

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОГО МОСТА

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине "Изыскания и проектирование автомобильных дорог"
для студентов направления 08.03.01 "Строительство"
профиля "Автомобильные дороги и аэродромы"

Белгород
2016

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

Утверждено
научно-методическим советом
университета

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОГО МОСТА

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине "Изыскания и проектирование автомобильных дорог"
для студентов направления 08.03.01 "Строительство"
профиля "Автомобильные дороги и аэродромы"

Белгород
2016

УДК 625.745 (075)
ББК 39.311 я 7
П79

Составитель канд. техн. наук, проф. Н.Г. Горшкова

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

Проектирование малого моста: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Изыскания и проектирование автомобильных дорог" для студентов направления 08.03.01 "Строительство" профиля "Автомобильные дороги и аэродромы"/ сост. Н.Г. Горшкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 12 с.

В методических указаниях изложена методика расчета отверстия малого моста: определение гидрологических характеристик реки, гидравлический расчет отверстия моста, определение размера моста, подбор типового пролетного строения.

Методические указания предназначены для студентов направления 08.03.01 "Строительство" профиля "Автомобильные дороги и аэродромы".

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 625.745 (075)
ББК 39.311я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2016

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретических основ проектирования мостовых переходов, освоить методику гидравлического расчета отверстия малого моста, выбрать унифицированное пролетное строение моста.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Район проектирования принимается из курсового проекта №1 (КП №1) по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог».
2. Местоположение мостового перехода определяется по топографической карте на пересечении выбранного в КП №1 варианта трассы автомобильной дороги с рекой.
3. Площадь водосборного бассейна определяется на топографической карте для выделенного красным цветом варианта плана трассы автомобильной дороги, оказавшегося лучшим в КП №1.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Выбор местоположения моста, определение площади водосбора и гидрологических характеристик реки.
2. Определение объема и расхода поверхностных вод, определение расчетного расхода.
3. Гидравлический расчет отверстия малого моста, определение размера моста и подбор унифицированного пролетного строения (балки).

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. План трассы и водосборный бассейн на топографической карте.
2. Поперечный профиль русла реки в месте мостового перехода (на миллиметровой бумаге формата А4).

СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1.1. Выбор местоположения моста, определение площади водосбора и гидрологических характеристик реки

Необходимо указать пикет пересечения трассы автомобильной дороги с рекой, кратко охарактеризовать участок реки (по топографической карте), определить площадь F водосборного бассейна, площадь лесов $F_{л}$ и болот $F_{б}$ (км^2).

Уклон реки

$$i_p = \frac{H_1 - H_2}{l} \quad (1)$$

где H_1 , H_2 – отметки уреза воды в двух точках реки (если таковые имеются на топографической карте) или отметки на пересечении реки с высотными отметками (горизонталями) на топографической карте выше и ниже проектируемого моста, м; l – расстояние между точками, м.

1.2. Определение объема и расхода поверхностных вод

Расчет максимального расхода от стока ливневых Q_l и талых Q_m вод проводится по известной методике, применяемой для расчетов малых искусственных сооружений на автомобильных дорогах и приведенной в методических указаниях к выполнению курсовой работы №1 по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог».

За расчетный расход Q_p принимается большее из значений Q_l и Q_m .

1.3. Гидравлический расчет отверстия малого моста

1. Для определения основных характеристик формы русла реки под мостом вычерчивают поперечный профиль русла в соответствии с рис. 1. Находят точки пересечения плана трассы дороги с топографическими горизонталями слева от русла реки (точки 1 и 2) и справа – (точки 3 и 4), условно считая русло реки треугольного сечения. Высотные отметки точек 1, 2, 3 и 4 откладывают на соответствующих расстояниях от русла реки – l_1 , l_2 , l_3 , l_4 . Вычерчивают рис. 1 в произвольном масштабе, но так, чтобы и горизонтальные, и вертикальные размеры были наглядными.

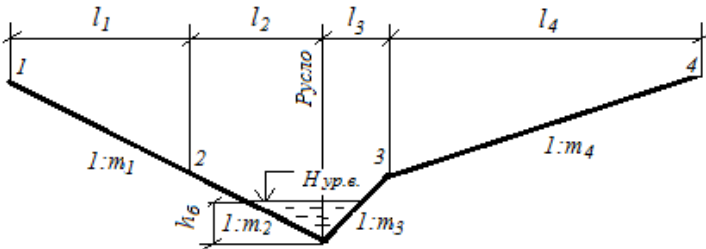


Рис. 1. Поперечный профиль русла реки в месте перехода:
1,2,3,4 – отметки горизонталей по плану трассы дороги

Вычисляют коэффициенты заложения откосов. Коэффициент заложения откоса между точками 1 и 2 вычисляют по формуле

$$m_1 = \frac{l_1}{h_1} \quad (2)$$

где h_1 – разница высотных отметок точек 1 и 2.

Поскольку отметки точек 1 и 4, а также точек 2 и 3, как правило, являются одинаковыми, то с одной стороны реки считают крутизну откоса такой же, как между точками 1 и 2 ($m_1 = m_2$). Зная расстояние l_2 и крутизну откоса m_2 из рис. 1 определяют отметку дна реки. Коэффициент заложения откоса между точками 3 и 4 вычисляют по формуле

$$m_4 = \frac{l_4}{h_2}, \quad (3)$$

где h_2 – разница высотных отметок точек 4 и 3.

Крутизну откоса m_3 определяют по аналогии с формулами (2) и (3)

$$m_3 = \frac{l_3}{h_3}, \quad (4)$$

где h_3 – разница высотных отметок точки 3 и дна реки.

Сумма коэффициентов заложения откосов русла реки

$$J = m_2 + m_3. \quad (5)$$

2. Бытовая глубина в первом приближении, м

$$h'_6 = m \sqrt[3]{\frac{K}{J}}, \quad (6)$$

где m – коэффициент шероховатости русла (для хороших условий грунтовых русел, частично заросших и мало извилистых равен 0,55; для заросших равен 0,61); K – модуль расхода, м³/с

$$K = \frac{Q_p}{\sqrt{i_p}} \quad (7)$$

где i_p – подставляется в долях единицы.

3. Для этой бытовой глубины h'_6 назначаем:

1) площадь живого сечения потока, м²

$$\omega' = \frac{J(h'_6)^2}{2}; \quad (8)$$

2) смоченный периметр, м

$$\chi' = Jh_{\delta}' ; \quad (9)$$

3) гидравлический радиус, м

$$R' = \frac{\omega'}{\chi'} ; \quad (10)$$

4) бытовую скорость потока, м/с

$$v_{\delta}' = C\sqrt{R'i_p'} = W'\sqrt{i_p'} , \quad (11)$$

где C – коэффициент Шези; W' – скоростная характеристика, м/с ($W = C\sqrt{R}$, табл. 1), (определяется интерполяцией).

5) расход воды, м³/с, при бытовой глубине h_{δ}'

$$Q' = \omega'v_{\delta}' . \quad (12)$$

Сравниваем Q_p и Q' . Если разница не превышает 5%, то принимаем $h_{\delta} = h_{\delta}'$ и $v_{\delta} = v_{\delta}'$. Если разница превышает 5%, то делаем перерасчет, принимая новое значение глубины потока h_{δ}'' . Если разница опять превышает 5%, то для уменьшения количества расчетов целесообразно построить график зависимости расхода воды Q от глубины потока h_{δ} : $Q = f(h_{\delta})$, (рис. 2).

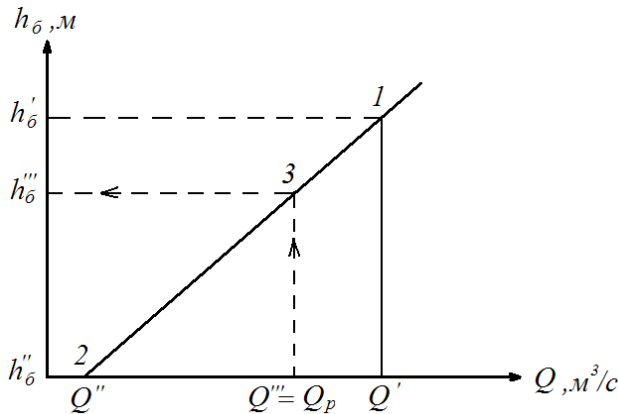


Рис. 2. График зависимости расхода воды

Скоростная характеристика W

R, м	Значения W , м/с, при n			
	0,025	0,033	0,04	0,05
1	2	3	4	5
0,1	7,1	5,6	4,45	3,36
0,12	8,14	6,4	5,1	3,86
0,14	9,15	7,15	5,74	4,36
0,16	10,1	7,9	6,32	4,86
0,18	11	8,6	6,9	5,3
0,2	12	9,27	7,5	5,75
0,22	12,9	9,95	8,04	6,19
0,24	13,7	10,6	8,57	6,62
0,26	14,5	11,2	9,12	7,04
0,28	15,4	11,9	9,6	7,47
0,3	16,2	12,5	10,4	7,88
0,32	17	13,1	10,7	8,27
0,34	17,8	13,7	11,2	8,67
0,36	18,6	14,2	11,7	9,05
0,38	19,3	14,8	12,1	9,46
0,4	20,2	15,4	12,6	9,85
0,45	21,9	16,9	13,8	10,8
0,5	23,8	18,1	14,9	11,7
0,55	25,6	19,4	16	12,6
0,6	27,3	20,6	17	13,5
0,65	29	22	18,1	14,3
0,7	30,6	23,2	19,2	15,2
0,75	32,2	24,3	20,2	16
0,8	33,9	25,4	21,2	16,8
0,85	35,4	26,7	22,2	17,7
0,9	37	27,8	23,1	18,4
0,95	38,5	28,9	24,1	19,2
1	40	30	25	20

Примечание. Значения n : 0,025 – для природных земляных русел в хороших условиях (чистых, прямых, не засоренных); 0,033 – для периодических водотоков с хорошим состоянием поверхности дна; 0,04 – для сравнительно чистых русел постоянных равнинных водотоков в обычных условиях (немного извилистых в направлении русла или прямых, но с отмелями или промоинами), а также земляных русел периодических водотоков при благоприятных условиях; 0,05 – для сильно засоренных и частично заросших русел.

На графике рис. 2 т. 1 получают, откладывая ее координаты ($Q^i; h_6^i$), т. 2 получают, откладывая координаты ($Q''; h_6^i$). Через т. 1 и 2 проводят прямую. Затем на оси абсцисс откладывают $Q''' = Q_p$, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с прямой, получают т. 3, ордината которой h_6''' даст искомую величину бытовой глубины в третьем приближении.

После перерасчета получаем h_6 и v_6 .

4. Установление схемы протекания воды под мостом.

Определяем критическую глубину $h_{кр}$, м

$$h_{кр} = \frac{v_{доп}^2}{g}, \quad (13)$$

где $v_{доп}$ – допускаемая скорость течения воды, м/с, (табл.2); g – ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с².

$v_{доп}$ принимается в зависимости от глубины потока под мостом и типа укрепления по табл. 2, при этом $v_{доп}$ принимают больше v_6 [1, 2].

Таблица 2

Допускаемые скорости течения воды для укреплений

Тип укрепления	Размер камня, см	Допускаемые скорости течения, м/с, при средней глубине потока, м			
		0,4	1,0	2,0	3,0
Одерновка плашмя	–	0,9	1,1	1,3	1,4
>> в стенку	–	1,5	1,8	2,0	2,2
Каменная наброска из булыжника с галькой	7,5	2,0	2,4	2,8	3,1
Грунты, укрепленные битумом	–	2,3	2,7	3,0	3,3
Одинокое мощение на щебне	15	2,5	3,0	3,5	4,0
То же	20	3,0	3,5	4,0	4,5
>>	25	3,5	4,0	4,5	5,0
Одинокое мощение с подбором лица и грубым приколом на щебне	20	3,5	4,5	5,0	5,5
То же	25	4,0	4,5	5,5	5,5
>>	30	4,5	5,0	6,0	6,0
Двойное мощение из рваного камня на щебне	15–20	3,5	4,5	5,0	5,5
Бутовая кладка из известняка	–	3,0	3,5	4,0	4,5
Бетон марки 150	–	6,0	7,0	8,0	9,0
Бутовая кладка из камня крепких пород	–	6,5	8,0	10,0	12,0
Бетонные лотки	–	12,0	14,0	16,0	18,0

Устанавливаем схему протекания воды под мостом:

если $h_6 > 1,3 h_{кр}$ – истечение потока стесненное;

если $h_6 < 1,3 h_{кр}$ – истечение потока свободное.

Наибольшая скорость под мостом будет в сжатом сечении потока v_c .

Ее принимают на 10% больше $v_{доп}$:

$$v_c = 1,1 v_{доп} . \quad (14)$$

Глубина воды перед мостом:

$$\text{для схемы свободного истечения } H = 1,46 \frac{v_c^2}{g} ; \quad (15)$$

$$\text{для схемы несвободного истечения } H = h_6 + \frac{v_c^2}{2g\varphi^2} , \quad (16)$$

где h_6 – бытовая глубина потока, м;

g – ускорение свободного падения;

φ – коэффициент скорости (зависит от формы устоев моста:

$\varphi = 0,9$ – для устоев с конусами; $\varphi = 0,85$ – с откосными

крыльями; $\varphi = 0,76$ – с заборными стенками).

Отверстие моста зависит от расчетного расхода Q_p и схемы протекания воды под мостом (рис. 3).

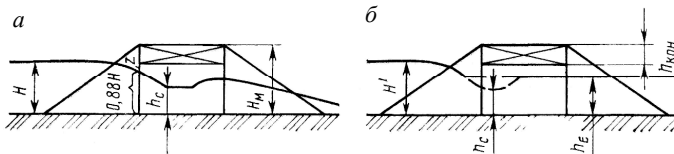


Рис. 3. Схемы протекания воды под малым мостом:
а – свободное протекание; б – несвободное протекание

В большинстве случаев отверстия малых мостов рассчитывают по схеме свободного истечения. Только при очень большой глубине потока за мостом, когда $h_6 > 0,7H$, расчет ведут по схеме несвободного истечения.

1.4. Определение размера моста

Размер отверстия моста определяют:

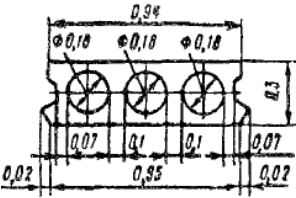
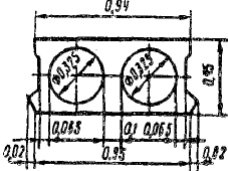
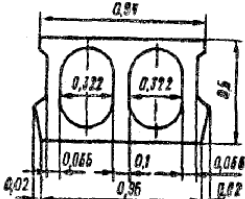
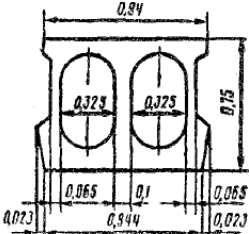
$$\text{для схемы свободного истечения } B_m = \frac{Q_p}{1,33\sqrt{H^3}} ; \quad (17)$$

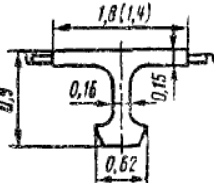
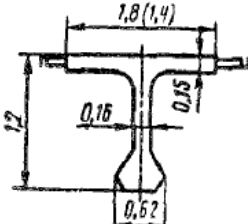
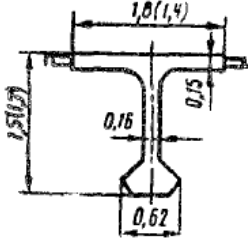
$$\text{для схемы несвободного истечения } B_m = \frac{Q_p}{h_6 v_c} . \quad (18)$$

Для перекрытия расчетного отверстия моста принимают типовое пролетное строение – унифицированные балки: плитные (длиной 6, 9, 12, 15, 18 м) или ребристые (длиной 12, 15, 18, 21, 24, 33 м), пользуясь табл.3.

Таблица 3

Унифицированные балки пролетных строений

Длина балки L_b , м	Поперечный разрез	$\frac{H^1}{L_{роз}}$
1	2	3
6	<p>Плитные балки</p> 	1/18,7
9		1/19,2
12		1/19,2
15 18		1/24 1/23,2

1	2	3
12 15 18	<p data-bbox="442 255 632 279">Ребристые балки</p> 	1/12,7 1/16 1/14,5
21 24		1/17 1/19,5
33		1/21,4 (при $H = 1,5$ м) 1/19 (при $H = 1,7$ м)

Библиографический список

1. *Федотов, Г.А.* Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Кн. 1: учебник/ Г.А. Федотов, П.И. Поспелов. – М.: Высшая шк., 2009. – 646 с.
2. *Горшкова Н.Г.* Основы проектирования автомобильных дорог: учеб. пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 317 с.

Оглавление

Цель и задачи курсовой работы	3
Исходные данные	3
Содержание курсовой работы	3
Перечень графического материала	3
Структура пояснительной записки	4
1.1. Выбор местоположения моста, определение площади водосбора и гидрологических характеристик реки	4
1.2. Определение объема и расхода поверхностных вод	4
1.3. Гидравлический расчет отверстия малого моста	4
1.4. Определение размера моста	9
Библиографический список	12

Учебное издание

Проектирование малого моста

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Изыскания и проектирование автомобильных дорог»
для студентов направления 08.03.01 "Строительство"
профиля "Автомобильные дороги и аэродромы"

Составитель **Горшкова** Нина Георгиевна

Подписано в печать 19.04.16. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,8.
Тираж 50 экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом
университете им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46