка решетчатых пролетных строений на подмостях или на сборочных площадках краном	--	740
Навесная или полунавесная сборка решетчатых пролетных строений	--	800
Мостовое полотно		
Изготовление и монтаж железобетонной плиты в стальных строениях	м ³ железобетона	250
Устройство мостового полотна:		
на деревянных мостовых брусках		180
по железобетонной безбалластной плите (без ее стоимости)	пог. м	100
на балласте		90

Библиографический список

1. Тоннели и метрополитены: учебник для вузов. В.Г. Храпов, Е.А. Демешко и др. — М.: Транспорт, 1989.
2. Строительство тоннелей и метрополитенов: учебник для техникумов транспортного строительства под ред. Д.М. Голицынского — М.: Транспорт, 1989.
3. Справочник инженера-тоннельщика: под ред. В.Е. Меркина, С.Н. Власова, О. Н. Макарова — М.: Транспорт, 1993.
4. Строительство тоннелей и метрополитенов. Организация, планирование и управление: учебник для вузов. Н.Г. Туренский, А.П. Ледаев — М.: Транспорт, 1992.
5. СНиП 32-04-97. Тоннели железнодорожные и автодорожные.
6. «Метрополитены», Ю.С. Фролов, Д.М. Голицынский, А.П. Ледаев, М., «Желдориздат», 2001 г.
7. Проектирование деревянных и железобетонных мостов / Под ред. А.А. Петропавловского. — М.: Транспорт, 1978.

Оглавление

Цели и задачи курсовой работы.....	3
Требования к оформлению работы.....	3
Железобетонный мост под однопутную дорогу через несудоходную реку.....	4
1.Содержание курсовой работы.....	4
1.1. Исходные данные к курсовой работе.....	4
2. Структура пояснительной записки.....	4
2.1. Местные условия.....	5
2.2. Выбор типов пролетных строений и опор.....	5
2.3. Определение числа и величин пролетов моста.....	7
2.4. Составление эскиза промежуточной опоры.....	9
2.5. Определение числа и длины свай в фундаменте опоры.....	11
2.6. Вычерчивание вариантов мостов.....	15
2.7. Определение объемов работ и стоимости моста.....	16
2.8. Проектирование последующих вариантов.....	17
2.9. Техничко-экономическое сравнение вариантов моста.....	18
2.10. Составление главы 2 пояснительной записки.....	18
Приложения.....	20
Библиографический список.....	28

Учебное издание

Мосты на железных дорогах

Методические указания к выполнению курсовой работы
и практических заданий для студентов III курса специальности 271501 –
Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Составитель **Селицкая** Наталья Владимировна

Подписано в печать 16.12.14 Формат 60x84/16. Усл.печ.л. 3,0. Уч-изд.л. 3,2.
Тираж 30 экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46