



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСИЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Приказ Председателя Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 21 декабря 2018 года № 120

Предисловие

- | | | |
|---|--|---|
| 1 | РАЗРАБОТАНЫ И
ВНЕСЕНЫ | Акционерным обществом "Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт" (АО "КаздорНИИ") |
| 2 | УТВЕРЖДЕНЫ И
ВВЕДЕНЫ В
ДЕЙСТВИЕ | Приказом Председателя Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан № 120 от 21.12.2018 г. |
| 3 | СОГЛАСОВАНЫ | Акционерным обществом "НК "ҚазАвтоЖол" № 03-14-1-2699-И от 21.11.2018 г. |
| 4 | СРОК ПЕРВОЙ
ПРОВЕРКИ | 2023 год |
| | ПЕРИОДИЧНОСТЬ
ПРОВЕРКИ | 5 лет |
| 5 | ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ | |
| | Содержание | |

1 Область применения

1.1 Настоящие Рекомендации распространяются на сеть автомобильных дорог общего пользования Республики Казахстан и предназначены для решения вопросов, связанных с проектированием водопропускных систем и водопропускных сооружений.

1.2 Рекомендации устанавливают нормы расчета максимального расхода и объема стока ливневых вод, основу которых составляет принцип формирования паводковой волны.

1.3 Рекомендациями следует руководствоваться при назначении параметров водопропускных сооружений для обоснования средств необходимых для введения комплекса водоотводных систем и водопропускных сооружений автомобильных дорог на стадиях проектирования и эксплуатации, а также при решении инженерно-экономических задач применительно к автомобильным дорогам.

2 Нормативные ссылки

В настоящих Рекомендациях даны ссылки на следующие нормативные документы:

ВСН 63-76 Инструкция по расчету ливневого стока воды с малых бассейнов.

СН РК 3.03-12-2013 Мосты и трубы

СП РК 3.03-112-2013 Мосты и трубы

СН РК 3.04-01-2013 Гидротехнические сооружения.

Пособие к СНиП 2.05.03-84 "Мосты и трубы" по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки.

СТ РК 1053-2011 Автомобильные дороги. Термины и определения

СТ РК 1684-2007 Мостовые сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Общие требования по проектированию.

СТ РК 1858-2008 Сооружения мостовые и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Требования при проектировании бетонных и железобетонных конструкций.

Примечание - при пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов по соответствующему указателю, составленному по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Паводковая волна:** Медленно нарастающая глубина паводка, перемещающегося по протяженности русла во время хода ливня.

3.2 **Время добегания паводковой волны:** Время, за которое створ с максимальным расходом достигнет створа проектируемого сооружения – створа лога водосборного бассейна, в котором пересекается трасса водосборного бассейна.

3.3 **Водосборный бассейн:** Площадь рельефа, с которого поверхностный сток концентрируется по гидрологической сети в створ водопропускного сооружения.

3.4 **Границы водосборного бассейна:** Условная линия (линия водораздела) от которой поверхностный сток распределяется между смежными водосборами.

3.5 **Площадь водосборного бассейна:** Площадь рельефа земной поверхности, которая находится в границах водосборного бассейна.

3.6 **Длина водосборного бассейна:** Расстояние от створа водопропускного сооружения до самой удаленной точки водосбора по тальвегу на линии водораздела.

3.7 Максимальный расход стока ливневых вод: ($\text{м}^3/\text{с}$): Значение максимального количества объема стока (м^3) ливневых вод, прошедшего через живое сечение лога в створе водопропускного сооружения за единицу времени (сек).

4 Основные требования к водопропускным трубам

4.1 Трубы должны соответствовать требованиям по обеспечению механической прочности и устойчивости, чтобы в период их эксплуатации не возникали риски обрушения и повреждения строительных конструкций, бесперебойности и безопасности движения транспортных средств, экономичности содержания объектов, а также требованиям по защите здоровья людей и по созданию безопасных условий труда обслуживающего персонала и охраны окружающей среды.

4.2 Для обеспечения выполнения требований механической прочности и устойчивости, трубы должны быть спроектированы и построены таким образом, чтобы нагрузки, приложенные в период его строительства и эксплуатации, не приводили к следующим последствиям:

- 1) обрушению трубы или их элементов;
- 2) образованию деформации, превышающей предельно допустимую величину;
- 3) повреждению строительной конструкции, использованной в строительстве труб в результате значительной деформации несущих элементов;
- 4) повреждение в результате нагрузки, по степени воздействия не превышающей первоначальную нагрузку, ставшую источником повреждения [1].

5 Требования по обеспечению безопасности водопропускных труб

5.1 Водопропускные трубы применяются на периодически действующих и постоянных водотоках при отсутствии на них ледохода, карчехода и селей.

В местах возможного образования наледей допускается применение прямоугольных железобетонных труб в комплексе с постоянными противоналедными сооружениями. При этом боковые стенки трубы должны быть массивными бетонными.

5.2 Расчет отверстий труб следует производить по средним скоростям течения воды, допускаемым для грунта русла и типов укрепления русла и откосов насыпи.

Расчетными следует считать паводки того происхождения, при которых создаются наиболее неблагоприятные условия работы трубы.

5.3 Швы между звеньями труб и между телом трубы и блоками оголовков должны заделываться с применением материалов, обеспечивающих герметичность заделки при допустимых значениях деформации трубы в процессе эксплуатации, а также требуемую долговечность.

5.4 Откосы насыпи у оголовков труб должны быть укреплены.

5.5 В случае необходимости, установленной на основании гидравлических расчетов при устройстве труб следует предусматривать: углубление, планировку и укрепление русел сооружения, препятствующие накоплению наносов, гасители скоростей протекающей воды на входе и выходе [1].

6 Требования по обеспечению безопасности конструкций труб

6.1 Конструкции мостов и труб должны удовлетворять требованиям:

- по безопасности;
- по эксплуатационной пригодности;
- по долговечности, а также дополнительным требованиям, указанным в задании на проектирование.

6.2 Для удовлетворения требования безопасности конструкции должны иметь такие исходные характеристики, чтобы с надлежащей степенью надежности и различными расчетными воздействиями в процессе строительства и эксплуатации мостов и труб были исключены разрушения любого характера или нарушения эксплуатационной пригодности, связанные с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу и окружающей среде.

6.3 Безопасность конструкций труб и другие устанавливаемые требования осуществляются в соответствии с заданием на проектирование и нормативной документацией и должна быть обеспечена выполнением:

- 1) требований к материалу и его составляющим;
- 2) требований к расчетам конструкций;
- 3) конструктивных требований;
- 4) технологических требований;
- 5) требований по использованию;
- 6) требований по хранению, транспортированию, монтажу и эксплуатации.

6.4 Для удовлетворения требования долговечности конструкции должны иметь такие исходные характеристики, чтобы в течение установленного длительного времени они удовлетворяли бы требованиям по безопасности и эксплуатационной пригодности с учетом влияния на геометрические характеристики конструкций и механические характеристики материалов различных расчетных воздействий (длительное действие нагрузки, неблагоприятные климатические, температурные и влажностные воздействия, попеременное замораживание и оттаивание, агрессивные воздействия и др.) [1].

7 Основные требования к конструкциям

7.1 Основные размеры труб следует назначать с соблюдением принципов модульности и унификации в строительстве.

7.2 Для труб на основании гидравлических расчетов следует предусматривать углубление, планировку и укрепление русел, устройства, препятствующие накоплению наносов, а также устройства для гашения скоростей протекающей воды на входе и выходе.

7.3 Отверстие (и высоту в свету) труб следует назначать, как правило, не менее (м):

1,0 - при длине трубы до 20 м;

1,25 - при длине трубы 20 м и более.

7.4 Отверстия труб на автомобильных дорогах ниже II категории допускается принимать равными, м:

1,0 - при длине трубы до 30 м; 0,75 - при длине трубы до 15 м;

0,5 - на съездах при устройстве в пределах трубы быстротока (уклон 10 ‰ и более) и ограждений на входе.

7.5 Допускается использовать трубы в качестве пешеходных переходов, скотопрогонов, а в случае технико - экономической целесообразности - для пропуска автомобильного транспорта (низких, узкозахватных сельскохозяйственных машин) с обеспечением соответствующих габаритов.

7.6 Водопропускные трубы, следует проектировать с входными и выходными оголовками, форма и размеры которых обеспечивают принятые в расчетах условия протекания воды и устойчивость насыпи, окружающей трубу.

7.7 Применять трубы не допускается при наличии ледохода и карчехода, а также, как правило, в местах возможного возникновения селей и образования наледи.

7.8 Толщину засыпки над звеньями труб следует принимать не менее 0,5 м считая от верха звена трубы до низа монолитных слоев дорожной одежды. Но не менее 0,8 м от верха звена трубы до поверхности дорожного покрытия.[3]

Возвышение бровки земляного полотна на трубах при напорном или полунпорном режиме работы - не менее 1,0 м. Кроме того, на автомобильных дорогах при назначении возвышения бровки земляного полотна на подходах к указанным сооружениям следует соблюдать требования по возвышению низа дорожной одежды над уровнем грунтовых и поверхностных вод, установленные СП РК 3.03-101 [2].

8 Проектирование водопропускных труб

8.1 Гидравлический расчет водопропускных труб

8.1.1 Искусственные сооружения на автомобильных дорогах проектируются под расчетный расход воды заданной вероятности превышения.

8.1.2 Искусственные сооружения проектируются на продолжительный срок службы, поэтому вероятность превышения расчетного паводка в зависимости от технической

категории дороги принимается от 1 до 3 % (таблица 1), т.е. максимальные расходы рассчитываются на повторяемость 1 раз в 100 лет (ВП - 1%), 50 лет (ВП - 2%) и 33 года (ВП -3%).

8.1.3 Выбираем на плане трассы место для проектируемого малого искусственного сооружения и карандашом намечаем границы водосборного бассейна. Границами являются водоразделы, существующие и проектируемые дороги.

8.1.4 Затем определяют параметры бассейна:

- площадь водосборного бассейна F (км^2) площадь водосборного бассейна определяется по топографической карте с помощью палетки или планиметра.

- длину бассейна L (м); длина главного лога как сумма прямых отрезков, или курвиметром;

- i средний уклон бассейна (‰) определяется по формуле (1):

(1)

где H_3, H_0 – отметки дна в вершине (м) i_c - уклон бассейна в створе сооружения (‰):

(2)

где H_B, H_H – отметки дна бассейна на расстоянии 50 м от оси дороги вверх и вниз по течению соответственно (м);

Далее необходимо вычислить максимальные расходы воды, образующиеся в результате ливня и таяния снегов. Расходы определяются по нормам стока.

8.2 Определение максимального расхода ливневых вод

8.2.1 Максимальный расход воды от ливневых осадков с водосборного бассейна площадью до 100 км^2 рассчитывается по методике МАДИ

1) Значение расхода ливневых вод вычисляют по формуле:

($\text{м}^3/\text{сек}$) (3)

2) Объем ливневого стока следует определять по формуле:

(м^3), (4)

где $a_{\text{ч}}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности, (мм/мин) таблица 2;

K_t – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;

a – коэффициент потерь стока таблица 3;

f – коэффициент редукиции, учитывающий неполноту стока и зависящий от площади водосборного бассейна, определяется по 4 таблице или по формуле 10.

Таблица 1 – Вероятность превышения паводка

Трубы автомобильных дорогах	Вероятность превышения, %

Трубы на дорогах I категории	1
Трубы на дорогах II и III категорий	2
Трубы на дорогах IV и V категорий	3

8.2.2 Определение границ ливневого района

В зависимости от вероятности превышения паводка определяем интенсивность ливня часовой продолжительности $a_{\text{ч}}$ и назначаем ливневый район (таблица 2) [5].

На основе данных таблицы 2 была разработана карта ливневых районов Республики Казахстан участков дорог республиканского значения подверженных паводковым водам в весенний период (рисунок 1).

Таблица 2 – интенсивность ливня часовой продолжительности $a_{\text{ч}}$.

Район	a , мм/мин при ВП, %							
	10	5	4	3	2	1	0,3	0,1
1	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,61	0,75
2	0,29	0,41	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	1,15
3	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	1,14	1,32
4	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	1,26	1,48
5	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	1,15	1,50	1,99
6	0,81	1,02	1,11	1,20	1,28	1,48	1,83	2,14
7	0,82	1,11	1,23	1,35	1,46	1,74	2,25	2,65



Рисунок 1– Карта ливневых районов республики Казахстан участков дорог республиканского значения подверженных паводковым водам в весенний период

8.2.3 Находим коэффициент перехода K_t

(5)

$V_{п.волны}$ - скорость паводковой волны, движущейся по главному логу водосбора во время прохождения ливневого фронта над водосборным бассейном в направлении по стоку (км/мин).

$L_{лога}$ протяженность главного лога водосборного бассейна, считая от самой удаленной точки на водоразделе до створа проектируемого водопропускного сооружения на автомобильной дороге, (км);

8.2.4 Определяем скорость формирования паводковой волны по формуле:

(км/мин), (6)

, (7)

Определяем коэффициенты, соответствующие относительным величинам:

(8)

, (9)

$V_{тучи\ min}$ (км/час) - минимально возможная скорость прохождения ливневых фронтов, которые оказывают влияние на формирование паводковой волны в регионе.

$V_{тучи}$ (км/час) - доминирующая скорость прохождения ливневых фронтов для региона.

$V_{л.min} = 250$ км/час - минимально возможная длина лога водосборного бассейна, при которой возможно формирование паводковой волны из условия минимальной возможной скорости прохождения ливневого фронта.

8.2.5 Коэффициент потерь стока a определяем по таблице 3 в зависимости от вида и характера поверхности дна бассейна.

Таблица 3 – Коэффициент потерь стока a

Вид и характер поверхности	Коэффициент a при площади (F км ²)		
	0-1	1-10	10-100
Асфальт, бетон, скала без трещин	1,0	1,0	1,0
Жирная глина, такыры (плоские глинистые поверхности, почти лишенные растительности в пустынях субтропической зоны)	0,7 – 0,95	0,65 – 0,95	0,65 – 0,9
Суглинки, подзолистые, тундровые и болотные почвы	0,6 – 0,9	0,55 – 0,8	0,5 – 0,75
Чернозем, лУсс, каштановые и карбонатные почвы	0,55 – 0,75	0,45 – 0,7	0,35 – 0,65
Супеси, степные почвы	0,3 – 0,55	0,2 – 0,5	0,2 – 0,45

8.2.6 Вычисляем коэффициент редукции f по формуле или по таблице 4.

$$\phi = \begin{cases} 1/\sqrt[4]{10F} & \text{при } F > 0,1 \text{ км}^2 \\ 1 & \text{при } F \leq 0,1 \text{ км}^2 \end{cases} \quad (10)$$

Таблица 4 – Коэффициент редукции f

F км ²	ϕ								
0,10	1,0	0,60	0,64	1,5	0,51	2	0,47	50	0,21
0,20	0,84	0,70	0,61	2,00	0,47	5	0,38	100	0,18
0,30	0,76	0,80	0,59	2,5	0,45	10	0,32	300	0,16
0,40	0,71	0,90	0,58	3,0	0,43	20	0,27	500	0,14
0,50	0,67	1,0	0,56	4,0	0,40	-	-	1000	0,12

8.3 Расчет отверстия трубы

8.3.1 Определяем коэффициент формы лога:

, (11)

8.3.2 Устанавливаем соотношение для 1-го отрезка прямой аккумуляции:

по оси абсцисс

(м³/сек), (12)

по оси ординат

(м³), (13)

8.3.3 Устанавливаем соотношение для 2-го отрезка прямой аккумуляции:

по оси абсцисс

, (м³/сек) (14)

по оси ординат

(м³), (15)

8.3.4 На графике пропускной способности труб проводим 1-ый и 2-ой отрезки прямой аккумуляции, определяем расход с учетом аккумуляции и подбор воды перед трубами.

8.3.5 Величина отверстия искусственного сооружения зависит от расчетного расхода, глубины воды перед сооружением и режима протекания воды через сооружение.

8.3.6 В качестве расчетного расхода назначается максимальный по величине из трех приведенных ниже расходов:

- расход ливневого стока;
- расход ливневого стока с учетом аккумуляции воды перед трубой;

- расход талых вод.

8.3.7 Подбор отверстия водопропускной трубы производится путем сопоставления расчетного расхода и гидравлических характеристик труб, приведенных в таблице 5 и таблице 6.

Таблица 5 – Гидравлические характеристики типовых круглых труб

Тип оголовка	Диаметр отверстия, м	Расход, м ³ /с	Глубина воды перед трубой, м	Скорость на выходе из трубы
Безнапорный режим				
Портальный	0,75	0,25	0,41	1,40
		0,40	0,62	1,70
		0,60	0,79	2,00
		0,74	0,90	2,20
Раструбный с нормальным входным звеном	1,00	1,00	0,94	2,40
		1,40	1,15	2,70
		1,70	1,27	2,70
Раструбный с коническим входным звеном	1,00	0,60	0,57	1,40
		1,00	0,84	2,40
		0,40	1,03	2,70
		1,70	0,08	2,70
		2,00	0,31	3,30
		2,20	1,39	3,40
	1,25	1,00	0,77	2,20
		1,50	0,95	2,50
		2,00	1,13	2,70
		2,50	1,29	3,00
		2,70	1,37	3,20
		3,00	1,46	3,30
		3,50	1,61	3,50
	1,50	3,90	1,74	3,80
		2,50	1,19	2,90
2,80		2,27	3,00	
3,00		2,32	3,00	
		3,50	1,45	3,20

Продолжение таблицы 5

	1,50	3,90	1,54	3,30
		4,30	1,63	3,50
		4,70	1,75	3,70
		5,00	1,81	3,70
		6,00	2,08	4,10

	2,00	3,50	1,26	2,90
		4,00	1,36	3,00
		5,00	1,55	3,30
		4,50	1,47	3,20
		5,50	1,65	3,40
		6,00	1,73	3,50
		6,50	1,81	3,60
		7,00	1,90	3,70
		7,50	1,98	3,80
		8,00	2,06	3,90
		8,50	2,14	4,00
		9,00	2,22	4,10
		9,70	2,32	4,20
		10,00	2,38	4,30
		10,50	2,46	4,30
11,00	2,54	4,50		
12,50	2,78	4,80		
Полунапорный режим				
Раструб с нормальным входным звеном	1,00	1,70	1,27	3,60
		2,30	1,89	4,90
		2,50	2,12	5,30
		2,80	2,54	6,00
	1,25	3,00	1,59	4,10
		3,50	1,00	4,80

Окончание таблицы 5

	1,25	4,00	2,38	5,50
		4,40	2,73	6,00
	1,50	4,70	1,91	4,40
		5,20	2,21	4,90
		5,60	2,42	5,30
		6,00	2,64	5,70
	6,36	2,85	6,00	
Напорный режим				
Раструбный с коническим выходным звеном	1,00	3,00	1,66	4,20
		3,50	2,00	5,00
	1,25	5,00	1,96	4,50
		6,00	2,45	5,40
	1,50	7,00	2,24	4,40
		8,00	2,40	5,00
		8,50	2,58	5,30
			13,50	2,86

	2,00	14,50	3,01	5,10
		16,00	3,11	5,70
		16,50	3,22	5,90

Таблица 6 – Гидравлические характеристики прямоугольных труб с нормальным входным звеном

Отверстие трубы	Безнапорный режим								Полунапорный режим		
	Qр, м3/с	Qн, м3/с	Н, м	hВХ, м	hК, м	hСЖ, м	iК	VВЫХ, м/с	Qн, м3/с	Н, м	VВЫХ, м/с
	6,75	-	1,97	166	1,31	1,11	0,007	4,1	8,25	2,30	4,3
1,5x2,0	-	7,5	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	13,50	3,99	7,1
	9,00	-	1,97	166	1,31	1,11	0,007	4,1	11,00	2,30	4,3
2,0x2,0	-	10,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	18,00	3,99	7,1
	13,50	-	1,97	166	1,31	1,11	0,007	4,1	16,50	2,30	4,3
3,0x2,0	-	15,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	27,00	3,99	7,1
	17,00	-	3,01	2,50	2,01	1,11	0,008	5,0	21,00	3,47	5,5
2,0x3,0	-	19,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	23,60	3,99	6,2
	25,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	31,50	3,47	5,5
3,0x3,0	-	28,50	2,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	35,40	3,99	6,2
	34,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	42,00	3,47	5,5
4,0x3,0	-	38,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	47,00	3,99	6,2
	42,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	52,50	3,47	5,5
5,0x3,0	-	48,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	59,00	3,99	6,2
	51,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	63,00	3,47	5,5
6,0x3,0	-	57,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	70,80	3,99	6,2

Приложение А (информационное)

Методика расчета стока ливневых вод при проектировании водопропускных сооружений на дороге

А.1 Исходные данные

1 Расположение: а/д Акчатау-Агадырь 166+750 км.

2 Вероятность превышения паводка для водопропускных труб на автомобильной дороге III технической категории равна 3%.

3 Интенсивность ливня часовой продолжительности:

ливневой район -7, а час равна 1,35 (мм/мин).

4 Площадь водосборного бассейна (рисунок А.1) F равна 13,71 (км²).

5 Средний уклон лога бассейна іл равен 0,008 ‰.

6 Длина лога бассейна L равна 5,54 (км).



Рисунок А.1 – Площадь водосбора бассейна на а/д Акчатау-Агадырь 166+750 км на топографической карте масштабом 1:200 000

А.2 Определение расхода стока ливневых вод:

1) $m_{\text{лога}}$ – показатель гладкости лога, $m_{\text{лога}} = 30$;

2) Определить коэффициент скорости достижения паводковой волной створа проектируемого водопропускного сооружения на автомобильной дороге при показателе гладкости лога $m_{\text{лога}} = 30$:

$V_{\text{тучи min}}$ (км/час) - минимально возможная скорость прохождения ливневых фронтов, которое оказывает влияние на формирование паводковой волны в регионе, для которого выполняется расчет - $V_{\text{тучи min}} = 3,0$ км/час; доминирующая скорость прохождения ливневых фронтов.

$V_{\text{тучи}} = 15,0$ км/час - минимально возможная длина лога водосборного бассейна, при которой возможно формирование паводковой волны из условия минимальной возможной скорости прохождения ливневого фронта $V_{\text{л.min}} = 250$ км/час.

3) Определяем коэффициенты, соответствующие относительным величинам:

;

Тогда:

4) Определяем скорость формирования паводковой волны по формуле:

, (км/мин);

, (км/мин);

5) Коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой интенсивности к расчетной интенсивности, заданной вероятности превышения определяется по формуле

:

;

;

6) Максимальны ливневой расход:

(м³/сек)

- интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин;

а) по данным ВСН 63-76: $a_{\text{час}}=0,52$ (мм/мин) [4];

б) по расчетам МАДИ: $a_{\text{час}}=1,35$ (мм/мин).

K_t - коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;

- коэффициент стока; $a=0,5$;

- коэффициент редукции, определяется по формуле:

(м³/сек)

Максимальный расход ливневых вод составляет

.

7) Объем ливневого стока определяется по формуле:

А.3 Расчет отверстия трубы

Так как условия рельефа перед водопропускным сооружением позволяют создать пруд, то с целью возможного уменьшения отверстия водопропускной трубы, расчет необходимо выполнить с учетом возможной аккумуляции ливневого стока перед водопропускной трубой. По следующей последовательности расчета:

1) Определяем коэффициент формы лога:

уклон левого склона $i_{\text{ск.лев}} = 0,0035 \text{ ‰}$;

уклон правого склона $i_{\text{ск.лев}} = 0,0023 \text{ ‰}$;

;

2) Устанавливаем соотношение для 1-го отрезка прямой аккумуляции: по оси абсцисс.

(м³/сек)

по оси ординат

(м³)

3) Устанавливаем соотношение для 2-го отрезка прямой аккумуляции:

по оси абсцисс

(м³/сек)

по оси ординат

(м³)

4) На графике пропускной способности труб (рисунок А.2) проводим 1-ый и 2-ой отрезки прямой аккумуляции, определяем расход с учетом аккумуляции и подбор воды перед трубами:

$d=2,0 \text{ м}$; $Q_c=7,0(\text{м}^3/\text{сек})$; $H^3=20,7 \text{ (м)}$; $H=2,0 \text{ (м)}$;

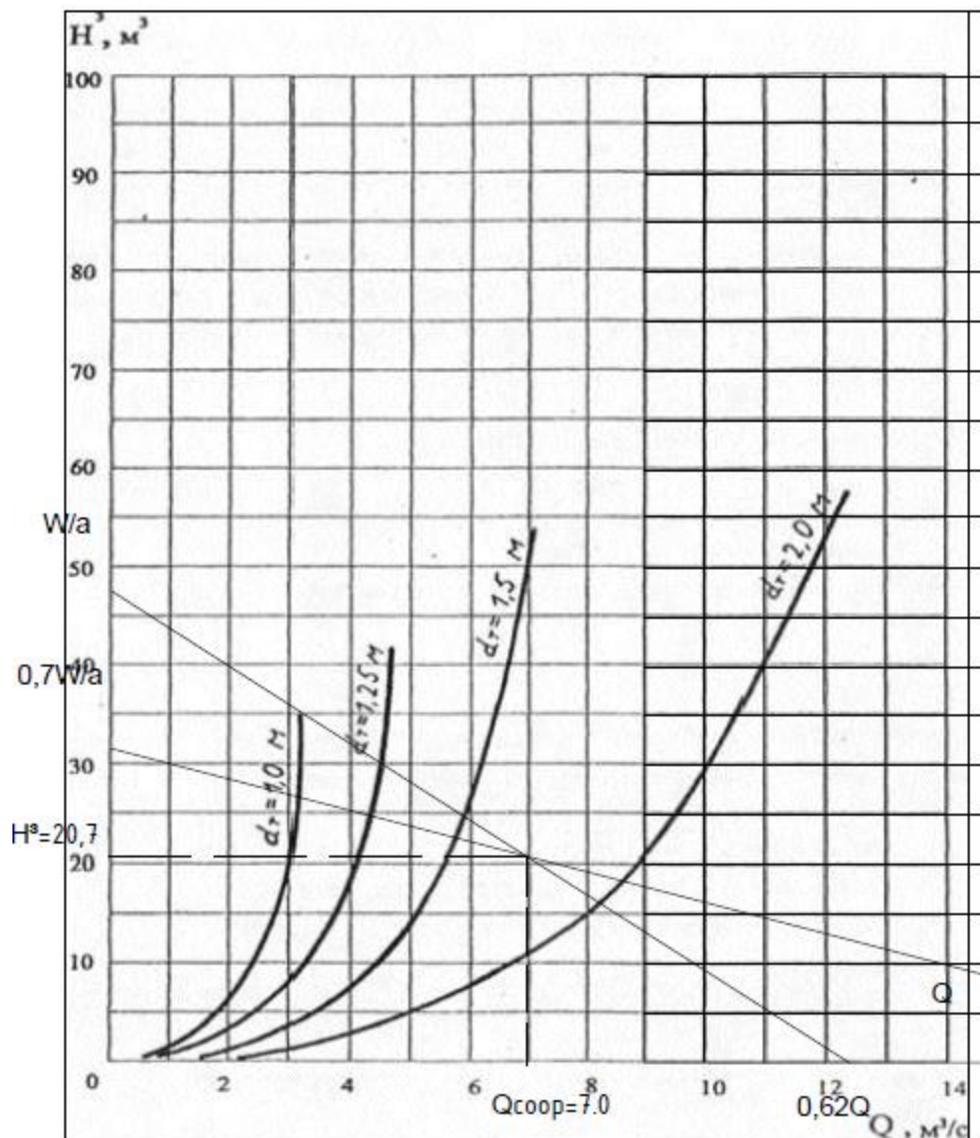


Рисунок А.2 – Назначение отверстия круглой трубы

5) Необходимо сравнить снижение расхода стока в сооружении с максимально допустимой степенью аккумуляции, не более, чем в 3 раза. Степень аккумуляции по условиям формирования максимального расхода стока позволяет снизить расход в сооружении, т.к. фактическая степень аккумуляции меньше расчетной, т.е. $C_{\text{фак}} < C_{\text{ак}}$

6) Устанавливаем режим работы водопропускной трубы $d = 2,0$ м;
 - безнапорный режим, где $h_{\text{вх}}$ - высота входного звена трубы [1].

7) Устанавливаем скорость на выходе из трубы
 , (м/сек)
 (м/сек)

А.4 Определение минимальной высоты насыпи

Минимальная высота насыпи определяется по зависимости

(м)

Тогда:

(м)

где минимальная толщина засыпки труб принимается (м),

d = толщина стенки звена трубы, (м).

Толщина засыпки водопропускной трубы обычно назначается из условий положения линии продольного профиля автомобильной дороги.

Библиография

[1] СН РК 3.03-12-2013 Мосты и трубы.

[2] СП РК 3.03-112-2013 Мосты и трубы.

[3] СНиП 2.05.03-84* "Мосты и трубы".

[4] ВСН 63-76 Инструкция по расчету ливневого стока воды с малых бассейнов.

[5] Чистякова И.В. Разработка научных и технологических основ гидрологического обоснования проектных решений автомобильных дорог: автореф. дисс. доктора. техн. наук: 05.23.11; 05.23.16 / Абрамов Василий Викторович. – М., 2012. – 123 с.

Ключевые слова: дороги автомобильные, водопропускные сооружения, максимальный расход стока ливневых вод, водопропускная труба, водосборный бассейн, ливневой район

Исполнители:

Президент, д.т.н., профессор	АО	"КаздорНИИ"	Б.Б.Телтаев
Вице-президент АО "КаздорНИИ" к.т.н			Е.Е. Айтбаев
Вице-президент АО "КаздорНИИ" к.т.н			А.С. Жайсанбаев
д.т.н.,	профессор	МАДИ	И.В. Чистяков
			Б.З. Садыков
			А.В. Кострыкина