



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автомобильные дороги»

Методические указания
к курсовой работе
по дисциплине
«Мосты, тоннели и специальные сооружения
на автомобильных дорогах»

**«Проектирование
автодорожных мостовых
сооружений»**

Авторы
Конорев А.С.,
Конорева О.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки «Автомобильные дороги» и «Автодорожные мосты и тоннели» и по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений».

Предназначены для обучающихся, изучающих дисциплины «Мосты, тоннели и специальные сооружения на автомобильных дорогах», «Проектирование автодорожных мостовых сооружений», «Мосты, транспортные тоннели и путепроводы».

Авторы

к.т.н., доц. кафедры
«Автомобильные дороги»

Конорев А.С.

к.т.н., доц. кафедры
«Автомобильные дороги»

Конорева О.В.



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Конструирование железобетонного моста	5
1 Основные понятия	5
2 Исходные данные	8
3. Определение требуемой длины моста и разбивка его на пролеты.....	12
4. Определение количества балок в пролетном строении моста (рис. 4.1).....	16
5. Определение длины ригеля опоры №2 (рис. 5.1)	18
6. Определение отметки низа пролётного строения в береговом пролете в точке А (рис. 6.1).	20
7. Определение отметок верха ригеля промежуточных опор и насадок устоев (рис. 6.2).....	21
8. Определение отметки ездового полотна в начале и конце моста	23
Литература	25

ВВЕДЕНИЕ

Мостовой переход является составной частью автомобильной дороги и представляет собой комплекс сооружений:

- 1) мост, перекрывающий во время паводка часть живого сечения реки;
- 2) подходы к мосту, состоящие из укрепленных земляных насыпей;
- 3) регуляционные и защитные сооружения, устраиваемые с целью изменения движения речного потока у перехода и защиты его от повреждения.

При проектировании мостового перехода необходимо, прежде всего, учитывать основное требование — наилучшее обслуживание перевозок по дороге.

Однако, мостовой переход представляет собой комплекс сложных и дорогостоящих сооружений, затраты на постройку которых существенно зависят от места расположения перехода на реке.

В связи с этим нередко оказывается необходимым, проводя дорогу через наиболее целесообразное место пересечения реки, отклонять трассу от наикратчайшего ее направления.

Потери на перевозках, неизбежные в этих случаях, компенсируются экономией в строительстве и содержании мостового перехода.

При выборе наилучшего места перехода необходимо учитывать весь комплекс характеристик того или иного участка реки, влияющих на стоимость строительства и эксплуатации сооружений.

К таким характеристикам относятся:

- геологические условия, определяющие тип и глубину заложения мостовых опор;
- топографические условия, определяющие объемы работ по устройству подходов к мосту;
- гидрологические условия, в частности ширина разлива и русла, изменчивость берегов русла, амплитуда изменения уровня и скорость течения воды, определяющие длину моста и объемы работ по регулированию реки и защите пойменных насыпей;
- ледовый режим, т. е. интенсивность ледохода, возможность образования ледяных заторов, навала на сооружения больших массивов льда, грозящих им повреждениями, особенно при прорыве заторов, и т. д.

Для решения перечисленных выше задач, возникающих при проектировании мостовых переходов, необходимо располагать обширными данными о режиме и местных условиях пересечения реки.

Поэтому периоду проектирования должен предшествовать период изысканий, т. е. сбора материалов о водном стоке, топографических, грунтовых и геологических условиях по всем вариантам перехода, о ходе природных изменений речного русла и др.

Полнота и тщательность изыскательских работ определяют качество проекта.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОСТА

1 Основные понятия

Термины приведены в соответствии с ГОСТ 26775

1 Внутренний водный путь (ВВП) –

– реки, озера, водохранилища и каналы, пригодные для судоходства и лесосплава.

2 Внутренний судоходный путь (судоходный путь) –

– внутренний водный путь, используемый для движения судов и других плавучих средств.

3 Класс внутреннего водного пути –

– характеристика участка внутреннего водного пути, устанавливаемая в зависимости от гарантированной и (или) средненавигационной глубин судового хода, а также расчетных параметров транспортного флота на расчетную перспективу.

4 Судоходство –

– плавание судов, плотов и других плавучих средств по внутренним водным путям с целью осуществления грузовых и пассажирских перевозок, а также других видов деятельности.

5 Судовой ход –

– пространство (подводное и надводное) на судоходном пути, предназначенное для судоходства и обозначаемое на местности или на карте.

6 Габариты судового хода –

– глубина, ширина, надводная высота и радиус закругления судового хода.

7 Гарантированные габариты судового хода (гарантированные габариты) –

– установленные на участке судоходного пути наименьшие габариты судового хода при расчетных судоходных уровнях воды.

8 Гарантированная глубина (ширина) судового хода –

– установленная на участке судоходного пути наименьшая глубина (ширина) судового хода при проектном уровне воды.

9 Средненавигационная глубина судового хода –

– средневзвешенная глубина судового хода на участке судоходного пути, используемая транспортным флотом в эксплуатационный период навигации.

10 Мостовой переход –

– комплекс инженерных сооружений, состоящий из моста, подходов к нему (эстакад, земляных насыпей или выемок), регуляционных и берегозащитных сооружений.

11 Судоходный пролет моста (судоходный пролет) –

– пролет моста, предназначенный для пропуска плавучих средств.

12 Судоходный разводной пролет (разводной пролет) –

– пролет моста с вертикальным подъемом, поворотом или раскрытием пролетного строения (всего или его части), предназначенный для пропуска плавучих средств.

13 Наплавной мост –

– мост на плавучих опорах (понтонках).

14 Подмостовой габарит судоходного пролета моста (подмостовой габарит)

– очертание габарита судового хода, перпендикулярное его оси, в подмостовом пространстве судоходного пролета моста.

Примечания

1 Подмостовой габарит определяется:

– общей высотой H , состоящей из высоты h над расчетным высоким судоходным уровнем воды (PCY), гарантированной глубины судового хода на перспективу d от проектного уровня воды (ПУ) и амплитуды колебаний уровней воды a между PCY и ПУ;

– шириной B .

2 В подмостовом габарите не должны находиться элементы моста и его оборудования, включая навигационные знаки.

15 Реконструируемый мост –

– мост, подлежащий переустройству с полной заменой пролетных строений и использованием (полным или частичным) существующих опор.

16 Ось судового хода –

– условная линия, проходящая в средней части судового хода.

17 Уровень воды –

– высота поверхности воды в водном объекте над условной горизонтальной плоскостью сравнения.

18 Расчетный высокий судоходный уровень воды (PCY) –

– судоходный уровень воды, определяемый расчетом, от которого отсчитывается высота подмостового габарита.

19 Проектный уровень воды (ПУ) –

– расчетный низкий судоходный уровень воды с заданной обеспеченностью.

20 Подпорный уровень воды –

– уровень воды, образующийся в водотоке или водохранилище в результате подпора.

21 Нормальный подпорный уровень воды (НПУ) –

– наивысший проектный подпорный уровень верхнего бьефа, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации гидротехнических сооружений.

22 Подпор –

– подъем уровня воды, возникающий вследствие преграждения или стеснения русла водотока или изменения условий стока подземных вод.

23 Расчетная перспектива (перспектива) –

– расчетный срок, определяемый прогнозированием развития водного транспорта, но не менее 25 лет.

Примечание – Начальным годом расчетного перспективного периода является год обращения проектно-конструкторских организаций, проектирующих мост, в органы, регулирующие судоходство.

24 Навигационный период (навигация) –

– интервал времени возможной по климатическим условиям или фактической работы флота на перевозках.

25 Эксплуатационный период навигации –

– интервал времени работы флота на перевозках.

26 Период физической навигации (физическая навигация) –

– интервал времени от начала очищения водного пути от льда до начала устойчивого ледообразования.

27 Река –

– водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное русло.

28 Водоохранилище –

– искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью хранения воды и регулирования стока.

29 Русло реки –

– выработанное речным потоком ложе, на которому осуществляется сток без затопления поймы.

30 Пойма –

– часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки.

31 Перекат –

– характерная для равнинных рек форма донного рельефа, сформированная отложениями наносов, обычно в виде широкой гряды, пересекающей русло под углом к общему направлению течения, вызывающая отклонение его от одного берега к другому.

32 Гидрологический пост –

– пункт на водном объекте, оборудованный устройствами и приборами для проведения систематических гидрологических наблюдений.

33 Опорный гидрологический пост –

– гидрологический пост, характерный для данного, участка водного пути, на котором устанавливают проектный уровень воды.

34 Половодье –

– фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников.

Примечание – Различают половодья весеннее, весенне-летнее и летнее.

35 Паводок –

– фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года. Характеризуется интенсивным, обычно кратковременным, увеличением расходов и подъемом уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

36 Навигационное оборудование внутреннего водного пути (навигационное оборудование) –

– навигационные знаки, устанавливаемые на судоходных путях для обеспечения безопасности судоходства.

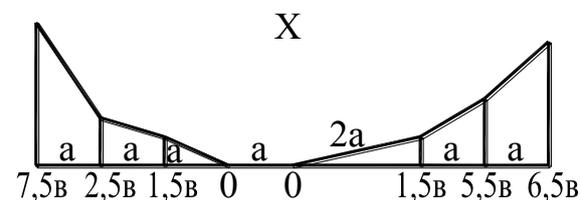
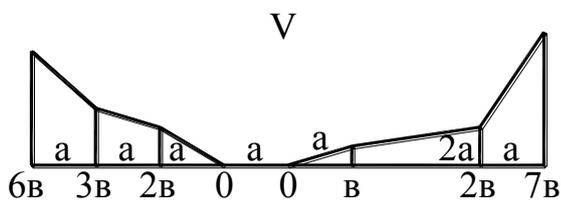
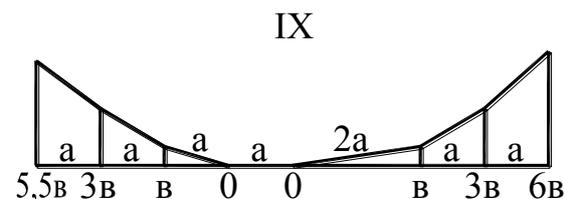
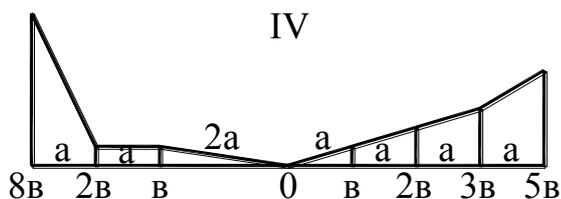
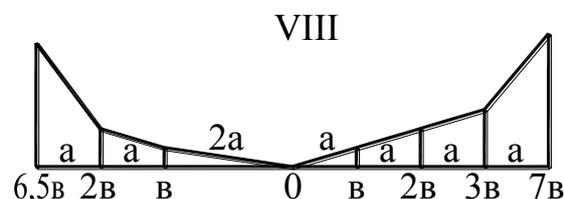
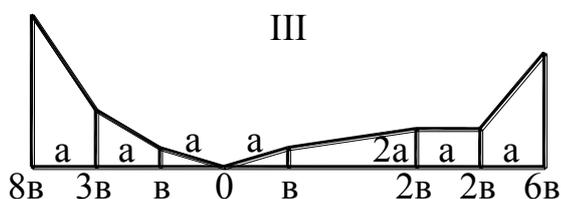
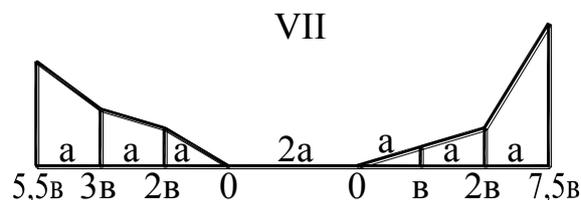
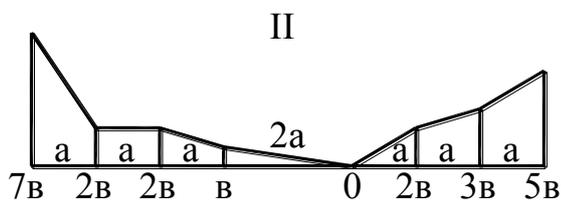
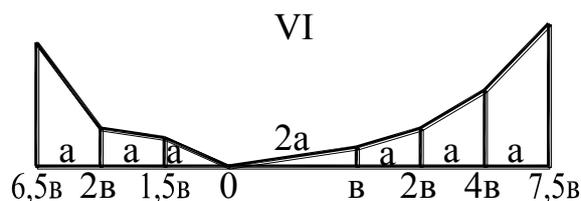
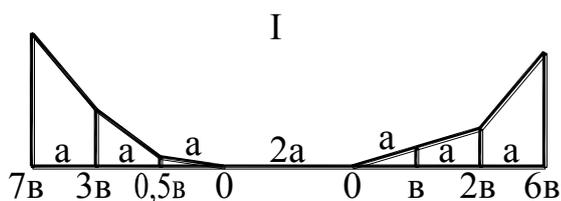
37 Береговая полоса отвода внутренних водных путей (полоса отвода) –

– прибрежная полоса отвода земли вдоль внутреннего водного пути, предоставленная в установленном порядке для работ, связанных с обеспечением судоходства.

38 Дноуглубительные работы –

– работы по углублению дна на судоходных путях для достижения заданных габаритов.

2 Исходные данные



Отметки уровней воды и ледохода:

– отметка уровня межених вод (УМВ) – $2в$, отметка уровня высоких вод (УВВ) – $6в$, отметка расчетного судоходного уровня (PCY) – $4,5в$, отметка уровня (самого) высокого ледохода (УВЛ) – $5в$.

Расчетная глубина промерзания грунта принимается – $1,2в$, глубина общего размыва – $0,5в$, глубина местного размыва – $1,2в$, толщина льда – $0,4в$.

Отверстие моста принимается – $5,5а$, временные нагрузки: А-14, НК-100 и толпа на тротуарах, продольный уклон моста в сторону более низкого берега – 1% .

Таблица 2.1. Исходные данные к курсовому проекту

Указывается в задании	№ продольного профиля	Геологические данные (слои горизонтальные)	Габарит и ширина тротуаров	Указывается в задании	Размеры продольного профиля, м		Указывается в задании	Число судоходных пролетов	Судоходный габарит, м		
					а	в			Ширина (В)	Высота по середине (Н)	Высота у опор (h)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	I	Суглинки до отметки -6, далее плотная глина	Г-11,5+2×1,5	0	21	1,2	0	2	30 и 20	3,5	1,5
1	II	Плывун до отметки -4, далее крупный песок	Г-8+2×1,5	1	20	1,1	1	1	30	3,5	1,5
2	III	Суглинки до отметки -4, далее известняк	Г-6,5+2×1,0	2	19	1,0	2	2	2×20	3,5	1,0
3	IV	Супеси до отметки -5, далее глина с гравием	Г-10+2×1,5	3	18	0,9	3	2	20 и 10	3,5	1,0
4	V	Глина серая до отметки -6, далее конгломерат	Г-11,5+2×2,25	4	17	0,8	4	2	2×15	3,5	1,0
5	VI	Супеси до отметки -3, далее плотная глина	Г-6,5+2×1,5	5	16	1,0	5	2	10 и 20	3,5	1,0
6	VII	Лесс до отметки -5, далее плотная глина	Г-8+2×2,25	6	15	1,0	6	2	2×20	3,5	1,0
7	VIII	Мелкий песок до отметки -6, далее крупный песок	Г-10+2×1,0	7	14	1,1	7	1	30	3,5	1,0
8	IX	Плывун до отметки -2, далее плотная глина	Г-8+2×1,0	8	13	1,0	8	2	30 и 10	3,5	1,0
9	X	Мелкий песок до отметки -3, далее гравий	Г-6,5+2×0,75	9	12	1,2	9	2	15 и 10	3,5	1,0

2.1 Продольный профиль мостового перехода (рис. 2.1.)

Пример:

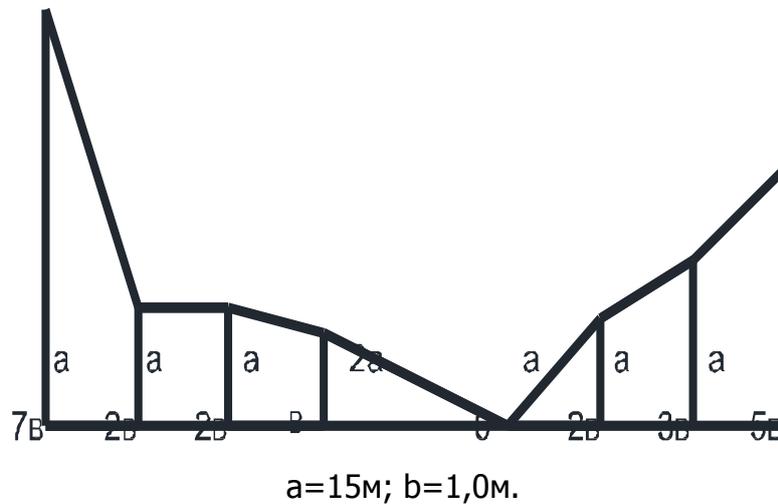


Рис. 2.1. Принятый продольный профиль мостового перехода

2.2 Габарит проезда по мосту и ширина тротуаров

Габаритом моста называется расстояние между ограждениями, лимитирующими ширину проезжей части пролётного строения. Ограждения могут быть металлическими (стальной профиль), бетонными (бордюр бетонный), каменными (бордюр гранитный), деревянными (колесоотбойный брус)

Пример:

$\Gamma-8+2\times 1,5.$

2.3 Геологические условия

Плывун до отметки -4 , далее крупный песок.

2.4 Судоходные габариты под мостом

Выбирается в соответствии с заданием (рис. 2.2.).

Пример:

$2\times 15(\text{м}).$

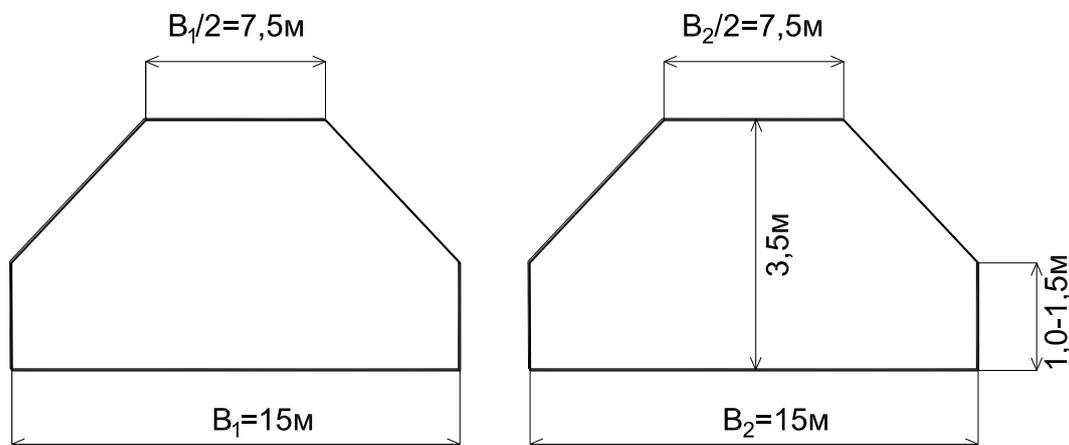


Рис. 2.2. Схема судоходных габаритов под мостом

2.5 Отметки уровней воды и ледохода.

Отметки уровней воды и ледохода определяются в соответствии с исходными данными к курсовому проекту

2.5.1 Отметки уровня высокой воды.

$$\nabla_{УВВ}=6 \cdot b$$

Пример:

$$\nabla_{УВВ}=6 \cdot 1,0=6,0\text{м.}$$

2.5.2 Отметка уровня межених вод.

$$\nabla_{УМВ}=2 \cdot b$$

Пример:

$$\nabla_{УМВ}=2 \cdot 1,0=2,0\text{м.}$$

2.5.3 Отметка уровня высокого ледохода.

$$\nabla_{УВЛ}=5 \cdot b$$

Пример:

$$\nabla_{УВЛ}=5 \cdot 1,0=5,0\text{м.}$$

2.5.4 Отметка расчетного судоходного уровня.

$$\nabla_{РСУ}=4,5 \cdot b$$

Пример:

$$\nabla_{РСУ}=4,5 \cdot 1,0=4,5\text{м.}$$

2.6 Другие данные.

Другие данные определяются в соответствии с исходными данными к курсовому проекту

2.6.1 Глубина промерзания грунта.

$$h_{пр}=1,2 \cdot b$$

Пример:

$$h_{пр}=1,2 \cdot 1,0=1,2\text{м.}$$

2.6.2 Глубина общего размыва дна реки.

$$h_{ор}=0,5 \cdot b$$

Пример:

$$h_{ор}=0,5 \cdot 1,0=0,5\text{м.}$$

2.6.3 Глубина местного размыва.

$$h_{мр}=1,2 \cdot b$$

Пример:

$$h_{мр}=1,2 \cdot 1,0=1,2\text{м.}$$

2.6.4 Толщина льда.

$$h_{л}=0,4 \cdot b$$

Пример:

$$h_{л}=0,4 \cdot 1,0=0,4\text{м.}$$

2.6.5 Продольный уклон моста в сторону более низкого берега.

$$i=0,01.$$

2.6.6 Отверстие моста.

$$L_o=5,5 \cdot a$$

Пример

$$L_o=5,5 \cdot 15=82,5\text{м.}$$

3. Определение требуемой длины моста и разбивка его на пролеты

Длина моста зависит от высотного положения пролетного строения и ширины отверстия моста.

3.1 Определение отметки низа конструкции моста в коренном русле

Как правило, при проектировании мостовых сооружений используют типовые конструкции пролётных строений с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой. Основные размеры пролётных строений для удобства их заводского изготовления назначают с учётом модульности и унификации. Расчетные пролёты, или полную длину пролётных строений (балок), принимают равными 12, 15, 18, 21, 24, 33 и 42 м, а при больших пролётах – кратными 21 м.

В качестве конструктивных элементов в пролётных строениях применяют пустотелые плиты длиной 6, 9, 12, 15 и 18 м, тавровые балки (Т-образное поперечное сечение) с каркасной (ненапрягаемой) арматурой длиной 12, 15 и 18 м, ребристые предварительно напряжённые балки длиной 12, 15, 18, 21, 24, 33, 42 м., коробчатые балки длиной пролёта 42, 63, 84, 105 и 126 м.

В курсовом проекте для перекрытия судоходных пролетов принимаем балки с предварительно напряженной железобетонной арматурой (табл. 3.1)

Для перекрытия пойменных пролетов принимаем бездиафрагменные цельноперевозимые балки с каркасной ненапрягаемой арматурой (табл. 3.2).

Таблица 3.1. Линейные размеры балок с напрягаемой проволочной арматурой

Полная длина балки l_n , м	Высота балки h_b , м	Номер серии и инвентарный номер
12	0,9	3503-12, инв. № 384/47
15	1,20	3503-12, инв. № 384/47
18	1,20	3503-12, инв. № 384/47
21	1,20	32174-м
24	1,23	42009-м (дополнение 4 к серии 3503.1-81, вып. 5-5)
28	1,23	32284-м, выпуск 1
33	1,53	32294-м, выпуск 6

Таблица 3.2. Линейные размеры балок с каркасной ненапрягаемой арматурой

Полная длина балки l_n , м	Высота балки h_b , м	Номер серии и инвентарный номер
12	0,9	32195-м (дополнение к 1 серии 3503.1-73)
15	0,9	32195-м (дополнение к 1 серии 3503.1-73)
18	1,05	32195-м (дополнение к 1 серии 3503.1-73)

Пример:

Ширина по низу подмостового судоходного габарита основного пролета $B_1=15$ м, смежного $B_2=15$ м. Для перекрытия судоходных пролетов применяем две балки из предварительно напряженного железобетона длиной: $L_n=18$ м и $h_b=1,2$ м (типовой проект серии 3503-12, инв. №384/47). Оставшуюся длину моста перекрываем балками с каркасной ненапрягаемой арматурой по типовому проекту серии 32195-м, дополнение к вып. 1 серии 3503.1-73, изд.1995г.

3.1.1 Определение отметки низа пролетного строения из условия пропуска высокой воды, ледохода и обеспечения судоходства в точке А.

Учитывая, что мост имеет общий продольный уклон равный 10 ‰ в сторону правого берега, определяем положение низа пролетного строения в точке А в правом судоходном габарите (рис. 3.1).

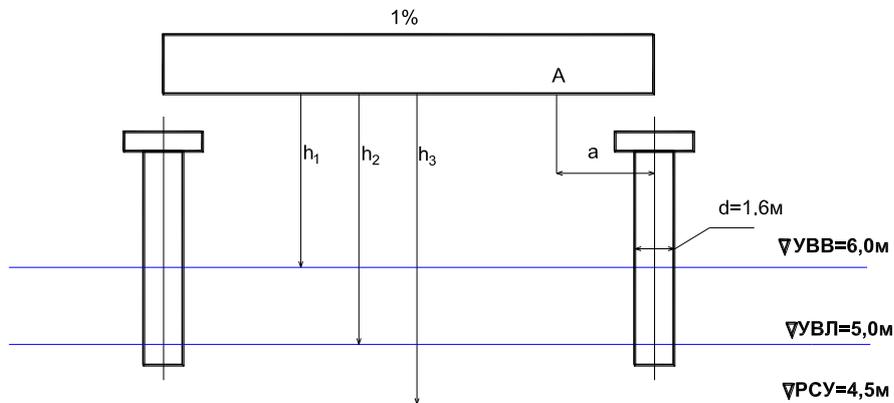


Рис. 3.1. Схема к определению отметки низа пролетного строения из условия пропуска высокой воды, ледохода и обеспечения судоходства.

$$a = \frac{1}{4} \cdot B_2 + 0,5d$$

Пример:

$$a = \frac{1}{4} \cdot 15 + 0,5 \cdot 1,6 = 5,3 \text{ м}$$

a – расстояние от точки А до оси опоры;

$B_2=15\text{ м}$ – ширина судоходного пролета;

d – диаметр столба, $d=1,6$ м

3.1.1.1 Из условия пропуска высокой воды.

Возвышение низа конструкции пролётных строений над УВВ принимается не менее 0,5 м, а при наличии карчехода не менее 1,0 м.

$$\nabla НК_A = \nabla УВВ + h_1$$

Пример:

$$\nabla НК_A = 6,0 + 0,5 = 6,5 \text{ м}$$

$h_1=0,5\text{ м}$ – возвышение низа пролетного строения над уровнем высокой воды.

3.1.1.2 Из условия пропуска высокого ледохода.

Возвышение низа пролётных строений над уровнем высокого ледохода принимают не менее 0,75 м.

$$\nabla НК_A = \nabla УВЛ + h_2$$

Пример:

$$\nabla НК_A = 5,0 + 0,75 = 5,75 \text{ м}$$

$h_2=0,75\text{ м}$ – возвышение низа пролетного строения над уровнем высокого ледохода.

3.1.1.3 Из условия обеспечения судоходства.

$$\nabla НК_A = \nabla РСУ + h_3$$

h_3 – возвышение низа пролетного строения над расчетным судоходным уровнем.

Пример:

$$\nabla НК_A = 4,5 + 3,5 = 8,0 \text{ м.}$$

$$h_3 = 3,5 \text{ м}$$

Из полученных трех значений отметки низа пролетного строения принимаем наибольшее:

$$\nabla НК_A = 8,0 \text{ м} - \text{из условия обеспечения пропуска судоходства.}$$

3.1.2 Определение отметки верха пролетного строения в коренном русле в точке А (рис. 3.2).

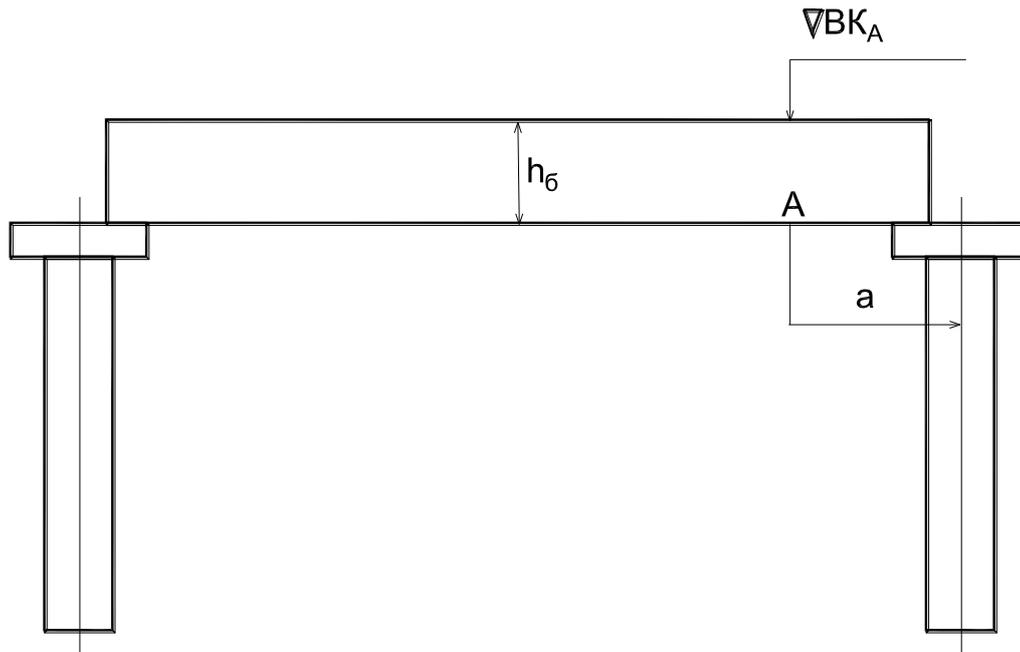


Рис 3.2. Схема к определению отметки верха пролетного строения.

$$\nabla ВК_A = НК_A + h_{б18}$$

Пример:

$$\nabla ВК_A = 8,0 + 1,2 = 9,2 \text{ м.}$$

3.2 Определение требуемой длины моста (рис. 3.3)

По заданию мост без струнаправяющих дамб. При определении требуемой длины моста необходимо учесть длину железобетонных крыльев устоя «х», которая зависит от длины береговых пролетов.

Так, в соответствии с типовым проектом на устои инв. № 791/6:

для пролетов $l_n = 12 \div 15$ м длина крыльев устоя $x = 2,39$ м;

для пролетов $l_n = 18 \div 24$ м – $x = 2,79$ м;

для пролетов $l_n = 33$ м – $x = 3,59$ м;

Считаем, что береговой пролет имеет длину $l_n = 18$ м, тогда принимаем длину от-крылка $x = 2,79$ м.

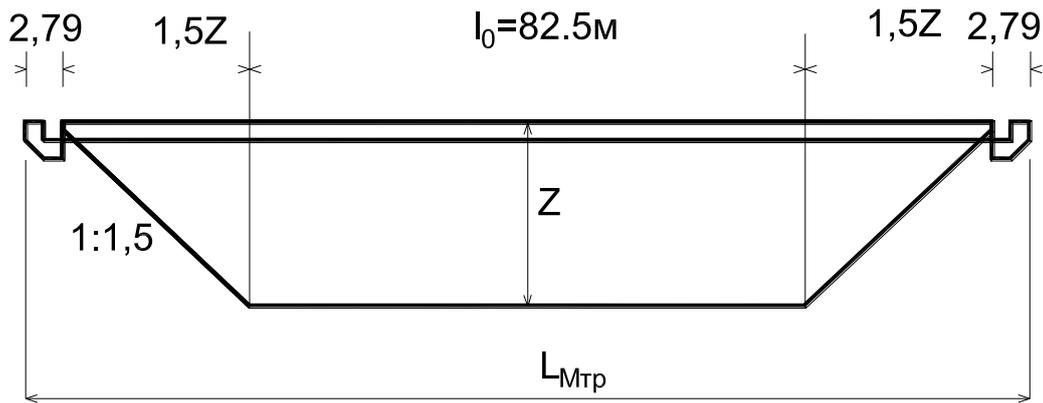


Рис 3.3 Схема к определению требуемой длины моста

Определение возвышения верха балки над уровнем высокой воды.

$$Z = \nabla BK_A - \nabla YBB$$

Пример:

$$Z = 9,2 - 6,0 = 3,2 \text{ м.}$$

$$L_{МТр} = l_0 + 3 \cdot Z + 2 \cdot x$$

Пример:

$$L_{МТр} = 82,5 + 3 \cdot 3,2 + 2 \cdot 2,79 = 97,68 \text{ м.}$$

x – длина открылков зависит от длины береговых пролетов, при $L_n = 18$ м принимаем $x = 2,79$ м.

3.3 Разбивка моста на пролеты

Разбивка пролётной схемы сводится к размещению опор по длине продольного профиля, т. е. к определению местоположения осей опор с учетом зазора 5 см между торцами балок соседних пролётов.

В качестве конструктивных элементов в пролётных строениях применяют пустотелые плиты длиной 6, 9, 12, 15 и 18 м, тавровые балки (Т-образное поперечное сечение) с каркасной (ненапрягаемой) арматурой длиной 12, 15 и 18 м, ребристые предварительно напряжённые балки длиной 12, 15, 18, 21, 24, 33, 42 м, коробчатые балки длиной пролёта 42, 63, 84, 105 и 126 м.

Судоходный габарит перекрыт балками 2*18(м)(рис. 3.4).

Учитывая, что в коренном русле перекрыты два судоходных пролета балками с полными длинами $l_{n1} = 18$ м и $l_{n2} = 18$ м, оставшаяся длина моста, которую необходимо перекрыть и разбить на пролеты, будет равна:

$$L_{м,ост.} = L_m^{мп} - 2x - l_{n1} - l_{n2}$$

Оставшуюся длину моста перекрываем тремя пролетами по 18 м (балками с каркасной ненапрягаемой арматурой по типовому проекту серии 32195-м, дополнение к вып. 1 серии 3503.1-73, изд.1995г.)

Принятая длина моста равна:

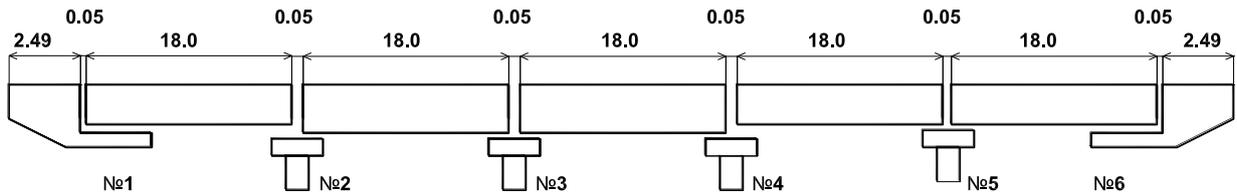


Рис. 3.4. Схема к определению принятых длин моста.

$$L_{Мпр} - L_{Мтр} = 95,88 - 97,68 = -1,8\text{ м} (-2\%).$$

Примечание: принятая длина моста не должна быть больше 5% или меньше 3% от требуемой.

4. Определение количества балок в пролетном строении моста (рис. 4.1).

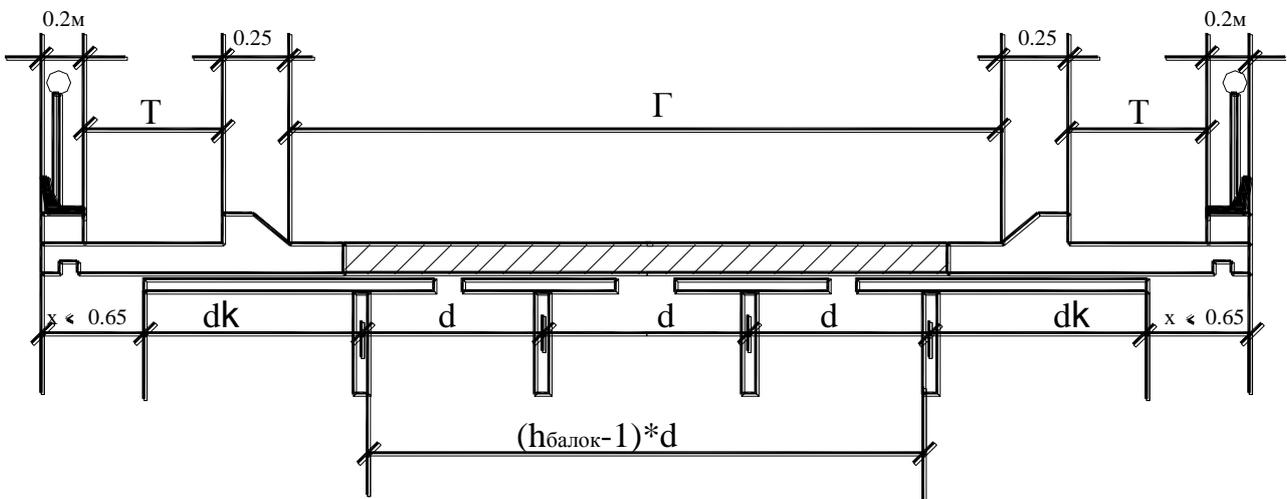


Рис 4.1. Схема к определению количества балочных пролетных строений моста.

Количество балок определяем из уравнения:

$$\Gamma + 2T + 2 * 0,25 + 2 * 0,2 = (n_б - 1) * d + 2d_k + 2 * 0,65\text{ м}$$

$$n_б = \frac{\Gamma + 2T + 2 * 0,25\text{ м} + 2 * 0,2\text{ м} - 2 * 0,65\text{ м} - 2d_k}{d} + 1 = \text{шт}$$

где $n_б$ – количество балок в пролетном строении моста;

Γ – габарит моста, м;

T – ширина тротуаров, м;

d_k – ширина консоли крайней балки (0,85-для балок с каркасной арматурой, 1,04-для балок с преднапряженной арматурой);

d – расстояние между осями балок(1,66-для балок с каркасной арматурой, 2,5-для балок с преднапряженной арматурой).

4.1 Определение количества балок с каркасной ненапрягаемой арматурой по типовому альбому 710/5.

Γ -габариты моста;

$T=1,5$ -ширина тротуаров;

$$n_6 = \frac{8 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot 0,85 - 2 \cdot 0,65}{1,66} + 1 = 6,36 \approx 7$$

Принимаем 7 балок с каркасной арматурой в пролётном строении моста.

4.2 Количество балок с арматурой с предварительным напряжением в пролётном строении по типовому альбому №384/46.

$$n_6 = \frac{8 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot 1,04 - 2 \cdot 0,65}{2,5} + 1 = 4,408 \approx 5$$

Принимаем 5 балок с предварительно напряжённой арматурой в пролётном строении моста.

4.3 Проверка величины свисания тротуарного блока над крайней балкой с каркасной арматурой.

Необходимо выполнение условия, $x \leq 0,65$ м.

$$X = \frac{\Gamma + 2T + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot d_k - (n_6 - 1) \cdot d}{2};$$

Пример:

$$\Gamma = 8;$$

$$T = 1,5;$$

$$n_6 = 7;$$

$$d = 1,66 \text{ м};$$

$$d_k = 0,85 \text{ м}.$$

$$X = \frac{8 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot 0,85 - (7 - 1) \cdot 1,66}{2} = 0,12;$$

$X = 0,12$, что меньше $0,65$ м, следовательно условие выполняется.

4.4 Свисание тротуарного блока над крайней балкой с предварительно напряжённой арматурой.

$$X = \frac{\Gamma + 2T + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot d_k - (n_6 - 1) \cdot d}{2};$$

Пример:

$$\Gamma = 8;$$

$$T = 1,5;$$

$$n_6 = 5;$$

$$d = 2,5 \text{ м};$$

$$d_k = 1,04 \text{ м}.$$

$$X = \frac{8 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 - 2 \cdot 1,04 - (5 - 1) \cdot 2,5}{2} = -0,09;$$

$X = -0,09$, что меньше $0,65$ м, следовательно, условие выполняется.

5. Определение длины ригеля опоры №2 (рис. 5.1)

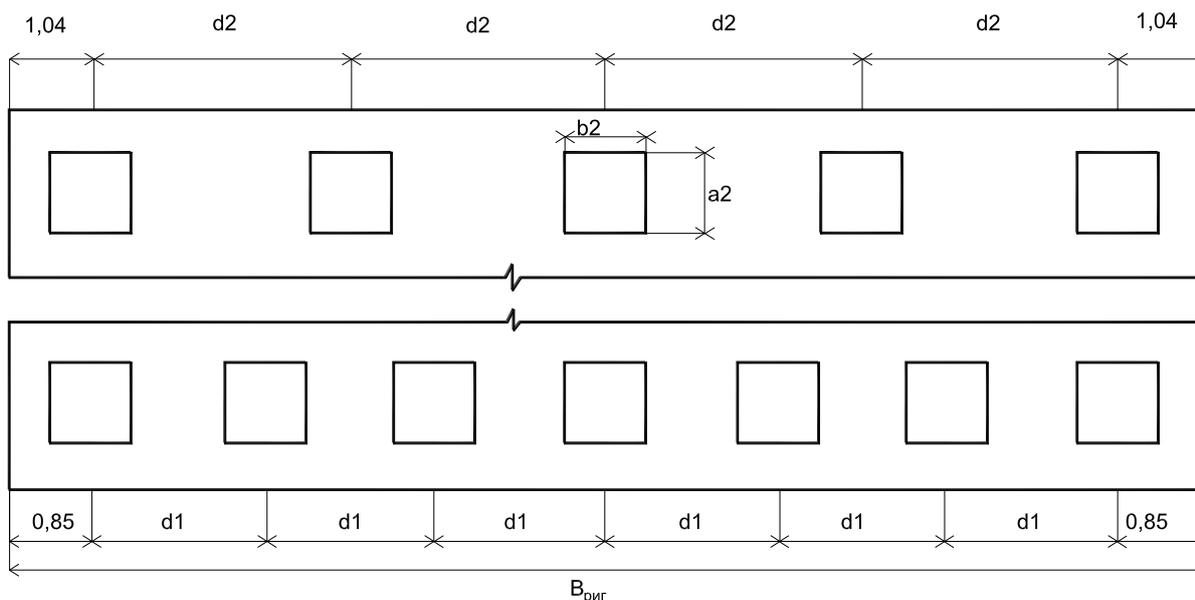


Рис. 5.1. Схема к определению длины ригеля.

где $d_1=1,66$ м – расстояние между осями балок с каркасной ненапрягаемой арматурой.

$d_2=2,5$ м – расстояние между осями балок с предварительно напряженной арматурой.

Размеры ригеля B' по фасаду моста (рис. 5.2) определяется из следующих предпосылок:

1. Подферменник в соответствии со СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы» должен выступать от вертикальной грани РОЧ не менее чем на 15 см.

2. Расстояние между торцами балок $\delta=0,05$ м.

3. c_1 – расстояние от торцов железобетонных балок до оси опорной части принимается равным:

$c_1=0,3$ м для балок при $l_n=12\div 33$ м

$c_1=0,4$ м для балок при $l_n=42$ м

4. Ширина опорной части РОЧ по фасаду $K=20$ см для балок с каркасной арматурой; $K=30$ см для балок напрягаемой арматурой.

5. m – расстояние от грани подферменника до грани ригеля (оголовка) опоры по фасаду моста $m \geq 15$ см при $l_n=15\div 30$ м; $m \geq 25$ см при $l_n > 30$ м и до $l_n = 100$ м; $m \geq 35$ см при $l_n > 100$ м. В курсовом проекте можно принять $m=80$ см.

Ширина $B'_{риг}$ по фасаду моста определяется:

$$B'_{риг} = c_1 + c_2 + \delta + k + 2 * 15\text{см} + 2m$$

где «к» и «m» - см. выше.

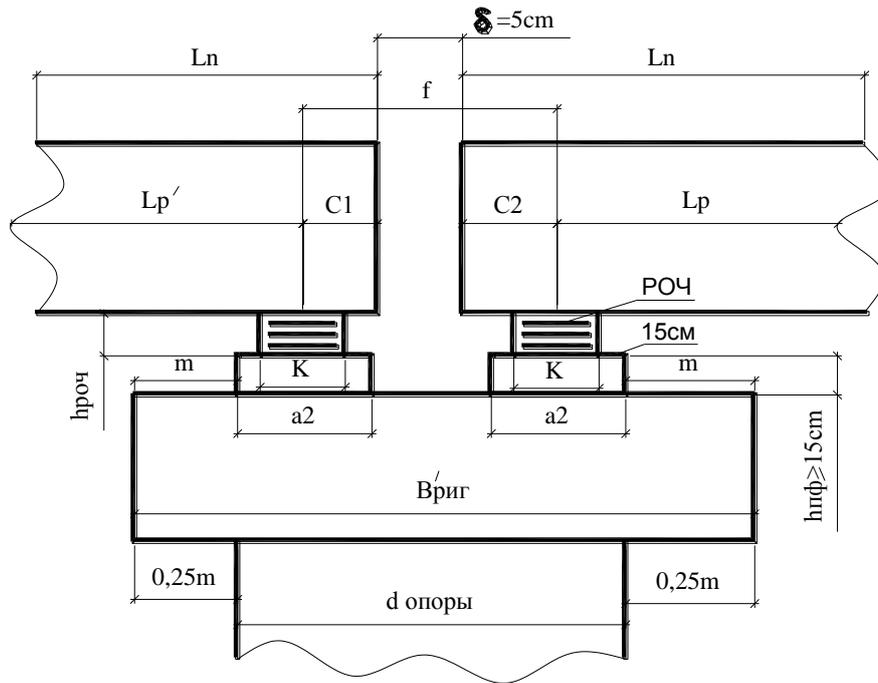


Рис. 5.2. Схема к определению размеров ригеля $B'_{риг}$ по фасаду моста

Ширина $B'_{риг}$ должна быть не менее $d_{опоры} + 0,5$ м. $d_{опоры} = 1,6$ м – при столбчатых опор.

Расстояние между осями подферменников по фасаду моста $f = c_1 + c_2 + \delta$ (см. рис. 5.2).

В курсовом проекте размеры подферменников в плане принимаем равными $a_2 = b_2 = 0,8$ м.

5.1. Определение длины ригеля из условия установки 7 балок из каркасной арматуры по типовому альбому №710/5.

Расстояние между осями балок $d_1 = 1,66$ м;

$$B_{риг} = (n_b - 1) * d_1 + 2 * d_k$$

Пример:

$$B_{риг} = (7 - 1) * 1,66 + 1,7 = 11,66 \text{ м.}$$

5.2. Определение длины ригеля из условия установки 5 балок с предварительно напряжённой арматурой по типовому альбому №384/46.

Расстояние между осями балок $d_1 = 2,5$ м;

$$B_{риг} = (n_b - 1) * d_2 + 2 * d_k$$

Пример:

$$B_{риг} = (5 - 1) * 2,5 + 2,08 = 12,08 \text{ м.}$$

Принимаем длину ригеля $B_{риг} = 12,08$ м.

5.3 Схема размещения подферменников в плане на ригеле опоры №2 на которую опираются балки из обычного железобетона (рис. 5.3).

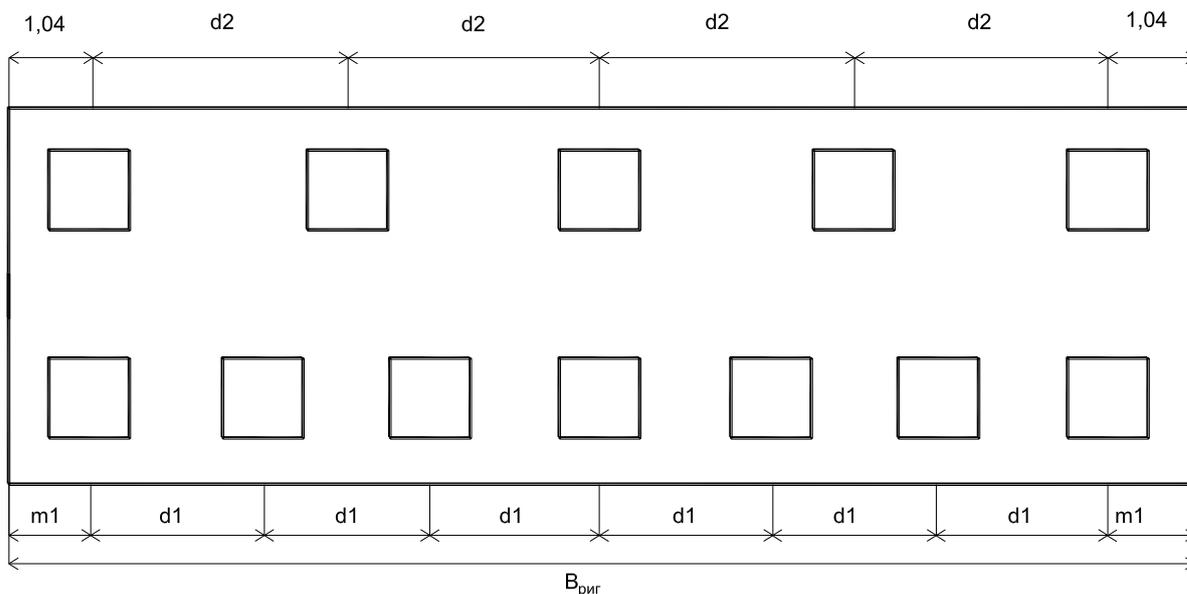


Рис 5.3.Схема расположения подферменников на балке.

$$m_1 = \frac{B_{риг} - (nб - 1) * 1,66}{2} = \frac{12,08 - 6 * 1,66}{2} = 1,06.$$

6. Определение отметки низа пролётного строения в береговом пролете в точке А (рис. 6.1).

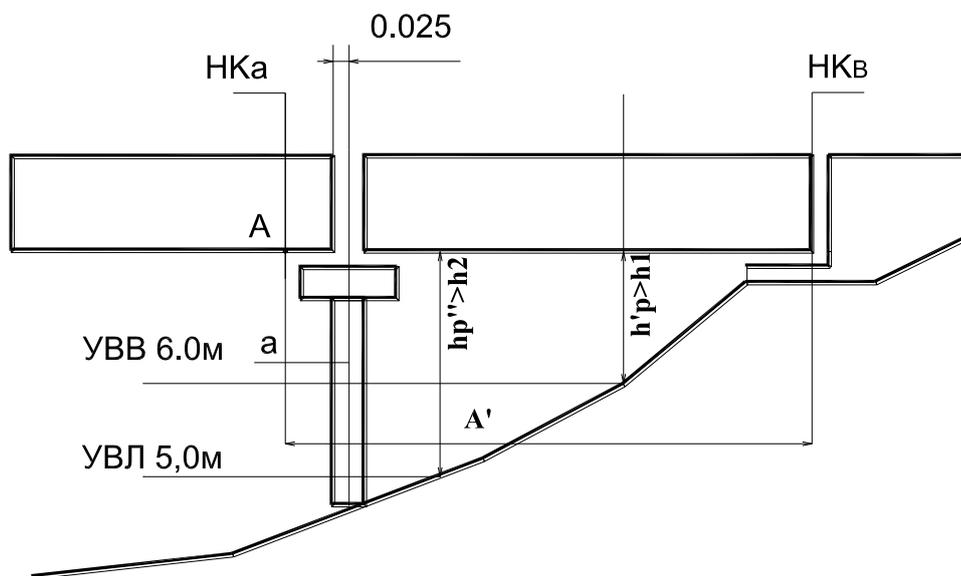


Рис.6.1. Схема к определению отметки низа пролётного строения в береговом пролете и проверки условия пропускa высокой воды и высокого ледохода.

$$А' = a + 0,025 + 18 \cdot 2 + 0,05$$

Пример:

$$А' = 5,3 + 0,025 + 18 \cdot 2 + 0,05 = 41,375м.$$

$$\nabla HK_B = \nabla BK_A - A' \cdot i - h_{б18}$$

Пример:

$$\nabla HK_B = 9,2 - 41,375 \cdot 0,01 - 1,05 = 7,74 \text{ м.}$$

6.1. Проверка обеспечения пропуска высокой воды в правом береговом пролете.

$$h'_p = \nabla HK_B - \nabla УВВ$$

Пример:

$$h'_p = 7,74 - 6,0 = 1,74 \text{ м.}$$

$h'_p > h_1$, $h_1 = 0,5 \text{ м}$ (СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»).

$1,74 > 0,5$ - условие выполняется.

6.1.2. Проверка обеспечения пропуска высокого ледохода в правом береговом пролете.

$$h_p'' = \nabla HK_B - \nabla УВЛ$$

Пример:

$$h_p'' = 7,74 - 5,0 = 2,74 \text{ м.}$$

$h_p'' > h_2$, $h_2 = 0,75$ (СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»).

$2,74 > 0,75$ - условие выполняется.

7. Определение отметок верха ригеля промежуточных опор и насадок устоев (рис. 6.2).

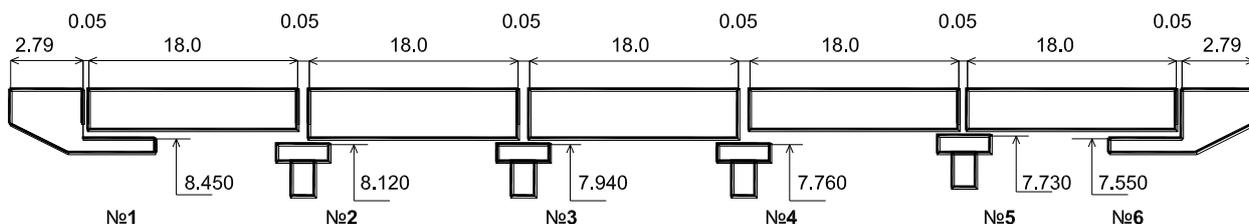


Рис.7.2. Схема определения отметок верха ригелей промежуточных опор и верха насадок устоев.

При определении отметок верха ригелей промежуточных опор и насадок устоев принимаем минимальную высоту подферменников крайних балок $h_{пф} = 15 \text{ см}$, а высоту резиновых опорных частей РОЧ для железобетонных балок по таблице 7.1. Обозначим высоту балки $h_б$ длиной 18 м как $h_{б,18}$; аналогично, высоты балок $h_{б,12}$; $h_{б,33}$; $h_{б,24}$ и т.п. (табл 7.1).

Таблица 7.1. Высота резино-опорной части.

Полная длина балки l_n , м	Высота резиновой опорной части (РОЧ), м
12 м	$h_{оч,12} = 0,033 \text{ м}$
15 м	$h_{оч,15} = 0,033 \text{ м}$
18 м	$h_{оч,18} = 0,033 \text{ м}$
21 м	$h_{оч,21} = 0,047 \text{ м}$
24 м	$h_{оч,24} = 0,047 \text{ м}$
33 м	$h_{оч,33} = 0,047 \text{ м}$
42 м	$h_{оч,42} = 0,061 \text{ м}$

Пример:

Определяем вначале отметку верха ригеля промежуточной опоры № 4, на которую опираются балки длиной $l_7=18$ м с предварительно напряженной арматурой и балки длиной $l_7=18$ м с каркасной ненапрягаемой арматурой.

7.1. Отметка верха ригеля опоры №4.

$$BP_4 = HK_a - i * a - h_{роч} - h_{лф}$$

Пример:

$$BP_4 = 8 - 0,01 * 5,3 - 0,033 - 0,15 = 7,76 \text{ м.}$$

7.2. Отметка верха ригеля опоры №3.

$$BP_3 = BP_4 + l_6 * i$$

Пример:

$$BP_3 = 7,76 + 18 * 0,01 = 7,94 \text{ м.}$$

7.3. Отметка верха ригеля опоры №2.

$$BP_2 = BP_3 + l_6 * i$$

Пример:

$$BP_2 = 7,94 + 18 * 0,01 = 8,12 \text{ м.}$$

7.4. Отметка верха ригеля опоры №1.

$$BP_1 = BP_2 + h_{лф} + h_{роч} + l_6 * i - h_{роч} - h_{лф}$$

Пример:

$$BP_1 = 8,12 + 0,3 + 0,033 + 18 * 0,01 - 0,15 - 0,033 = 8,45 \text{ м.}$$

7.5. Отметка верха ригеля опоры №5.

$$BP_5 = BP_4 + h_{лф} + h_{роч} - l_6 * i - h_{роч} - h_{лф}$$

Пример:

$$BP_5 = 7,76 + 0,3 + 0,033 - 18 * 0,01 - 0,15 - 0,033 = 7,73 \text{ м.}$$

7.6. Отметка верха ригеля опоры №6.

$$BP_6 = BP_5 - l_6 * i = 7,73 - 18 * 0,01 = 7,55 \text{ м.}$$

Пример:

$$BP_6 = 7,73 - 18 * 0,01 = 7,55 \text{ м.}$$

8. Определение отметки ездового полотна в начале и конце моста

8.1 Определение отметки ездового полотна в точке А по оси моста (рис. 8.1.).

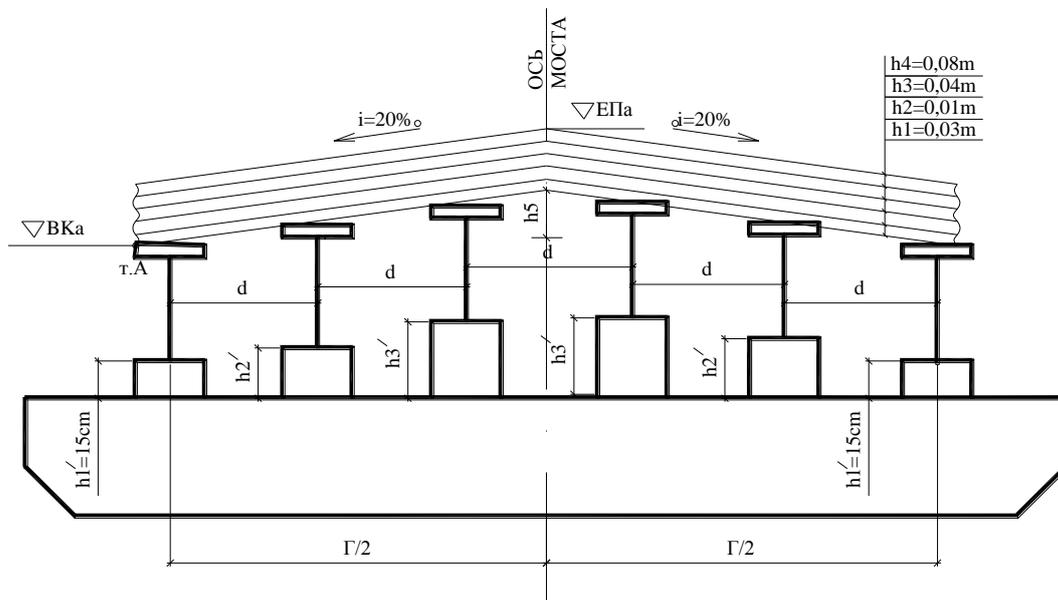


Рис. 8.1. Схема по определению отметки ездового полотна по оси моста в точке А

$h_1=0,03$ м – толщина выравнивающего слоя из цементно-песчаного раствора;

$h_2=0,01$ м – толщина слоя гидроизоляции;

$h_3=0,04$ м – толщина защитного слоя из мелкозернистого бетона;

$h_4=0,08$ м – толщина асфальтобетонного покрытия;

h_5 – возвышение верха балки по оси моста над крайней балкой.

$$h_5 = \frac{\Gamma}{2} \cdot i_{non} = 4,0 \cdot 0,02 = 0,08 \text{ м}$$

Отметка ездового полотна в точке А по оси моста:

$$\nabla EII_A = \nabla BK_A + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

Пример:

$$\nabla EII_A = 9,2 + 0,03 + 0,01 + 0,04 + 0,08 + 0,08 = 9,44 \text{ м}$$

8.2 Определение отметки ездового полотна в начале и конце моста (рис. 8.2.)

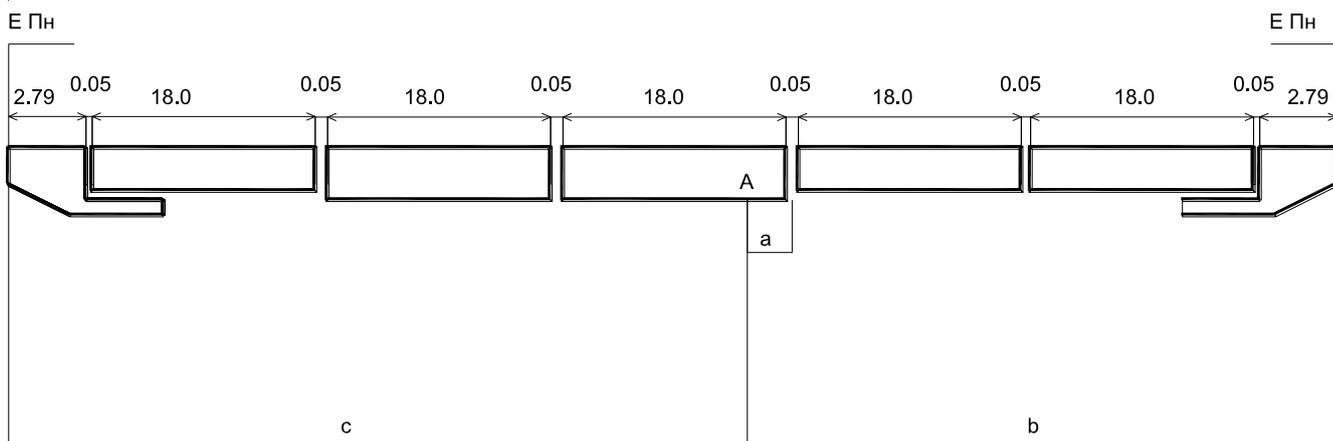


Рис. 8.2. Схема к определению отметок ездового полотна в начале и в конце моста.

c – расстояние от точки А до начала моста
 b – расстояние от точки А до конца моста.

$$c = 2,79 + 3 \cdot 0,05 + 0,025 + 18 \cdot 3 - 5,3 = 51,66 \text{ м};$$

$$b = 95,88 - 51,36 = 44,52 \text{ м}.$$

8.2.1. Определение отметки ездового полотна в начале моста.

$$\nabla EП_H = \nabla EП_A + c \cdot i$$

Пример:

$$\nabla EП_H = 9,44 + 51,36 \cdot 0,01 = 9,95 \text{ м}.$$

8.2.2. Определение отметки ездового полотна в конце моста.

$$\nabla EП_K = \nabla EП_A - b \cdot i$$

Пример:

$$\nabla EП_K = 9,44 - 44,52 \cdot 0,01 = 8,99 \text{ м}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы».
2. Типовой альбом инв. № 384/46 «балки пролётных строений с предварительно напряжённой арматурой».
3. Типовой альбом инв. № 710/5 «Балки пролётных строений с каркасной арматурой».
4. Типовой альбом серии 42009-м (дополнение 4 к серии 3503.1-81, вып. 5-5)
5. Типовой альбом серии 32284-м, выпуск 1