

Охрана окружающей среды и природопользование

**ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ И РАБОТ
ЧАСТЬ 2**

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне

**ПРАВИЛЫ ПРАВЯДЗЕННЯ ГІДРАЛАГІЧНЫХ
НАЗІРАННЯЎ І РАБОТ
ЧАСТКА 2**

Издание официальное



Минприроды

Минск

УДК

МКС 07.060

КП 06

Ключевые слова: гидрометеорология, гидрологические наблюдения, уровень воды, расход воды, температура воды, ледовые явления, гидротехническое сооружение

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр» Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 200 г. №

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой на территории Республики Беларусь Наставлений гидрометеорологическим станциям и постам вып.6.ч.2, Ленинград-Гидрометеиздат-1972).

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Общие положения	2
5 Характеристики способов измерения расходов воды и выбор типа гидрологических расходомеров	3
6 Обследование участка реки и выбор места для стационарных гидрологических наблюдений	7
7 Устройства для измерения уровня воды, факторы, влияющие на работу СУВ, типы, особенности и компоновка	10
8 Измерение расходов воды гидрометрической вертушкой, способом смешения, упорядочение и канализация русла	21
9 Устройства для измерения расхода воды объемным методом	33
10 Контрольные русла	35
11 Гидрометрические лотки	39
12 Водосливы с порогом треугольного профиля, с широким порогом, тонкостенные	51
13 Технический паспорт гидрометрического сооружения	73
14 Контрольные измерения расходов воды и тарирование гидрологических расходомеров	75
15 Техническая эксплуатация гидрометрических сооружений	81
Приложение А (обязательное) Рекомендации по производству топографических и инженерно-геологических изысканий на малых реках	98
Приложение Б (обязательное) Памятка-справка	104
Приложение В (обязательное) Описание крючковой рейки	106
Приложение Г (обязательное) Расчет степени сужения потока для увеличения глубины в нем	111
Приложение Д (обязательное) Таблицы для вычисления расходов воды, протекающей через гидрометрические лотки Паршала	113
Приложение Е (обязательное) Таблицы для вычисления расходов воды (м³/с), протекающей через лотки Вентури	121
Приложение Ж (обязательное) Расходы воды (м³/с) через водослив с треугольным профилем порога на 1 м ширины гребня	136
Приложение К (обязательное) Значения $\sqrt{2gh}^{3/2}$ и коэффициента расхода m для прямоугольного водослива без бокового сжатия ($b/B=1,0$)	139
Приложение Л (обязательное) Образец рабочей таблицы $Q=f(H)$ для водослива	140
Приложение М (обязательное) Величины удельного расхода воды q (м³/с), протекающей через прямоугольный водослив с боковым сжатием b/B от 0,40 до 0,20 на 1 м ширины водослива	141
Приложение Н (обязательное)	142
Приложение П (обязательное) Величины удельного расхода воды q (м³/с), протекающей через трапецеидальный, на 1 м ширины водослива	144

Приложение Р (обязательное) Величины удельного расхода воды q ($\text{м}^3/\text{с}$), протекающей через треугольный водослив, на 1 м ширины водослива	146
Приложение С (обязательное) Величины расхода воды q ($\text{м}^3/\text{с}$), протекающей через параболический водослив с $r=4$ см	151
Приложение Т (обязательное) Величины расхода воды q ($\text{л}/\text{с}$), протекающей через радиальный водослив с различными радиусами R	152
Приложение У (обязательное) Технический паспорт гидрометрического сооружения (устройства)	154
Приложение Ф (обязательное) Форма таблицы ТГ-16	169
Библиография	172

Введение

Технический кодекс установившейся практики «Правила проведения гидрологических наблюдений и работ» (далее – технический кодекс) разработан в развитие ст. 15 Закона Республики Беларусь от 09.01.2006г. «О гидрометеорологической деятельности» и во исполнение приказа Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.02.2006г. № 3 «План подготовки проектов нормативных правовых актов в области, относящейся к компетенции Департамента по гидрометеорологии». Технический кодекс состоит из двух частей:

- часть 1 технического кодекса содержит «Правила проведения гидрологических наблюдений и работ на больших и средних реках»;
- часть 2 технического кодекса содержит «Правила проведения гидрологических наблюдений и работ на малых реках».

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование Гидрометеорология ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И РАБОТ ЧАСТЬ 2

Ахова навакольнага асяродзя і прыродакарыстанне Гідраметэаралогія ПРАВІЛЫ ПРАВЯДЗЕННЯ ГІДРАЛАГІЧНЫХ НАЗІРАННЯУ І РАБОТ ЧАСТКА 2

Environmental Protection and Nature Use. Hydrometeorology The rules of carrying out of hydrological observations and operations Part 2

Дата введения 2009-01-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает правила проведения гидрологических наблюдений и работ на малых реках для постов и сетевых гидрологических подразделений государственной сети наблюдений Департамента по гидрометеорологии Республики Беларусь.

Требования настоящего технического кодекса обязательны для сетевых гидрологических подразделений гидрометеорологической службы, для организаций, осуществляющих контроль и обобщение результатов наблюдений, и индивидуальных предпринимателей, имеющих право осуществлять гидрометеорологическую деятельность.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 8.3–2007(03220) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь Вертушки гидрометрические. Методика поверки в градуировочном лотке

СТБ 1804–2007 Знаки информационные особо охраняемых природных территорий, водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов

ГОСТ 4.331–85 Система показателей качества продукции. Мотопомпы пожарные Номенклатура показателей

ГОСТ 8.417–2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 10528–90 Нивелиры. Общие технические условия

ГОСТ 10529–96 Теодолиты. Общие технические условия

ГОСТ 11897–94 Штативы для геодезических приборов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 15126–80 Средства измерения скорости течения воды. Вертушки гидрометрические речные. Общие технические условия

Издание официальное

ГОСТ 15150–69 Уровнемер поплавковый цифровой однотросовый УПЦО

ГОСТ 17.1.1.02–07 Классификация водных объектов

ГОСТ 19179–73 Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 19185–73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины и соответствующие определения:

3.1 кольматаж: обработка ложа канала с целью уменьшения его фильтрации путем заполнения пор грунта более мелкими частицами.

3.2 марка: клеймо, (штамп), проставляемое на изделие.

3.3 понур: водонепроницаемое покрытие дна водохранилища, примыкающее к плотине.

3.4 пуццоланы: горные породы, состоящие из продуктов вулканического происхождения (пепла, туфов, пемзы); используются как добавки при производстве пуццоланового цемента.

3.5 рисберма: укрепленный участок русла реки в нижнем бьефе гидротехнического сооружения. Защищает русло от размыва, выравнивает скорость потока.

3.6 суффозия: вынос мелких минеральных частиц и растворенных веществ водой.

А также термины и определения в соответствии с ГОСТ 19179, 19185 и [7].

4 Общие положения

4.1 Основное назначение гидрологических наблюдений на малых реках — получение характеристик нормы стока и режима уровней, а также экстремальных значений расходов воды (максимальных и минимальных) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.1.02. Многолетние наблюдения на малой реке должны обеспечивать получение данных, достаточных для полного представления о многолетних и внутригодовых колебаниях ее стока, о минимальном и максимальном стоке и особенностях их формирования в соответствии с требованиями [1], [2]. Вместе с указанными стоковыми характеристиками гидрологические наблюдения должны обеспечивать получение достаточно подробных сведений и о других элементах гидрологического режима:

- твердом стоке;

- температуре;

- ледоставе. Они должны также давать представление о ходе русловых переформирований в пределах пункта наблюдений.

4.2 Программы наблюдений на гидрологических постах малых рек должны быть откорректированы в зависимости от намечаемого направления водохозяйственного использования последних (для орошения, обводнения, водоснабжения или в качестве водоприемников при осушении, сбросе промышленных и бытовых стоков и пр.) в соответствии с требованиями [4].

В каждом конкретном случае корректировку программы наблюдений производит сетевое гидрологическое подразделение с утверждением в ГУ Республиканском гидрометеоцентре (далее РГМЦ).

4.3 В данном техническом кодексе излагается методика организации и производства наблюдений за стоком воды и уровнями на малых реках в соответствии с требованиями ГОСТ 8.417.

Гидрологические наблюдения на малых реках организуют и проводят для получения характеристик не только естественного, но и зарегулированного стока.

При изучении естественного стока, включая и суточный его ход в период снеготаяния, половодья и паводков, наблюдения следует организовать на участках рек, где естественный режим их не нарушен гидротехническими сооружениями, (водозаборами) или сбросами воды [2].

Такие наблюдения необходимо производить на реках, имеющих репрезентативные условия водосбора (бассейна), для изучения какого-либо стокоформирующего фактора (озерности, лесистости, распаханности, заболоченности, карста и т. п.);

При изучении характеристик зарегулированного стока наблюдения следует организовать и производить обязательно ниже подпорных гидротехнических сооружений, если ими осуществляется суточное и более «глубокое» (недельное, месячное, сезонное) регулирование стока.

4.4 Если искусственные изменения естественного режима стока малой реки выражаются не только в его перераспределении во времени (имеет место регулирование стока водохранилищем), но и в увеличении или уменьшении его объема (сбросы воды в реку или ее изъятие), то наблюдения организуют в створе соответствующего сооружения (плотина, водозабор, водосброс) с учетом особенностей измененного режима (искусственной обстановки, создавшейся на реке), сообразуясь со сведениями, полученными при обследовании водотока (см. приложение Б). При этом на реке рекомендуется устройство установок самописцев уровней воды (далее СУВ), а не простых реечных водомерных постов.

Принадлежность данного водотока к категории малой реки с точки зрения организации гидрометрических работ устанавливают на основании предварительного определения величины максимального расхода 5 % обеспеченности, значение которого не должно быть более 50 м³/с.

4.5 Все пункты стоковых наблюдений на малых реках оборудуют гидрометрическими сооружениями. Эти сооружения разделяются на вспомогательные и измерительные.

К вспомогательным гидрометрическим сооружениям относят гидрометрические мосты (переходы) и гидрометрические переправы (люлочные и лодочные).

К измерительным гидрометрическим сооружениям относят установки СУВ и гидрологические расходомеры.

5 Характеристики способов измерения расходов воды и выбор типа гидрологических расходомеров

5.1 Расходы воды малых рек определяются следующими способами:

- гидрометрической вертушкой в створах естественного упорядоченного русла и способом смешения;
- объемным способом;
- гидрометрической вертушкой в специально оборудованном контрольном русле;
- с помощью гидрометрических лотков;
- с помощью водосливов различных типов;
- по данным о прохождении воды через турбины и водосборные отверстия малых гидроэлектростанций (далее ГЭС);
- с помощью поплавков.

Выбранный метод измерения расхода воды должен для данных условий наилучшим образом удовлетворять требованиям точности отдельных измерений и

учета стока во времени при наименьших затратах средств на сооружение и эксплуатацию измерительных устройств в соответствии с ГОСТ 8.417.

5.2 При выборе метода измерения расхода воды и соответственно типа гидрометрического устройства следует иметь в виду, что наиболее совершенными являются измерения с помощью гидрологических расходомеров - лотков и водосливов, которые дают возможность непосредственно определить расход воды по высоте уровня (напора) на основе соответствующих гидравлических зависимостей и данных тарировки. Ряд преимуществ по сравнению с измерениями расходов в обычных гидростворах имеют измерения, проводимые в искусственных контрольных руслах. Эти преимущества сводятся к следующему:

- контрольные русла в условиях сильно деформируемого дна и обильного транспорта наносов обеспечивают точность определения поперечного профиля русла при минимальном объеме промерных работ;

- контрольные русла обеспечивают равномерность потока и устраняют ошибки в измерении скоростей, обусловленные косоструйностью течения.

В общем случае контрольные русла не устраняют необходимости систематических измерений расходов воды вертушками для тарировки сечения и последующего определения расходов по кривой $Q=f(H)$ на основании измеренных уровней.

При наличии на участке реки малой гидроэлектростанции (ГЭС) следует установить надежные зависимости между расходами воды, пропускаемыми гидротурбинами, их мощностью и напором и между расходом воды водосливного сооружения, степенью его открытия и напором на нем. Эти зависимости на малых сооружениях следует установить по данным натурной тарировки. Кроме того, необходимо путем измерений определить величину фильтрации в створе сооружения.

Стоковые посты в створах малых ГЭС при исправных гидроагрегатах и хорошем состоянии сооружения обеспечивают в условиях малых рек достаточную надежность наблюдений и данных о стоке, особенно в периоды зарастания русла, при ледовых явлениях, а также в половодье при наличии поймы.

5.3 Метод учета стока воды на малых реках путем измерения расходов воды гидрометрической вертушкой или поплавками следует применять в тех случаях, когда устройство гидрометрических сооружений по тем или иным причинам невозможно. Для достижения достаточной точности измерений малых расходов воды ($\leq 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$) и обеспечения устойчивой связи между расходом и уровнем воды русло на малых реках необходимо упорядочить в соответствии с требованиями [3].

При выборе метода измерения и типа гидрометрического устройства следует исходить из особенностей потока и, если позволяют условия, отдавать предпочтение сооружениям безнапорным или малонапорным, которые вносят наименьшие нарушения в естественный режим потока.

Выбор методов измерения производится с учетом совокупности всех перечисленных выше факторов. В таблице 5.1 указаны пределы расходов воды, измеряемых различными методами с достаточной точностью. В качестве основного, а в большинстве случаев и единственного средства учета стока на малых реках следует использовать гидрологические расходомеры (водосливы, гидрометрические лотки, контрольные русла).

5.4 Основным типом сооружения для очень малых водотоков служить водослив с тонкой стенкой (диапазон измеряемых расходов от десятых долей литра в секунду до $10 \text{ м}^3/\text{с}$). Однако применение тонкостенных водосливов требует соблюдения следующих условий:

- слабый транзит влекомых наносов (при большом количестве наносов водохранилище в верхнем бьефе будет быстро занесено и нормальные

гидравлические условия работы будут нарушены);

– слабая водопроницаемость грунтов, слагающих ложе реки, или близкое залегание водоупора (возведение водосливной установки в легко проницаемых грунтах требует сложных и дорогостоящих противофильтрационных мероприятий);

– значительный продольный уклон водотока (в случае небольшого уклона перед водосливом создается довольно емкий бьеф, сильно искажающий естественный гидрограф; кроме того, при малых уклонах трудно обеспечить незатопленный режим истечения).

5.5 Измерения расходов при помощи гидрометрических лотков возможны в тех случаях, когда из-за сравнительно малых уклонов нецелесообразно применение тонкостенных водосливов. Диапазон измеряемых расходов для лотков значительно больше, чем для тонкостенных водосливов (от нескольких литров в секунду до 50 м³/с).

Целесообразно применение водослива с широким порогом (треугольной или прямоугольной формы).

Таблица 5.1 – Пределы измерения расходов воды различными методами

Способ измерения и типы измерительных устройств	Пределы измеряемых расходов, л/с	
	наименьший	наибольший
«Скорость - площадь» (скорость измеряется вертушками) – в естественном упорядоченном и искусственных контрольных руслах Вертушки ГР-21М Вертушки ГР-55	15 7	Не устанавливается То же
Способ смещения	100	3 000-5000
Гидрологические лотки: – лотки Паршала при ширине горловины: b=0,25 м b=2,50 м b=7,50 м – лотки Вентури при ширине горловины: b=0,25 м b=3,00 м	3 100 390 4	250 4000 47500 300
Водосливы практического профиля и с широким порогом : – с треугольным профилем порога (водослив Крампа) при минимальных размерах (b=0,30 м; H _{макс} =0,15 м; h _{мин} =0,03 м) при максимальных размерах (b=6,00 м; H _{макс} =2,25 м; h _{мин} =0,06 м) – с порогом прямоугольного профиля при минимальных размерах (b=0,30 м; H _{макс} =0,25 м; h _{мин} =0,06 м) при максимальных размерах (b=2,00 м; H _{макс} =0,06 м; h _{мин} =0,15 м)	50 3 170 6 120	5500 35 ~50000 60 28 000

Продолжение таблицы 5.1

Способ измерения и типы измерительных устройств	Пределы измеряемых расходов, л/с	
	наименьший	наибольший
Тонкостенные водосливы:		
– прямоугольный и трапецеидальный.		
малый ($b_{\text{мин}}=0,15$ м; $h_{\text{макс}}=0,3$ м)	3	50
большой ($b_{\text{макс}}=3,0$ м; $h_{\text{макс}}=1,0$ м)	100	10000
– треугольный		
с углом при вершине 90° ($h_{\text{макс}}=1,0$ м)	0,8	1400
с углом при вершине 120° ($h_{\text{макс}}=1,0$ м)	1,5	2450
с углом при вершине 45° ($h_{\text{макс}}=1,0$ м)	0,4	580
с углом при вершине 20° ($h_{\text{макс}}=0,50$ м)	0,2	44
– параболический ($h_{\text{макс}}=0,50$ м)	0,2	140
– радиальный ($h_{\text{макс}}=0,30$ м; $R=0,2\%0,06$ м)	0,06	10-15
Малые ГЭС	500	50 000 и более
Объемный метод:		
– по времени заполнения мерного сосуда	Исчезающе малый	5
– по приращению уровня воды в мерном бассейне	0,2	20

5.6 Контрольные русла следует устраивать на участках рек, подверженных резким и частым деформациям, которые исключают возможность организации постоянного гидрометрического створа с однозначной и относительно устойчивой кривой расходов.

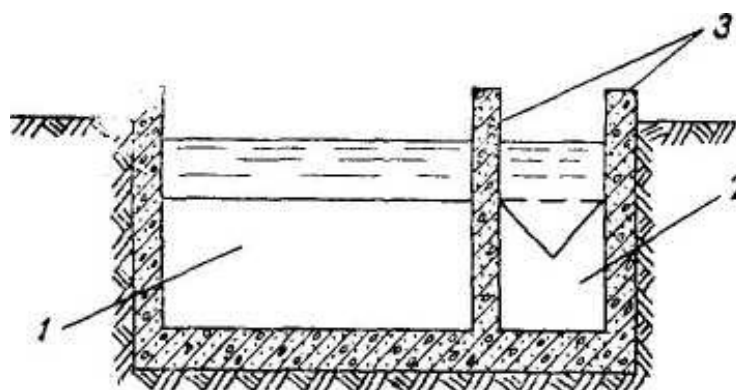
Примечание. В том случае, когда возведение капитальных сооружений указанных типов не представляется возможным, допустимо устройство временных упрощенных контрольных сечений.

5.7 Измерение расходов воды гидрометрической вертушкой в канализированном русле допустимо производить при ширине его по дну не менее 0,5 м и глубине не менее двух диаметров лопастного винта вертушки, при средней скорости течения воды выше 0,15 м/с в соответствии с требованиями [12].

Если амплитуда колебаний расхода воды реки не укладывается в указанные в таблице 5.1 пределы для одного способа, то измерения расходов воды следует вести несколькими взаимно дополняющими способами.

5.8 Комбинированное использование гидрометрических сооружений (рисунок 5.1) следует сочетать с обязательным соблюдением следующих условий:

- точность измерений должна быть достаточной в пределах всей амплитуды колебаний расхода воды данного потока;
- число измерительных установок должно быть наименьшим (лучше две);
- переход с одной установки на другую должен осуществляться без вмешательства наблюдателя (необходимо обеспечить возможность безнадзорной работы комбинации установок по крайней мере в течение нескольких суток).



1 – водослив большой; 2 – водослив малый; 3 – несущая конструкция

Рисунок 5.1 – Комбинированный тонкостенный водослив для учета малых и больших расходов воды

Наиболее часто встречаются следующие комбинации:

- сочетание обычного гидроствора или искусственного контрольного русла с гидрометрическим лотком или водосливом, предназначенными для точного учета средних и малых расходов воды и устанавливаемыми непосредственно в контрольном русле (при комбинации лотка или водослива с гидроствором в естественном русле последний располагается выше или ниже по течению от створа гидрометрического сооружения в зависимости от местных условий);

- сочетание двух водосливов (лотков) – большого и малого – применяется на реках с наибольшими расходами свыше $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Оба водослива (лотка) в этом случае устанавливают последовательно так, чтобы при пропуске малых расходов работал малый водослив (лоток), а после его затопления начинал действовать большой водослив.

Возможно также сочетание двух водосливов в одном створе, когда водосливы располагаются рядом. В этом случае порог малого водослива закладывается ниже порога большого, как показано на рисунке 5.1.

5.9 Общий расход воды через сооружение определяется как сумма расходов, пропускаемых большим и малым водосливными отверстиями;

- сочетание лотка или водослива с устройством для измерения объемным способом на реках, для которых характерно снижение расхода воды до долей литра в секунду или полное пересыхание в отдельные периоды. В качестве мерного сосуда может быть использован бассейн перед водосливом (лотком), устроен специальный мерный резервуар или применены небольшие переносные сосуды (мерное ведро, протарированный бак);

- сочетание лотка с водосливной рамкой. Применяется в случаях, когда малые расходы воды, не улавливаемые лотком, наблюдаются длительное время, причем межень устойчива и прохождение дождевых паводков исключено. Водосливную рамку устанавливают в лотке после прохождения весеннего половодья на весь меженный период.

6 Обследование участка реки и выбор места для стационарных гидрологических наблюдений

6.1 Участок реки, где намечается открытие поста или устройство гидрометрического сооружения, подлежит во всех случаях детальному обследованию. При этом необходимо иметь данные об использовании воды и водном режиме по натурным обследованиям и материалам местных организаций (лесничеств, колхозов и пр.).

Обследованию подлежат гидротехнические сооружения и водозаборы, если они имеются вблизи намечаемого поста; при этом выясняются возможности организации

на них учета стока. В соответствующих энергетических и водохозяйственных органах должны быть получены проектные и эксплуатационные характеристики сооружений. Особое внимание при этом должно уделяться получению сведений о водозаборе по месяцам, декадам и отдельным суткам. Необходимо решить вопрос об учете изымаемой воды; в дальнейшем, как правило, этот учет должен проводиться водопользователями под контролем методического отдела РГМЦ, но в отдельных случаях возможна организация дополнительных гидростворов, включаемых в состав сети Департамента по гидрометеорологии.

6.2 Участок реки, намечаемый для стационарных гидрологических наблюдений, должен удовлетворять следующим требованиям, обеспечивающим удобство измерений при достаточной точности получаемых данных о стоке воды:

- на участке должен отсутствовать переменный подпор, приводящий к усложнению гидрометрических работ и снижению их точности. При невозможности выбора бесподпорного участка следует выбирать участок, на котором влияние подпора сказывалось бы в наименьшей степени;

- участок должен быть прямолинейным на протяжении, по крайней мере пятикратной ширины реки и по возможности с правильной корытообразной формой русла. Если имеется пойма, то выбирается участок с наименьшей шириной ее, ровной поверхностью, без протоков и стариц, свободный от древесной и кустарниковой растительности;

- на участке, а также непосредственно выше и ниже него не должны находиться острова, осередки и пр., которые могут вызывать переменный подпор, косоструйность, поперечные уклоны и другие нарушения равномерности потока;

- берега и русло должны быть более устойчивыми и не подверженными значительному зарастанию;

- гидрометрический створ или сооружение располагается выше устойчивого переката или порога, выше резкого сужения русла, на расстоянии не меньше двух-трех ширин реки от него.

6.3 Выбор участка для гидрологических наблюдений на малых реках поручается специалисту ГУ РГМЦ или начальнику (инженеру) сетевого гидрологического подразделения по заданию, в котором указывается, на какой реке должен быть открыт пост и в какой именно ее части – в верхнем, среднем или нижнем течении. Точное местоположение намечаемого пункта наблюдений в задании не обозначают.

После выбора и обследования участка реки все оформленные материалы представляются в Департамент по гидрометеорологии на утверждение по форме приведенной в приложении Б.

6.4 В состав работ по выбору участка реки для гидрологических наблюдений входит:

- предварительное ознакомление с районом намечаемого поста по справочным гидрологическим изданиям [5], [6] и другим печатным и архивным источникам и данным опроса местных жителей;

- рекогносцировочное обследование реки в намеченном районе и выбор участка для наблюдений;

- подробные изыскания на выбранном участке;

- составление отчета о произведенных работах.

Примерные размеры района обследования определяются местными условиями и особенностями реки; они должны быть указаны в задании по выбору участка.

В процессе ознакомления с районом выясняют или уточняют следующие характеристики:

- общие физико-географические условия (климатические, почвенно-геологические) той части бассейна, сток с которой намечается изучать;

- основные черты гидрографии, гидрологического режима (питание, сток,

ледовые явления) и его изученность. с использованием материалов [5],[6];

- современное использование реки (лесосплав, водоснабжение, орошение, гидроэнергетика и т. д.). Полнота этих характеристик должна быть достаточной для выбора участков и обоснования программ наблюдений;

- перспективное развитие народного хозяйства, намеченные изменения на водосборе реки (мелиорация, облесение и т. д.), а также изменения в использовании реки;

- топографические материалы: карты, планы, профили, реперы государственной и ведомственной нивелирной сети;

- положение населенных пунктов, пути сообщения, средства связи.

Длина обследуемого участка определяется Департаментом по гидрометеорологии в зависимости от размеров и степени изученности реки в пределах от нескольких до десятков километров. Реки длиной менее 30 км обследуют на всем протяжении и по всей водосборной площади (для уточнения границ последней).

6.5 На выбранном для гидрологических наблюдений участке реки проводят подробные изыскания, в состав которых входят:

- инструментальная топографическая съемка;

- обследование грунтов дна и берегов реки и получение физико-механических характеристик;

- определение направления и величины скорости течения.

Подробные изыскания на участке производят после его выбора и утверждения в Департаменте по гидрометеорологии. Они должны дать исчерпывающий материал для последующего выбора типа, проектирования и строительства гидрометрического сооружения или для организации гидроствора в русле реки.

В приложении А даны краткие указания о производстве топографических и инженерно-геологических изысканий на малых реках.

6.6 Сбор сведений о гидрологическом режиме реки производят на основе натурных обследований путем непосредственных измерений, выявления меток уровня высоких вод с последующей их нивелировкой, опроса местного населения и анализа материалов предшествующих исследований и наблюдений.

Особое внимание следует обращать на получение сведений о ледовом режиме, деформациях русла и режиме наносов. Отмечают места оползания и обрушения берегов, отмели и осередки и их перемещения во времени, конусы выноса впадающих в реку притоков и оврагов. Получение таких сведений весьма важно для оценки пригодности участка реки и выбора типа гидрометрического устройства.

6.7 Во время обследования участка обязательно измеряют расходы воды и уклоны водной поверхности, а также берут пробы воды на мутность на двух-трех вертикалях (суммарным способом) и пробы донных отложений.

При обследовании рекомендуется пользоваться памяткой-справкой, заполняемой по мере сбора сведений и получения данных измерений. Образец памятки-справки дан в приложении Б.

6.8 Отчет о работах по выбору участка реки для организации гидрологических наблюдений составляют в сетевом гидрологическом подразделении в двух экземплярах, из которых один (первый) хранится в делах подразделения, а другой пересылают в Департамент по гидрометеорологии. К первому экземпляру прилагают подлинные документы обследования, выписки из литературных и архивных материалов, нивелировочные и буровые журналы, промерные журналы, журналы измерения расходов воды и пр.

В состав отчета включают:

- пояснительную записку;

- гидрографическое описание обследованного участка

- план, продольные и поперечные профили участка;
- литологические профили;
- ведомости измеренных расходов воды, данные о мутности и гранулометрическом составе донных отложений.

6.9 Пояснительная записка должна в сжатых и ясных формулировках излагать основные результаты работ, связанных с обследованием водосбора и выбором участка для гидроствора или устройства гидрометрического сооружения. Порядок изложения:

- общие сведения (ссылки на предписание Департамента по гидрометеорологии; кто и когда проводил обследование; объем произведенных работ);

- общие сведения о реке и бассейне;

- сведения о выбранном участке:

- обоснование выбранного участка:

- а) мотивировка допущенных отступлений от требований к выбору участка;

- б) характеристика долины и русла реки;

- в) характеристика гидрологического режима реки;

- г) расчет наибольшего и наименьшего расхода воды;

- д) экономическая характеристика участка (удаленность от населенных пунктов, средства транспортной и почтовой связи, местные строительные материалы и т. п.).

6.10 Наибольший расчетный расход воды устанавливается в зависимости от наличия или отсутствия измерений в соответствии с нормативными указаниями и использованием рекомендаций, содержащихся в [6]. В качестве расчетного расхода принимают максимальный расход обеспеченностью 5 %. Принятые величины расчетных расходов воды утверждают в ГУ РГМЦ.

Наименьший расход воды оценивают приближенно, насколько это возможно при непосредственном обследовании участка и по опросным данным.

Для пересыхающих и перемерзающих рек весьма важно установить частоту и продолжительность этих явлений: наблюдается ли прекращение стока воды ежегодно или только в годы с засушливым летом и очень суровой зимой, сколько времени (дней или месяцев) длится пересыхание и перемерзание и т. п.

В зависимости от величины расчетного максимального расхода и диапазона изменения расходов в течение года выбирают тип гидрологического расходомера и его размеры.

7 Устройства для измерения уровня воды, факторы, влияющие на работу СУВ, типы, особенности и компоновка

7.1 Устройства для измерения уровня воды

7.1.1. Водомерные посты на малых реках следует оборудовать СУВ и минимум двумя реперами – надежно закрепленными планово-высотными опорными геодезическими знаками в соответствии с требованиями СТБ 1804, ГОСТ15150. Установка СУВ должна обеспечивать автоматическую непрерывную регистрацию уровней в том диапазоне, на который она рассчитана.

7.1.2 Установки СУВ на малых реках представляют собой самостоятельные гидрометрические сооружения или входят в состав гидрологических расходомеров. В обоих случаях они выполняют одну и ту же функцию – автоматическое измерение уровня воды в соответствии с [10], [11].

Конструкция установки СУВ в составе гидрологического расходомера зависит от его типа и конструктивных особенностей.

7.1.3 Установку СУВ всегда оснащают внешним и внутренним контрольными

водомерными постами. Их назначение – обеспечить возможность проверки связи уровней в реке и в поплавковом колодце самописца уровня воды.

7.1.4 На реках, где реальна опасность нарушения работы установки СУВ в период прохождения высоких половодий и паводков вследствие заиливания, русловых переформирований и других причин, водомерные посты следует дополнительно оборудовать двумя максимальными рейками. Их располагают выше и ниже по течению от установки СУВ. Назначение максимальных реек – зафиксировать уровень высоких вод в случае прекращения работы самописца уровня воды и дать возможность определить при этом продольный уклон реки у водпоста.

7.1.5 Внешний контрольный водомерный пост располагают в русле реки, как правило, вне установки СУВ, обязательно у входа в соединительное устройство последней. Он представляет собой крючковую, игольчатую или простую водомерные рейки, надежно закрепленные рядом на свае или кусте свай.

К рейкам необходимо обеспечить свободный доступ для удобства производства отсчетов, их ремонта и замены в соответствии с требованиями [9]. Свая (куст свай) и рейки должны быть надежно защищены от повреждений плывающими предметами и при ледоходе.

Внутренний водомерный пост представляет собой простую или электроконтактную крючковую рейку, надежно закрепленную внутри поплавкового колодца на его стенке.

Крючковая рейка (см. приложение В) позволяет измерять уровни воды с точностью до $\pm 1,0$ мм согласно ГОСТ 8.417.

7.1.6 Водомерные рейки обоих водпостов должны иметь приводки к нулю водомерного поста для получения по ним единой системы отсчетов.

7.1.7 Реперы на всех водомерных постах выполняют и устанавливают в соответствии с рекомендациями [8].

7.1.8 Установки СУВ оснащают преимущественно самописцами уровня воды «Валдай», ГР-38; применяют и дистанционные уровнемеры, позволяющие передавать данные об уровнях на расстояние.

При размещении установок СУВ вблизи от населенных пунктов, когда их могут часто посещать наблюдатели, следует устанавливать СУВ «Валдай» [10]. Установки СУВ могут быть с двумя и более колодцами. При этом один из них, самый дальний от реки, используют как поплавковый, а остальные, промежуточные, являются отстойниками наносов для предохранения первого от заиливания.

7.1.9 Для строительства колодцев установок СУВ используют стандартные железобетонные кольца и куски асбоцементных и металлических стандартных труб нужных диаметров и длины. Колодцы делают и монолитными – армобетонными, кирпичными (из гидротехнического кирпича), из шпунтовых досок и брусьев, в виде деревянных колодезных срубов квадратного сечения.

7.1.10 Наилучшая форма поплавковых колодцев в плане – круглая. Их внутренний диаметр зависит от глубины заложения. До глубины колодца 1,2 м внутренний диаметр его не рекомендуется делать меньше 0,4–0,6 м для удобства производства работ при его опускании и доступа в него. При глубине свыше 1,2 м по тем же причинам внутренний диаметр колодца надо делать не меньше 0,8 м.

Поплавковый колодец обязательно должен иметь строго вертикальные стенки. В этом случае поплавок самописца при его перемещении вверх и вниз не будет касаться стенок колодца.

7.1.11 В поплавковом колодце ниже места его сопряжения с соединительным устройством должен быть некоторый объем (называемый мертвым), предназначенный для осаждения могущих попасть в него наносов. Поэтому дно колодца нужно закладывать в зависимости от мутности речного потока на 0,5–0,8 м ниже отметки соединительного устройства. Чем больше мутность водотока, тем

больше должен быть мертвый объем.

Верхний срез колодца располагают на 0,5-1,0 м выше наивысшего уровня воды в реке в зависимости от степени надежности его определения.

7.1.12 Соединительные устройства установок СУВ выполняют трубчатыми – из стальных, чугунных и железобетонных труб различных диаметров, закрытых и открытых железобетонных галерей (лотков), открытых земляных и облицованных каналов или комбинированными. Последние представляют собой сочетание участка трубы с участком галереи или открытого канала.

При размещении поплавкового колодца непосредственно в водном потоке роль соединительных устройств выполняют отверстия, устраиваемые в стенке колодца, если поток обтекает его со скоростью не более 0,5 м/с.

7.1.13 Измерительные павильоны установок СУВ строят в зависимости от местоположения из дерева (рублеными, стоечно-обшивными), кирпича, шлакобетона.

В установках СУВ, расположенных в населенных пунктах и в непосредственной близости от них (до 1,0 км), измерительный павильон заменяют металлическим или деревянным (обшитым жестью) шкафом, имеющим внутренний объем, достаточный для размещения в нем регистрирующего устройства самописца уровня. У шкафа делают плотно закрывающиеся дверцы с размерами, при которых удобно вести монтаж и демонтаж самописца и сменять у него ленту. Шкаф устанавливают на верхнем обресе поплавкового колодца. Для установок СУВ, расположенных в удалении 1-3 км от населенных пунктов, рекомендуется строительство малогабаритных павильонов размерами в плане 2,70х2,50 м, высотой 2,50 м.

Вдали от населенных пунктов (свыше 3 км) рекомендуется строительство крупногабаритных павильонов с размерами в плане 4,4х4,4 м, высотой 2,5 м. В них должна быть предусмотрена возможность ночлега наблюдателя поста и производства первичной обработки материалов, хранение инвентаря и инструментов, необходимых для обеспечения нормальной эксплуатации водпоста и установки СУВ.

7.1.14 Вспомогательные гидротехнические конструкции, входящие в состав установок СУВ, в зависимости от гидрологических особенностей водотока и местных условий могут представлять:

- струенаправляющие шпоры;
- ледорезы или кусты ледорезных свай;
- различные покрытия и укрепления берегов для защиты их от размыва в зоне размещения установок;
- специальные защиты оголовков трубчатых соединительных устройств от механических повреждений;
- демпферы для гашения в поплавковых колодцах волновых возмущений и др.

7.2 Факторы, влияющие на работу установок СУВ

7.2.1 На выбор местоположения установки СУВ, ее типа и конструкции оказывают существенное влияние следующие гидрологические факторы:

- амплитуда и интенсивность изменения уровня воды во времени в реке (водохранилище);
- продолжительность периода с отрицательными температурами, интенсивность и длительность ледохода, условия его прохождения в зоне размещения установки СУВ (с навалом на берега или без него), отметки уровня воды при ледоходе и ледоставе, наибольшая толщина льда (или отсутствие ледяного покрова), наличие донного льда и шуги;
- расходы донных и взвешенных наносов, характер их распределения в годовом и многолетнем разрезах, гранулометрический состав;

– очертания речного русла и поймы в плане, форма поперечного сечения установки, крутизна берегов, физико-механические свойства грунтов, слагающих берег, характер и глубина их залегания;

– интенсивность и характер русловых деформаций на участке размещения установки;

– скорости в речном потоке, характер и интенсивность процессов макротурбулентности (различных возмущений потока) в зоне размещения установки СУВ.

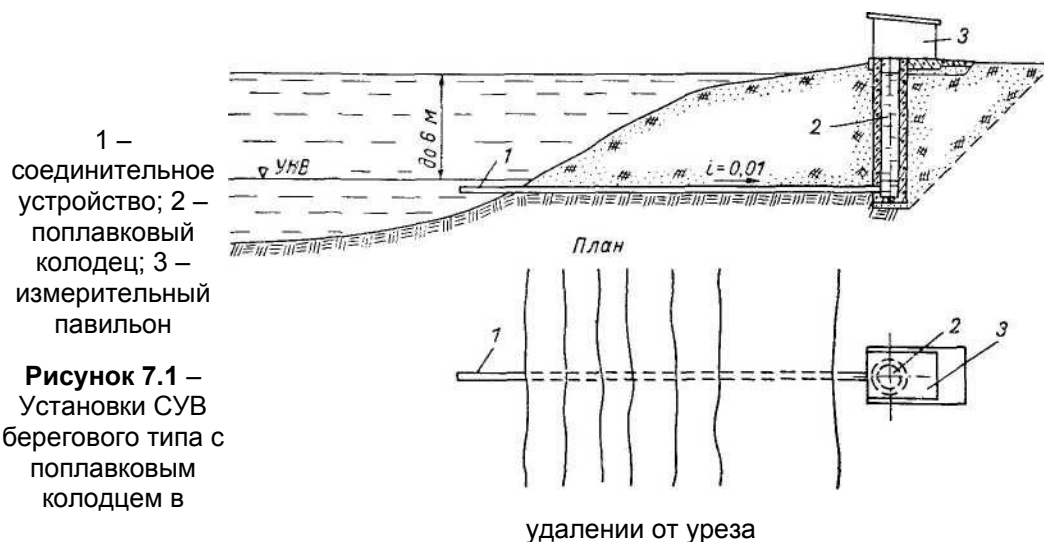
Эти же факторы определяют собой условия и особенности технической эксплуатации установок СУВ.

7.2.2 Способы производства работ при строительстве установок СУВ определяются геологическим строением и гидрогеологическими особенностями берегов, степенью устойчивости слагающих их грунтов. От грунтов зависит состав и объем работ по планировке и укреплению берегов в зоне размещения установок.

7.2.3 Бесперебойное функционирование установки СУВ можно гарантировать только в случае, если она спроектирована, построена и эксплуатируется с учетом гидрологических и других факторов, могущих нарушить ее работу и проявляющихся в зоне местоположения водпоста. Эти факторы подлежат изучению при выполнении изысканий для обоснования проекта установки СУВ. Сведения о них должны обязательно пополняться и в процессе эксплуатации для последующего усовершенствования установки. Поэтому отсутствие их подробных характеристик не может являться основанием для отказа от строительства установки СУВ.

7.3 Типы установок СУВ и их особенности

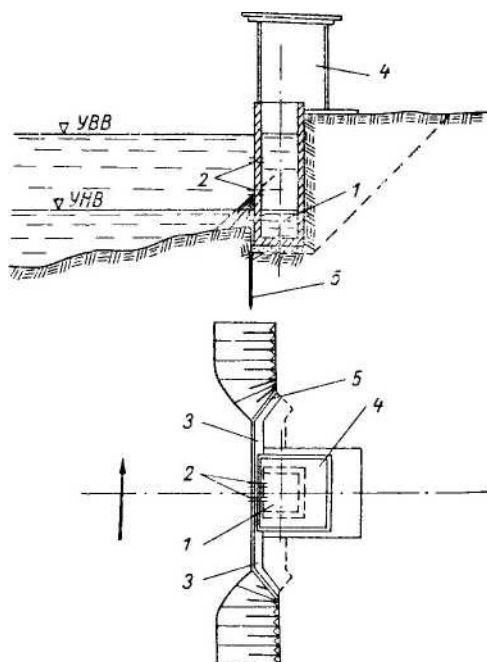
7.3.1 Тип установки СУВ определяется местоположением поплавкового колодца по отношению к урезу воды в реке в межень. На сети Департамента по гидрометеорологии Республики Беларусь применяют установки СУВ берегового типа (рисунок 7.1).



В установке СУВ берегового типа поплавковый и промежуточный колодцы и значительную часть соединительного устройства сооружают в берегу. При этом колодцы обычно располагают на некотором расстоянии от уреза, как показано на рисунке 7.1. Чем ближе берег, тем больше это расстояние. В русле реки вблизи берега сооружают водоприемную часть (оголовки) соединительного устройства.

7.3.2 При наличии крутого, невысокого (до 2,5 м), устойчивого, неразмываемого берега при амплитуде колебаний уровня воды в реке 1,5-2,0 м поплавковый колодец, если он четырехгранный, можно размещать непосредственно у уреза, как показано

на рисунке 7.2, так, чтобы одна его грань омывалась водой, а три другие были бы заделаны в берег. Связь уровней воды в реке и колодце обеспечивают с помощью отверстий, устраиваемых в стенке колодца, обращенной к реке.



1 – поплавковый колодец; 2 – соединительные отверстия; 3 – подпорная стенка; 4 – измерительный павильон; 5 – шпунтовое ограждение

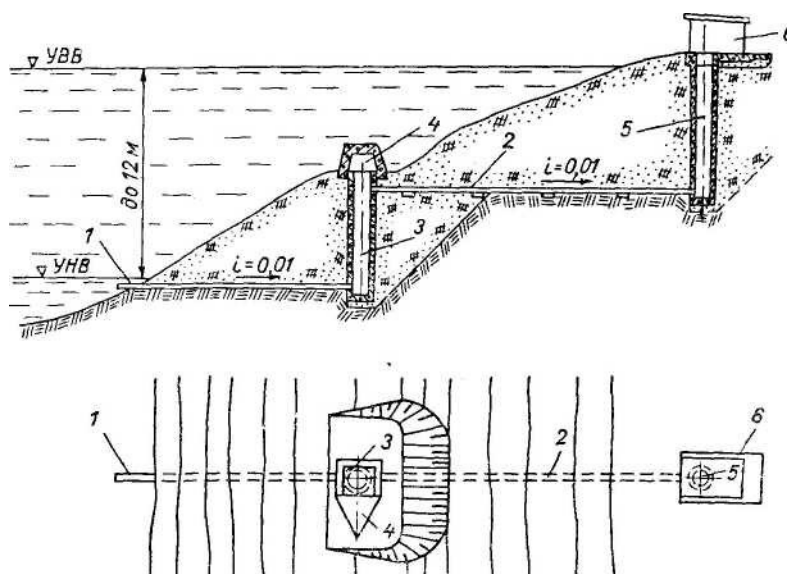
Рисунок 7.2 – Установка СУВ берегового типа с поплавковым колодцем вблизи уреза

7.3.3 Установки СУВ, оснащенные поплавковыми самописцами, следует рассчитывать на амплитуду колебаний уровня воды до 6,0 м.

Установки СУВ выполняются двухъярусными, когда не представляется возможным заложить поплавковый колодец на полную глубину или амплитуда колебаний уровня воды превышает 6,0 м. В этом случае две самостоятельные установки (рисунок 7.3) располагаются на разных отметках. При этом соединительное устройство верхней установки должно быть заложено минимум на 1,0 м ниже максимального рабочего положения нижней установки, с тем, чтобы до момента демонтажа на ней самописца верхний самописец вступил в работу.

Измерительный павильон нижней установки является затопляемым. Его выполняют в виде малогабаритного железобетонного бокса ледорезного типа.

7.3.4 При значительной глубине поплавкового колодца (более 2,5-3,0 м) применение крюковой или игольчатой рейки затруднительно или невозможно совсем. В таких случаях внутренний контрольный водомерный пост установки СУВ может быть выполнен как передаточный водомерный пост в виде перекинутого через блок тросика с поплавком и грузом.



1 - нижнее и 2 - верхнее соединительные устройства; 3 - нижний и 5 - верхний поплавковые колодцы; 4 - нижний и 6 - верхний измерительные павильоны.

Рисунок 7.3 - Двухъярусная установка СУВ берегового типа.

При устройстве внутреннего контрольного водомерного поста с крючковой или простой рейкой заранее следует предусмотреть освещение колодца (электрическим или обычным фонарем) для наводки острия крючковой рейки на уровень воды или для отсчета уровня по обычной рейке.

Следует иметь в виду, что поплавковый колодец может дать осадку. Особенно это относится к бревенчатым рубленным колодцам. Поэтому высотное положение рейки, установленной на срезе колодца или прикрепленной к его стенке, необходимо периодически проверять контрольной нивелировкой относительно репера водпоста.

7.3.5 На малых реках, имеющих плотины, водозаборные сооружения и мостовые переходы, поплавковые колодцы вместе с СУВ можно укреплять на отдельных конструктивных элементах этих сооружений:

- на глухих частях плотин;
- на низовых стенках водозаборов;
- на береговых опорах мостов.

Размещение СУВ на гидротехнических сооружениях значительно снижает стоимость установок, облегчает их ремонт и эксплуатацию. Однако не все гидротехнические сооружения и опоры мостовых переходов пригодны для этой цели.

Размещая СУВ на гидротехнических сооружениях, их следует обязательно предохранять от ударов плавающих тел, устраивая впереди защитные решетки, или помещать в специальные ниши.

7.3.6 Непригодны для установки СУВ бычки и береговые устои плотин, промежуточные и береговые опоры, а также ледорезы мостовых переходов, если они подвержены прямым ледовым воздействиям (ударам и навалам плывущего по реке льда). Установленные на них без специальной защиты СУВ, как правило, разрушаются. Перечисленные элементы плотин и мостовых переходов при скоростях течения больше 0,5 м/с искажают режим уровней. В связи с этим на плотинах и мостовых переходах рекомендуется размещать СУВ только в тех случаях, когда их отверстия используются в качестве расходомеров на основе специально выполненной тарировки.

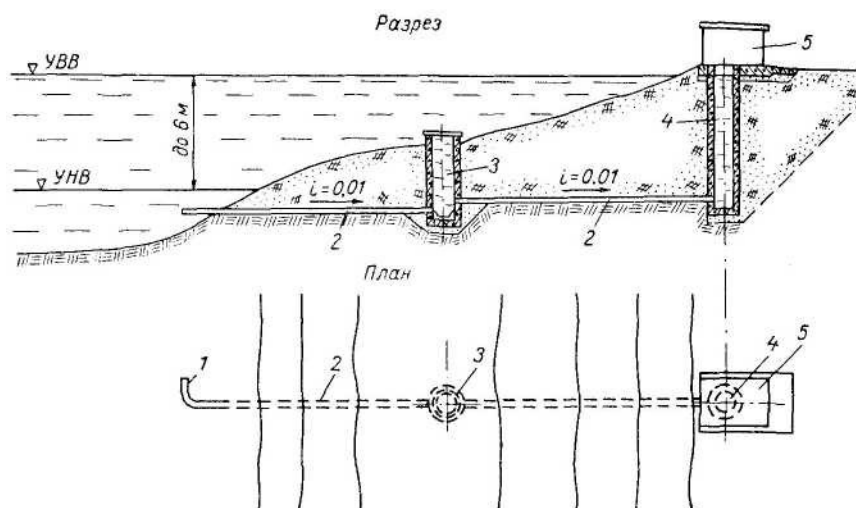
7.4 Компоновки установок СУВ

7.4.1 Разновидностью нормальной компоновки установки СУВ берегового типа является установка с промежуточным закрытым (затопляемым) отстойным колодцем, которая приведена на рисунке 7.4.

Промежуточный (отстойный) затопляемый или незатопляемый колодец, который приведен на рисунке 7.5, значительно упрощает прочистку соединительных труб от наносов и мусора. Ее выполняют, как правило, при низких уровнях воды в реке.

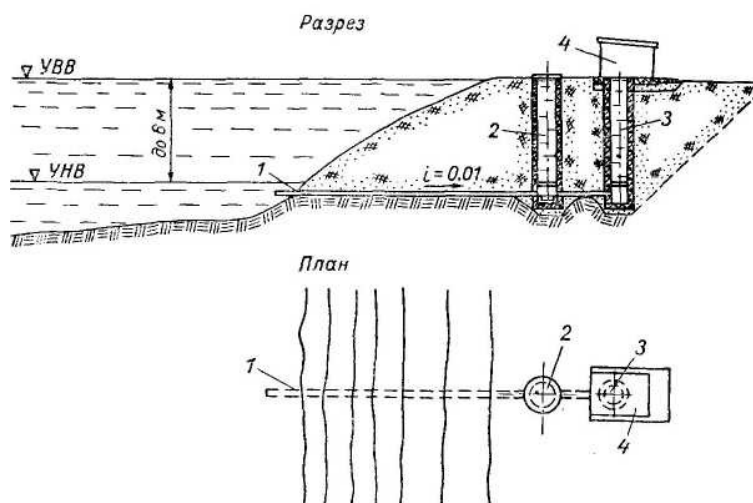
7.4.2 На равнинных реках с малой мутностью наиболее распространены установки СУВ с одним поплавковым колодцем и соединительным устройством в виде круглой трубы.

Диаметр соединительных труб, применяемых для установок СУВ, обычно принимают равным от 75 до 150 мм и проверяют специальным расчетом (см. ниже). Труба может быть прямой или плавно изогнутой. Наличие в ней резких изгибов или колен не допускается.



1 - колено-оголовок соединительного устройства; 2- соединительное устройство (труба);
3 - затопляемый отстойный (успокоительный) и 4 - поплавковый колодцы; 5 - измерительный павильон

Рисунок 7.4 - Нормальная компоновка установки СУВ берегового типа с промежуточным затопляемым отстойным колодцем



1 - соединительное устройство; 2 - незатопляемый отстойный и 3 - поплавковый колодцы;
4 - измерительный павильон.

Рисунок 7.5 - Установки СУВ берегового типа с промежуточным незатопляемым колодцем

Оба конца трубы закладывают ниже минимального уровня воды в реке. При этом устьевую (приемную) часть трубы закладывают на 0,3-0,5 м ниже подводной поверхности ледяного покрова максимальной толщины. Она должна возвышаться над дном реки на 0,3- 0,5 м. На реках с большой мутностью устье соединительной трубы должно возвышаться над дном реки на 0,6-0,8 м (желательно выше слоя перемещения донных наносов). Трубе, галерее (лотку) необходимо придать уклон, равный 0,01-0,02, в сторону колодца для возможности самотечного их опорожнения в случае закрытия со стороны реки и откачки воды из колодца.

При укладке соединительной трубы через нее пропускают прочную гибкую стальную проволоку (стальной канат) диаметром 3- 5 мм достаточной длины и оба конца выводят в измерительный павильон СУВ. Проволока (канат) служит для прочистки трубы от мусора и наносов с помощью прикрепляемых к ней стальных ершей или резиновых кружков.

7.4.3 Если по местным условиям соединительную трубу закладывают в пределах глубины промерзания, то необходима теплоизоляция трубы. В качестве теплоизоляции следует употреблять шлаковату, минеральную пробку и другие минеральные утеплители, применяемые при бесканальной укладке теплотрасс. Толщина слоя теплоизоляции по всему периметру трубы должна быть не менее 15-20 см. Теплоизоляцию обязательно тщательно гидроизолируют. Попадание в нее влаги категорически недопустимо.

7.4.4 Определение площади поперечного сечения соединительной трубы, обеспечивающей ход, уровня воды в поплавковом колодце синхронно с ходом уровня воды в реке, можно выполнять по следующей приближенной формуле:

$$\omega = \frac{0,45 p \Omega}{\sqrt{\Delta H}}, \quad (7.1)$$

где ω - площадь сечения соединительной трубы в м²;

p - максимальная ожидаемая интенсивность колебания уровня воды в реке или в верхнем бьефе гидрологического расходомера в м/с;

Ω - площадь сечения колодца самописца в м²;

ΔH - разность уровней воды в реке и колодце самописца, обуславливающая поступление воды из реки в колодец и обратно; она не должна превышать точности измерения уровня ± 1 мм;

0,45 - размерный коэффициент.

Пример - площадь сечения колодца самописца $\Omega=0,80$ м², максимальная ожидаемая интенсивность возрастания (убывания) уровня воды в реке $p = 0,0004$ м/с, $\Delta H=1$ мм.

Тогда получаем площадь сечения соединительной трубы:

$$\omega = \frac{0,45 \times 0,0004 \times 0,8}{\sqrt{0,001}} = \frac{0,000144}{0,0316} = 0,0045 \text{ м}^2, \text{ которой соответствует диаметр трубы } d = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см.}$$

7.4.5 При проектировании установок самописцев уровня на водотоках с неизученным гидрологическим режимом необходимо задаваться максимальной интенсивностью увеличения уровня, установленной по данным наблюдений на водотоках, находящихся в смежных бассейнах и характеризующихся аналогичными условиями формирования стока. Определенный по этой формуле диаметр соединительной трубы обеспечивает только получение допускаемой разницы в уровнях ΔH в колодце самописца и в реке.

При окончательном выборе поперечного сечения трубы следует иметь в виду удобство ее очистки от наносов и мусора как механическим, так и гидравлическим путем с применением мотопомпы (ГОСТ 4.331).

7.4.6 Для обеспечения гашения в поплавковом колодце возможных возмущений свободной поверхности воды площадь поперечного сечения соединительной трубы не должна превосходить 0,01 площади поперечного сечения поплавкового колодца.

С этой же целью в конце соединительной трубы (в поплавковом колодце) устанавливают различные гидравлические сопротивления (насадки, диафрагмы, решетки и др.). Соответствующего эффекта гашения волновой энергии обычно добиваются путем их подбора в процессе эксплуатации СУВ.

7.4.7 Для уменьшения возможности попадания в соединительную трубу наносов ее устьевую часть следует изгибать под прямым углом и отверстие направлять по течению (рисунок 7.4).

7.4.8 На реках с большой мутностью, у которых активно протекает переформирование русел, установки СУВ следует располагать на криволинейных участках у вогнутых берегов, где, как правило, не происходит отложение наносов, смещая их от вершины несколько вниз по течению

7.4.9 В установках СУВ самописец устанавливают на небольшом столике, расположенном над поплавковым колодцем и надежно укрепляемом на специальной опорной конструкции или на стенке колодца с помощью кронштейнов. Столик делают из толстой деревянной доски или металлического листа. В нем просверливают два отверстия для тросиков поплавка и противовеса.

На столике самописец закрепляют неподвижно с помощью шурупов или болтов в строго фиксированном положении с таким расчетом, чтобы центр поплавка совпадал с центром поплавкового колодца.

Закрепление столика самописца на стенке колодца допустимо в том случае, если последний заложен ниже глубины промерзания и приняты меры для предотвращения его вертикальных перемещений.

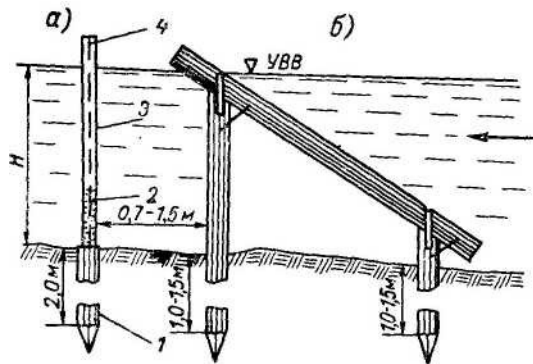
В противном случае под столик надо забивать две сваи, обязательно на глубину, большую глубины промерзания. Не допускается закрепление столика на стенках измерительных павильонов.

7.4.10 Все строительные работы по установкам СУВ необходимо выполнять в период летней межени. Это вызвано тем, что земляные работы по рытью котлована под соединительные устройства и колодцы всегда ведут при наличии грунтовых вод, высота стояния которых зависит от уровня воды в реке. Со стороны реки котлован необходимо оградить перемычками, поскольку дно его закладывают значительно ниже наинизшего уровня воды в реке. Поэтому земляные и другие виды работ в котловане приходится вести одновременно с непрерывной откачкой поступающих в него грунтовых вод и воды из реки, фильтрующей через тело перемычки. В неустойчивых грунтах может возникнуть надобность в креплении стенок котлована досками.

Указанные обстоятельства следует всегда иметь в виду при организации строительных работ по установкам СУВ. Приступать к ним без надлежащей технической оснащенности строительства не следует.

7.5 Максимальная рейка

7.5.1 Простейшая максимальная рейка представляет собой прочно забитую в дно реки открытую сверху вертикальную трубу, соединяющуюся с рекой несколькими отверстиями диаметром 1 см в своей нижней части, как показано на рисунке 7,6



а - общий вид максимальной рейки, б - плоский свайный ледорез
1 - свая; 2 - отверстия в металлической трубе; 3 - металлическая труба; 4 - круглый металлический стержень - указатель максимального уровня (подвешивается на верхнем обрезе трубы).

Рисунок 7.6 - Установка простейшей максимальной рейки

Показателем наивысшего уровня является стальной стержень определенной длины, опущенный в трубу и покрытый легко смываемым красителем (например, мелом).

Вода, проникающая в трубу через отверстия, смывает краситель. Измеряя высоту смытого слоя, можно определить наибольшую высоту уровня воды между сроками наблюдений. После очередного отсчета максимальную рейку вновь готовят для фиксации максимального уровня в следующий срок наблюдений.

Верхний обрез трубы устанавливают выше возможного наивысшего уровня воды в реке. Чтобы труба была достаточно устойчивой, максимальные рейки должны возвышаться над дном водотока не более чем на 2 м. При амплитуде колебаний уровня, превышающей 2 м, устанавливают последовательно на разных высотах две (и больше) максимальные рейки.

Функции трубы может выполнять деревянный дощатый колодец с внутренним сечением 15х15 см. Его надежно закрепляют на деревянной свае. В нижней части колодца просверливают не менее 10 отверстий диаметром 1 см для надежной гидравлической связи его с рекой. В колодец, так же как и в трубу, опускают стальной стержень, покрытый легко смываемым красителем.

7.5.2 На реках с интенсивным ледоходом максимальная рейка должна быть предохранена от повреждений плывущими предметами защитным ограждением, ледорезом, кустом свай (рисунок 7.6).

Когда нет уверенности в том, что простой ледорез или куст свай надежно защищает максимальную рейку, ее устанавливают в отрытом в береге ковше, свободно сообщаемом с рекой при любых положениях уровня воды.

Фиксация наивысшего уровня воды, помимо легко смываемого красителя, может быть произведена также следующим способом. В перфорированную нижнюю часть трубы, в которую вставлен выкрашенный темной краской стержень-указатель уровня, засыпается мелко крошенная пробка, хвойная кора или опилки, могущие плавать. С повышением уровня воды они всплывают на поверхность, а затем при его снижении прилипают к стержню-указателю и показывают, до какой высоты доходил уровень воды между сроками наблюдений.

7.5.3 Поплавковая максимальная рейка представляет собой пустотелый поплавок, свободно перемещающийся по круглому вертикальному стержню вверх при подъеме уровня воды. Вниз ему не позволяет опускаться стопорное устройство автоматически срабатывающее при понижении уровня воды. Таким образом, поднятый водой на отметку максимального горизонта поплавков остается на стержне до тех пор, пока его принудительно не опустят вниз.

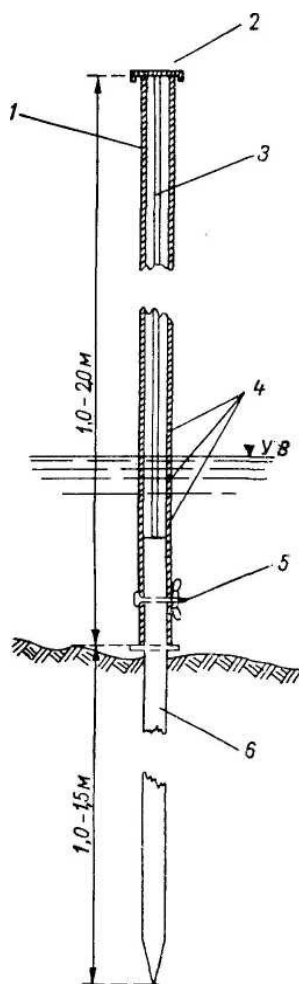
7.5.4 Более совершенными разновидностями максимальной рейки в

металлической трубе являются конструкции, которые приведены на рисунках 7.7 и 7.8: Металлическую трубу диаметром не менее 5,0 см, закрываемую сверху винтовой пробкой, укрепляют на круглой свае. Диаметр верхней, выступающей над дном части сваи делают равным внутреннему диаметру трубы. При малом диаметре трубы целесообразно крепить ее на железном стержне соответствующего диаметра, забиваемом в дно реки. Указателем уровня тоже является стальной прут диаметром 10-15 мм, покрываемый легко смываемым красителем (меловым, известковым), расположенный в трубе;

Максимальная рейка, приведена на рисунке 7.8 в металлической трубе, служащей одновременно и водомерным постом.

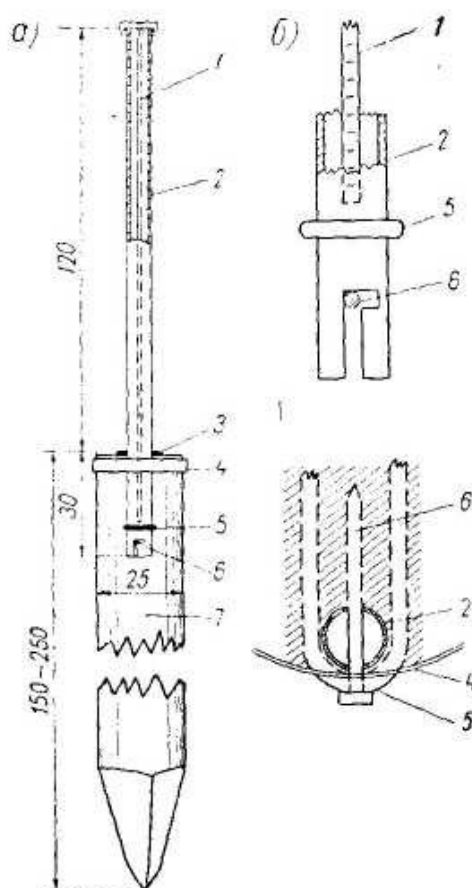
На металлической трубе и стальном стержне, устанавливаемом внутри нее, тонким напильником наносят деления через 1 см с оцифровкой каждые 10 см. Это позволяет сразу производить отсчет максимального уровня на стержне, не прибегая к переносной водомерной рейке. Железная труба максимальной рейки крепится к обычной свае или к стенке набережной с помощью бугеля, железной скобы и опорного болта; труба может быть легко снята и перенесена на другую сваю. Фиксирование максимального уровня осуществляется тоже с помощью легко смываемых красителей.

Трубу устанавливают так, чтобы нулевые деления на ней и на стержне-указателе совпали с отметкой головки сваи.



1- труба диаметром 6 - 10 см; 2- деревянная или металлическая навинчивающаяся пробка;
3 - круглый металлический стержень 4 - указатель максимального уровня диаметром 10-16 мм -
отверстия в трубе диаметром 10 мм, 5 - болт для закрепления трубы; 6 - свая или стальной стержень

Рисунок 7.7 - Максимальная рейка в металлической трубе



1- металлический стержень- указатель максимального уровня; 2 –труба диаметром 5см;
3- шляпка сваи; 4- бугель; 5- скоба диаметром 1,0см; 6 – опорный болт; 7- свая.

Рисунок 7.8 – Водомерный пост с максимальной рейкой.

8 Измерение расходов воды гидрометрической вертушкой, способом смешения, упорядочение и канализация русла

8.1 Измерение расхода воды гидрометрической вертушкой

8.1.1 При измерении расходов воды гидрометрической вертушкой на малых реках, как правило, требуется предварительное упорядочение русла на участке гидрометрического створа в соответствии с требованиями [2] [3]. Разбивка гидрометрического створа на малых реках имеет ряд особенностей, которые рассмотрены ниже.

8.1.2 Гидроствор должен совпадать со створом гидрологического поста или находиться вблизи от него. Гидроствор разбивают перпендикулярно среднему направлению течения реки. Местоположение гидроствора закрепляют на местности прочными столбами. Гидрологический пост и гидроствор оборудуют реперами.

Постоянное местоположение гидроствора изменяют или переносят на новое место при увеличении косоструйности течения, мертвых пространств, образовании водоворотных зон

Полосу берега на 5 м выше и ниже гидроствора (в пределах возможного его затопления) расчищают от кустарника, отдельных камней, валунов и топляков, что способствует повышению точности измерения расходов воды в створе.

По результатам нивелировки берегов до незатопляемых отметок и промеров глубин в русле вычерчивают полный профиль поперечного сечения гидроствора, на котором показывают расположение скоростных вертикалей, характер грунтов дна и угодий на пойме.

Необходимо ежегодно составлять чертеж совмещенных (три–пять) профилей главного русла в гидростворе по данным промеров при разных фазах режима реки. При этом на него наносят профиль по последнему промеру предыдущего года.

8.1.3 На гидростворе намечают скоростные вертикали, в отдельных точках которых производят измерение скоростей течения. При устойчивом русле местоположение скоростных вертикалей остается постоянным. При интенсивной деформации русла расположение скоростных вертикалей по ширине реки (при необходимости) изменяют перед каждым измерением расхода воды. Число скоростных вертикалей по ширине реки назначают в зависимости от применяемого способа измерения расхода воды.

При **детальном способе** измерения скоростные вертикали назначают через равные расстояния по ширине реки (через одну промерную вертикаль) согласно таблицы 8.1.

Таблица 8.1 - Расстояния между скоростными вертикалями при равномерном их распределении по ширине реки (для беспойменного русла)

Ширина реки, м	Расстояние между скоростными вертикалями, м	Ширина реки, м	Расстояние между скоростными вертикалями, м
30-20 20-10	3-2 2-1	10-5 Менее 5	1-0,5 1-0,5
Примечания: 1. Расстояния между скоростными вертикалями на пойме зависят от ее морфологии и пропускаемого расхода воды. При ровной нерасчлененной поверхности поймы расстояния между скоростными вертикалями могут быть увеличены в два раза. «При этом следует назначить скоростную вертикаль на границе главного русла и поймы (на бровке русла)». 2. При ширине реки менее 5 м русло необходимо упорядочить, поэтому число скоростных вертикалей может быть уменьшено до пяти, а в случае правильного корытообразного русла - до трех.			

При наличии резких переломов профиля русла (поймы) необходимо отступить от принципа равномерного распределения скоростных вертикалей, приурочивая их к переломам профиля.

При **основном способе** измерения расхода воды число скоростных вертикалей уменьшают по сравнению с детальным при условии, что результаты измерения будут отличаться не более чем на $\pm 3\%$ от результатов, полученных детальным способом. Наименьшее число вертикалей при их сокращении должно быть не менее пяти, а при применении уточненного аналитического способа обработки не менее трех.

В некоторых случаях при прохождении кратковременных паводков допускается измерение расходов воды **сокращенным способом**: на одной или двух-трех вертикалях. Измерение скоростей в этом случае производят в двух точках на 0,2 и 0,8 или в одной (на 0,6 или 0,2) глубины.

Местоположение и нумерацию скоростных вертикалей на гидростворе определяют расстоянием от постоянного начала. При переходе с детального на основной способ измерения расходов воды при сокращении числа вертикалей остающимся вертикалям присваивают новую нумерацию, также начиная с номера 1 от постоянного начала.

Если на спаде уровня ближайшая к берегу, постоянная скоростная вертикаль окажется от уреза воды дальше половины расстояния между ближайшими соседними вертикалями, то необходимо назначить дополнительную прибрежную вертикаль (посередине между урезом воды и ближайшей постоянной вертикалью).

При обрывистом берегу дополнительные вертикали у берегов назначают вблизи уреза, но не ближе чем 0,3 м от берега (мостовой опоры).

8.1.4 При измерении расхода воды вертушкой в гидрометрическом створе в соответствии с требованиями ТКП 8.3, ГОСТ 15126 производят следующие работы:

- описание состояния реки и обстановки работы;
- наблюдение за уровнем воды;
- промер глубин по гидроствору;
- измерение скорости течения на скоростных вертикалях по гидрометрическому створу;
- наблюдение за уровнем воды на уклонных постах или нивелировка уклона водной поверхности.

8.1.5 В полевой книжке расхода(КГ–ЗМ(н)) отмечают явления вызывающие подпор и влияющие на направление и величину скорости течения воды:

- ледовые явления;
- зарастание русла водной растительностью;
- русловые образования (отмели, косы, осередки);
- расчистка русла на участке гидроствора (удаление камней, крупной гальки, топляков и т. п.). При отсутствии каких-либо явлений, изменяющих условия протекания воды на участке, следует записывать «Свободно».

В случае необходимости записи более подробных сведений, для которых не хватает места в разделе «Обстановка работы», запись производится в разделе «Особые замечания».

Далее приводят сведения о направлении и силе ветра, вертушке и секундомере, указывают, что принято за постоянное начало.

8.1.6 Измерения высоты уровня во время определения расхода ведут на основном посту, а при наличии дополнительного поста в гидростворе – на обоих постах. Высоту уровня измеряют с точностью до 1 см перед производством промеров, перед началом и после окончания измерения скоростей течения с записью во всех случаях времени наблюдения в соответствии с ГОСТ 8.417. Уровень воды при измерении на скоростных вертикалях можно получить методом линейной графической интерполяции.

8.1.7 Промеры глубин с соблюдением требований [9]. производят для вычисления площади водного сечения реки. В первые два-три года существования гидроствора промеры глубин производят при каждом измерении расхода воды. В дальнейшем такие промеры выполняют лишь при наличии деформации русла. На реках с устойчивым руслом допускается производить промеры не при каждом, а через несколько (два-три) измерений расхода воды.

Промеры глубин по гидроствору производят через равные расстояния с таким расчетом, чтобы по ширине реки было не менее 20 промерных вертикалей согласно таблице 8.2. На реках при наличии на дне крупных валунов, топляков, а также отдельных скальных выступов или понижений дна число промерных вертикалей в створе увеличивают до 30 с целью получения более точной площади водного сечения.

Таблица 8.2 - Расстояния между промерными вертикалями при измерении расхода воды в зависимости от ширины реки

Ширина реки, м	Расстояние между промерными вертикалями, м	Ширина реки, м	Расстояние между промерными вертикалями, м
40-20	2,0-1,0	10-5	0,50-0,25
20-15	1,0-0,75	5-2	0,25-0,10
15-10	0,75-0,50	Менее 2	0,10
Примечание: При ширине реки менее 5 м русло необходимо предварительно упорядочено, дно сглажено, т. е. промеры производятся в выровненном русле.			

При наличии гидрометрического мостика разметка расстояний делают на настиле мостика, а при промерах с люлечной переправы на разметочном тросе, натянутом дополнительно к несущим тросам.

Промеры глубин производят штангой или гидрометрическим грузом, подвешенным на тросе (при помощи ручной лебедки с люльки или мостика). При промерах на равнинных реках с илистым или песчаным дном штанга следует снабдить поддоном. При производстве промеров необходимо следить, чтобы штанга в момент отсчета глубины стояла вертикально.

Промер глубин производят один раз перед измерением скоростей течения. На реках с интенсивной деформацией русла за время измерений расхода воды промер производят дважды: до и после измерения скоростей.

При наличии поймы в гидростворе промеры производят только в главном русле. Глубины на пойме при вычислении расхода воды снимают с профиля гидроствора, который определяют нивелировкой до затопления поймы и после расхода воды с нее.

При промерах глубин в потоках с бурным течением (при работе с люльки или гидрометрического мостика) правильный отсчет по штанге обычным путем невозможен из-за высокого подвеса над поверхностью люльки или мостика. В этом случае производят два отсчета на уровне троса (настила, перил); первый - при штанге, опущенной до дна; второй - при штанге, опущенной до поверхности воды. Разность между этими двумя отсчетами дает значение глубины. Отсчеты и запись глубин при промерах производятся с точностью до 1 см.

8.1.8 При измерении расходов воды на малых реках необходимо учитывать гидравлические условия протекания потока. Для равнинных рек необходимо применять гидрометрические вертушки: ГР-21, ГР-21М, ГР-55. Предпочтительнее вертушки ГР-21 и ГР-21М, как наиболее надежные в работе (ГОСТ 15126).

8.1.9 Следует обращать внимание на способы крепления вертушки. Наиболее надежные результаты измерений дает жесткое крепление вертушки на штанге с помощью зажимных винтов. В этом случае вертушка, установленная перпендикулярно к створу, регистрирует нормальную составляющую скорости. Результаты измерения, полученные при этом способе крепления вертушки, принимают за эталон.

При работе с троса следует применять способ крепления вертушки на кронштейне или носовом штыре гидрометрического груза.

8.1.10 Перед измерением скорости на каждой вертикали вначале измеряют рабочую глубину, по которой производят расчет глубины погружения вертушки в точках измерения скорости. Рабочей глубиной скоростной вертикали называют расстояние по вертикали от дна до поверхности воды, а при ледоставе (шуге) - до нижней поверхности льда (шуги). Расчет глубины погружения вертушки производят по «Таблице глубин», напечатанной на обложке КГ–3М(н). Глубины в точках 0,2; 0,6; 0,8 и т. д. даны в таблице от поверхности воды (для работы вертушкой с троса).

При работе вертушкой со штанги расчет производят по той же «Таблице глубин», только при этом графы 0,2 и 0,8 следует поменять местами, так как в этом случае положение точки считают относительно дна. Подобным же образом следует поменять местами графы 0,15 и 0,85. Надпись граф 0,2 и 0,8 следует сделать внизу «Таблицы глубин» и указать «от дна» (или «для работы со штанги»).

Глубина погружения вертушки в точке 0,6h (при работе со штанги) равна разности рабочей глубины вертикали и глубины погружения вертушки в точке 0,6h от поверхности.

Например: рабочая глубина вертикали равна 1,20 м. Глубина погружения в точке 0,6 от поверхности (находят по таблице) равна 0,72 м. Глубина погружения в точке 0,6 от дна равна $1,20 - 0,72 = 0,48$ м.

Целесообразно сделать такой расчет для всех значений глубин и дополнить этими данными «Таблицу глубин» для точки 0,6 (при работе со штанги).

8.1.11 Измерение скорости течения на вертикали **детальным способом** производят при свободном (от льда и водной растительности) русле в пяти точках по глубине вертикали: у поверхности, на 0,2h, на 0,6h, на 0,8h и у дна.

Детальные измерения скоростей проводятся на новых неизученных гидростворах в течение первых двух–трех лет.

Для глубин на вертикали менее 1,0 м при использовании рекомендованных типов вертушек глубина погружения вертушки в точках измерения скорости приводят в таблице 8.3.

При наличии ледяного покрова и при зарастании русла водной растительностью измерение скорости течения детальным способом производят в шести точках по глубине вертикали: у поверхности, на 0,2h, 0,4h, 0,6h, 0,8h и у дна.

8.1.12 Измерение скорости на вертикали **основным** способом производят: при свободном русле в двух точках - 0,2 и 0,8 рабочей глубины; при ледоставе и наличии в русле водной растительности в трех точках - 0,15, 0,50 и 0,85 рабочей глубины.

При относительно малых глубинах измерение скоростей производят в одной точке: при свободном состоянии на 0,6h, при ледоставе и зарастании русла – на 0,5h.

8.1.13 При измерении расхода воды **сокращенным способом** скорости определяют на одной репрезентативной вертикали, либо на трех центральных вертикалях в двух точках - 0,2 и 0,8 рабочей глубины. Сокращенный способ основан на связи средней скорости на отдельной вертикали со средней скоростью в сечении. В настоящее время на большинстве постов Департамента по гидрометеорологии расходы воды измеряют основным способом.

8.1.14 При установке вертушки в разных точках по глубине вертикали следует соблюдать следующие условия:

– при измерении скорости в точке «у поверхности» ось вертушки устанавливают на глубину, равную половине диаметра лопастного винта, что для вертушек ГР-21М составляет 6 см, для вертушек ГР-55 - 4 см. При волнении лопастный винт не должен обнажаться, поэтому вертушку устанавливают несколько ниже указанных величин;

Таблица 8.3 - Глубина (от дна) точек измерения скорости в случае малых глубин (при детальном способе)

№ точки по вертикали	Глубина погружения оси вертушки в точках измерения скорости при рабочей глубине, равной, см																			
	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	28	26	24	22	20	18
Вертушки ГР-21 и ГР-21М																				
1	87	82	77	72	67	62	59	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	67	63	59	56	52	49	47	42	47	44	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	47	45	42	40	37	35	33	30	34	32	29	32	29	-	-	-	-	-	-	-
4	27	26	25	24	22	21	20	18	21	20	18	20	18	22	20	19	17	-	-	-
5	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	7	8	7	8	8	7	7	8	8	8
Вертушки ГР-11, ГР-55 и ГР-99																				
1	-	-	-	-	-	-	-	-	50	45	40	35	25	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	39	35	32	28	21	23	21	19	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	27	25	23	20	15	17	16	15	17	15	13	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	16	15	14	12	9	11	10	10	11	10	9	11
5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

– при измерении скорости в точке «у дна» ось вертушки при работе со штанги следует устанавливать на расстоянии от дна на 7-8 см (для вертушек ГР-21М) и на

4,5-5 см для вертушек ГР-55.

При работе с троса ось вертушки располагают на 10-30 см от дна в зависимости от размера груза и способа крепления вертушки;

- при работе вертушкой, подвешенной на тросе, ось вертушки на вертикали устанавливают на поверхности воды, при этом показания счетчика сбрасывают на нуль. Отсчет погружения вертушки в нужную точку вертикали должен быть равен расчетной глубине погружения (находят по таблице) без введения поправки на относ троса;

- расстояние между точками измерения скорости по глубине вертикали при детальном способе должно быть не менее одного диаметра лопастного винта вертушки;

- измерение скорости течения вертушкой производят с записью только общего числа сигналов вертушки за время измерения в точке;

- время выдержки вертушки в каждой точке скоростной вертикали должно составлять не менее 100 секунд. Первый сигнал, по которому включают секундомер, в счет не принимают (его называют нулевым). По первому сигналу, поступившему по истечении 100 секунд, секундомер выключают и измерение прекращают;

- при малых скоростях течения измерение в точке производят до третьего сигнала независимо от времени выдержки вертушки. Когда интервал между сигналами более 80–100 секунд, скорости течения следует измерять глубинными поплавками.

8.1.15 При ледоставе в соответствии с [9] работать со льда разрешается при толщине льда не менее 10 см. При устойчивом русле промеры глубин при каждом измерении расхода воды не обязательны. Рабочей глубиной при ледоставе считают расстояние по вертикали от дна до нижней поверхности льда (шуги). При наличии шуги промеры русла обязательны при каждом измерении расхода. При промерах глубин по створу на всех промерных вертикалях одновременно измеряют толщину погруженного льда и шуги. В случае уменьшения подо льдом скоростей течения, когда измерение вертушкой становится невозможным, гидроствор переносят на другой участок с большими скоростями (на ближайший пережат). В сильные морозы для предотвращения обмерзания вертушки при извлечении из воды ее следует переносить с вертикали на вертикаль в ведре с речной водой. Нельзя скалывать лед с вертушки и с силой проворачивать лопастный винт.

8.1.16 При зарастании русла необходимо соблюдать следующие дополнительные условия:

- водную растительность с момента ее появления следует систематически выкашивать на участке 2-5 м выше и ниже гидроствора по всей ширине русла реки;

- учитывая возможность наматывания травы на лопастный винт, вертушку во время работы следует чаще осматривать и очищать.

8.1.17 При косоструйном течении следует выполнять следующие условия:

- небольшая (до 10 °) косина струй, вызывающая ошибку порядка 1,5 %, не учитывается;

- при косине струй более 10 °, кроме величины скорости, обязательно следует измерять направление течения во всех точках по глубине вертикали (при первых 5-20 измерениях на данном створе).

Если первые измерения покажут, что разница между направлением скорости течения на поверхности и в других точках по глубине вертикали постоянна или не превышает 5 °, то в дальнейшем можно ограничиться измерением направления течения только на поверхности воды с помощью привязного поплавка или длинного тонкого шеста. Угол направления течения определяют по транспортиру, который устанавливают так, чтобы центр окружности совпадал с точкой крепления привязного поплавка (шеста), а нулевая линия его была нормальна

(перпендикулярна) к гидроствору.

8.1.18 В периоды половодья и паводков при быстрых изменениях уровня (свыше 10 см/ч) расход воды следует определять за возможно более короткий промежуток времени. В таких случаях необходимо применять ускоренный способ измерения расхода воды.

Выдержку вертушки в точке производят в пределах 30-35 секунд. При малых скоростях течения измерение скорости в точке производят до третьего сигнала независимо от времени выдержки. После установки вертушки в точке пропускают один сигнал (нулевой). Секундомер включают по началу первого сигнала и выключают по истечении 30 секунд. В книжку расхода записывают: число сигналов вертушки, отсчет по секундомеру (с точностью до 0,2 секунды). Вычисление скоростей и обработку расхода ведут в обычном порядке.

8.1.19 При глубине потока 10 см и более измерения скоростей допустимы вертушками ГР-21М. При этом часть лопастного винта будет находиться над поверхностью воды. Для вертушек типа ГР-55 предельно малая глубина составляет 6 см.

При измерении расхода воды в водотоках с небольшими глубинами обязательна расчистка дна с тем, чтобы поверхность дна в полосе гидроствора была ровной.

В случаях малой скорости течения и небольших глубин измерение расходов воды следует производить с соблюдением следующих условий:

- Измерение малых скоростей течения с достаточной точностью может быть выполнено вертушками ГР-21М только при скоростях течения не менее 0,08 м/с. Вертушка перед каждым измерением должна быть проверена по способу выбега в соответствии с требованиями ТКП 8.3.

- Для обеспечения достаточной точности измерения русло реки при ширине менее 5 м и расходах воды от 500 до 20 л/с обязательно упорядочивают. При расходах воды от 20 до 5 л/с русло реки канализируют;

- Измерять скорости течения вертушкой в упорядоченном или канализированном русле допустимо только при ширине русла (канала) по дну не менее 0,5 м.

- При ширине по дну канала менее 0,5 м и скоростях на береговых вертикалях менее 0,20 м/с измерение расхода воды следует производить водосливной рамкой, а при расходе менее 5 л/с – объемным способом.

8.1.20 При работе вертушкой со штанги измерение скорости течения вертушкой можно производить двумя способами:

- штангу упирают нижним концом в дно, а вертушка либо неподвижно закреплена на нужной глубине, либо свободно вращается вокруг штанги;

- штангу не упирают в дно, а подвешивают так, чтобы ее нижний конец находился на требуемой глубине, вертушку надевают на нижний конец штанги и поднимают или опускают вместе с ней. Такой способ устраняет необходимость перестановки вертушки на штанге при переходе с одной точки на другую. Для облегчения работы следует применять штангодержатели.

Для контроля правильности положения вертушки (при мутной воде) на верхний конец штанги следует надевать указатель, направление которого совмещают с направлением оси (корпуса) вертушки. Прикрепление хвоста к вертушке в этом случае необязательно; его применяют только при больших скоростях течения, когда вертушку трудно держать против течения.

Зимой при сильных морозах во избежание обмерзания допускается работать со льда вертушкой, не закрепленной на штанге, поддерживая ее на нужной глубине шнуром или электрическим приводом. Вертушка в этом случае снабжается хвостом.

При работе вертушкой со штанги необходимо следить, чтобы штанга не была отнесена течением, а стояла на скоростной вертикали строго отвесно. Для этого при опускании в поток нижний конец штанги заносят несколько вверх по течению.

8.1.21 При работе с троса на малых реках используют гидрометрический груз достаточного веса, при котором можно не учитывать угол относа троса (последний не должен превышать 10 °).

8.1.22 Вычисление расхода воды, измеренного вертушкой в естественном и упорядоченном русле, производят в соответствии с требованиями [2].

8.2 Упорядочение и канализация русла

8.2.1 Упорядочение русла осуществляют на протяжении десятикратной его ширины (в случае мелководного широкого потока длина упорядоченного участка может составлять две–три ширины). Оно состоит в :

- спрямление русла;
- планировке откосов берегов;
- закрепление берегов при легко размываемых грунтах (мелкий песок, ил);
- расчистка русла от карчей, камней и других неровностей.

Примечание. Участок реки, примыкающий к упорядоченному берегу с низовой стороны, должен находиться под контролем наблюдателя, который следит, чтобы на всем протяжении до нижележащего переката не создавалось каких-либо естественных или искусственных препятствий, могущих вызвать явление переменного подпора.

8.2.2 Все работы по упорядочению русла производят в межень, при низком уровне воды.

Если в межень расходы воды остаются больше 0,5 м³/с, упорядочение русла, за исключением его расчистки, не обязательно, но при условии, что гидроствор расположен на участке, полностью удовлетворяющем требованиям, предъявляемым при его выборе.

8.2.3 Для спрямления русла на концах участка при меженном состоянии реки по обоим берегам вблизи уреза забивают кольца, между которыми натягивают шнур. Выступающие за шнур в сторону воды части берега срезают.

При установке колец и натяжке шнура необходимо следить, чтобы объем земляных работ был как можно меньшим.

8.2.4 Планировку откосов левого и правого берегов производят по шаблонам, изготовленным по преобладающей на участке форме и крутизне откосов в естественном состоянии с таким расчетом, чтобы объем земляных работ был наименьшим.

При устойчивых, неразмываемых берегах и при относительно одинаковой на всем протяжении участка форме и крутизне берегов планировку откосов производить не следует, так как в этом случае нарушение почвенно-растительного покрова без соответствующего закрепления может вызвать в дальнейшем размыв и разрушение берегов.

При слабых, легко размываемых грунтах одновременно с планировкой необходимо искусственно закреплять выправленные участки берегов.

В таблице 8.4 приводятся рекомендуемые величины заложения откосов для различных грунтов и искусственных креплений.

Таблица 8.4- Величина заложения откосов

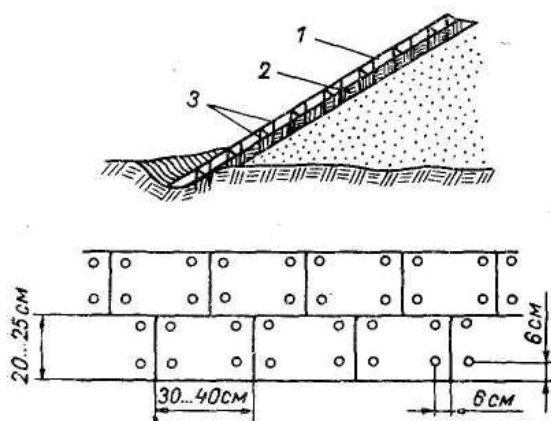
Материал, слагающий берега реки •	Заложение откосов
Супесь или пористая глина	1:3
Слабый песчаный грунт	1:2
Твердая глина или земля для очень малых водотоков	1:1,5
Земля с каменной облицовкой	1:1
Плотная глина или земля с бетонной облицовкой	1:1,5-1:1
Сильно гумусированный или торфяной грунт	1:0,25
Скала	Около 1:0

8.2.5 Закрепление берегов производят следующими способами:

– наиболее простым и доступным средством, применяемым при скоростях течения до 1 м/с, является одерновка откосов. Работы по одерновке лучше всего производить во время влажной погоды в целях быстрее закрепления дерна на откосе. Если по тем или иным причинам одерновка выполнена в сухую погоду, уложенный дерн следует поливать водой до его прорастания. При одерновке песчаных откосов предварительно производят подсыпку на поверхность откосов земли слоем 5-10 см.

Для одерновки применяют свежие дернины толщиной 5-8 см, шириной 20-25 см и длиной 30-40 см, нарезанные из плотного лугового покрова.

Края дернин должны быть срезаны косо, чтобы они при укладке плашмя на откос ложились взакрой. Отдельные дернины пришиваются к земле деревянными кольями длиной 20-30 см и диаметром 2-3 см, как показано на рисунке 8.1;



1 – дерн; 2 – растительный слой земли; 3 – спицы деревянные

Рисунок 8.1 – Одерновка откосов

– при отсутствии на месте дерна срезанные и засыпанные участки берегов необходимо искусственно засеять травами, из которых наиболее подходящими являются многолетние травы, имеющие разветвленную и глубокую корневую систему;

– при крутых откосах необходимо провести закрепление берегов посредством забивки кольев в шахматном порядке на расстоянии до 0,5 м друг от друга с обвязкой образующихся клеток тальником и засыпкой их грунтом с последующей укаткой;

– откосы оголенных берегов, сложенных легкоразмываемыми или сыпучими грунтами, укрепляют каменной отмосткой. При этом вначале на откос укладывают слой гравия, щебня или мха толщиной 10-20 см, а затем отдельные камни с

подбивкой, трамбованием и расщебенкой пустот.

8.2.6 При расчистке русла со дна реки должны быть устранены все неровности: убраны карчи, камни и засыпаны промоины. Во время расчистки следует стремиться, чтобы дно было на всем протяжении участка совершенно ровным и по возможности гладким, без каких-либо заметных переломов в предельном уклоне дна. Уклон дна должен быть сохранен близким к естественному уклону до расчистки. Для контроля за сохранением постоянства отметок дна при плотном грунте по средней линии вдоль всего участка через равные промежутки (3-5 м) вровень со дном забиваются на глубину 1,0-1,5 м пять сваяк диаметром 12-15 см. По этим сваякам в дальнейшем производят расчистку дна, если оно будет занесено или загромождено. При слабых грунтах забивка свай нецелесообразна, в таком случае необходимо строить контрольное русло.

Положение сваяк, забитых в дно, фиксируют на плане съемки участка. В высотном отношении свайки привязывают нивелированием к реперу поста. Показателем постоянного уклона на всем протяжении участка будет являться одинаковая глубина воды по всем сваякам.

При травянистых и одернованных откосах в вегетационный период следует периодически скашивать траву, поддерживая откосы в примерно одинаковом состоянии.

8.2.7 Канализация русла на некотором отрезке участка, в пределах которого расположен гидроствор, следует проводить только в том случае, когда по местным условиям обеспечено надежное сопряжение между канализуемым и естественным участками русла, т. е. прежде всего при плотном грунте.

Канализацию следует производить по всей высоте, поперечного сечения и при этом закреплять берега одним из вышеописанных способов. Каналу придают трапецеидальный профиль с заложениями откосов, соответствующими естественным, согласно таблице 8.4.

Устраивать насыпные откосы не следует. Дно должно оставаться нетронутым; в него, как и в дно реки при расчистке русла, забивают через 2,5-5,0 м свайки, по которым контролируют устойчивость дна канала.

При канализации русла следует считаться со значениями максимально допустимых (неразрывающих) скоростей течения. При этом средние скорости в поперечном сечении канализованного русла, определенные расчетом по формуле Шези, не должны превосходить значений неразрывающих скоростей для заданного грунта.

8.3 Измерение расходов воды способом смешения

8.3.1 Измерение расходов воды способом смешения целесообразно осуществлять главным образом на порожистых участках равнинных рек.

Способ смешения основан на использовании турбулентных свойств потока. Сущность его заключается во введении в поток в течение некоторого времени (длительный пуск) или мгновенно раствора какого-либо вещества-индикатора с известным расходом и концентрацией в пусковом створе и последующем измерении концентрации введенного вещества в створе, где достигнуто достаточное перемешивание раствора вещества-индикатора с водой потока. Этот створ называют измерительным (или створом достаточного перемешивания).

Основное уравнение способа смешения выводят из условия равенства вещества в пусковом и измерительном створах

$$Q_p C_1 + Q C_0 = C_2 (Q_p + Q), \quad (8.1)$$

где Q - измеряемый расход воды;

Q_p - расход вводимого раствора;
 C_1 - концентрация вещества во вводимом растворе;
 C_0 - концентрация того же вещества в потоке (в естественном состоянии);
 C_2 - концентрация того же вещества в измерительном створе. Отсюда

$$Q = \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0} Q_p \quad (8.2)$$

Так как C_1 во много раз больше C_2 , то формула упрощается

$$Q = Q_p \frac{C_1}{C_2 - C_0} \quad (8.3)$$

Если естественная концентрация вещества–индикатора в потоке C_0 мала по сравнению с концентрацией C_2 , то формула расхода еще более упрощается

$$Q = Q_p \frac{C_1}{C_2} \quad (8.4)$$

8.3.2 Общими условиями для применимости способа смешения являются следующие:

- достаточно высокая турбулентность потока, обеспечивающая практически полное перемешивание вводимого в поток раствора с водой самого потока;
- на участке между пусковым и измерительным створами не должно быть мертвых пространств, разветвлений и глубоких ям, препятствующих хорошему перемешиванию раствора с потоком.

В случае наличия притока или оттока (забора воды) на исследуемом водотоке метод смешения неприменим.

8.3.3 Исходный раствор вещества индикатора составляется так, чтобы его концентрация была близка к насыщению (для поваренной соли 200-250 г/л). Кратность разбавления исходного раствора в потоке ограничена величиной порядка $n=25\,000$ раз.

Следует, однако, иметь в виду, что концентрация C_2 в измерительном створе для достижения приемлемой точности измерения расхода должна быть на порядок (т. е. в десять раз) выше естественной концентрации соли в воде измеряемого водотока (C_0).

Следовательно, минимальная величина концентрации C_2 должна составлять $C_2 = \frac{C_1}{n} = 0,008 \div 0,01 \text{ кг/м}^3$.

8.3.4 Продолжительность выпуска раствора t должна быть принята такой, чтобы раствор, перемешанный с водой потока, прошел путь от пускового до измерительного створа L и затем в этом створе приобрел бы приблизительно постоянную (во времени и по сечению) концентрацию C_2 . Это время следует устанавливать опытным путем. Практически оно будет составлять от 5 до 10 минут.

8.3.5 Расстояние L между пусковым и измерительным створами должно быть определено из условия, чтобы в измерительном створе было обеспечено практически полное перемешивание вводимого раствора с потоком. Оно приближенно может быть определено из следующей формулы:

$$L = 0,13 \frac{B^2 C (0,7C + 6)}{gh} \quad (8.5)$$

где B - ширина реки в метрах;

h - средняя глубина в метрах;

C - коэффициент Шези потока в $\text{м}^{1/2}/\text{с}$;

g - ускорение силы тяжести в $\text{м}/\text{с}^2$.

Таким образом, потребное количество поваренной соли для измерения расхода в $1 \text{ м}^3/\text{с}$ составит:

$$G = QtC_2 = 1,0 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 0,01 = 6 \text{ кг}$$

Измерение расходов воды, больших $1\text{-}2 \text{ м}^3/\text{с}$, этим способом значительно усложняется в связи с увеличением емкости контейнеров (баков) для приготовления раствора и трудностью транспортировки к месту работ большого количества соли.

8.3.6 Правильность выбора расстояния L между пусковым и измерительным створами должна быть проверена путем установления степени однородности концентрации C_2 в пробах, взятых вблизи берегов и на середине реки. Пробы отбирают после начала поступления раствора в измерительный створ из поверхностного слоя потока сериями по три пробы, две из которых берут у берегов реки, а третью – посередине. Пробы каждой серии необходимо брать по возможности одновременно. Всего берут четыре-пять серий проб через каждые $0,5\text{-}1$ минуту. Пробы отбирают в хорошо промытые речной водой бутылки емкостью $0,5$ л.

Для определения интервала времени, необходимого для прохождения раствором расстояния от пускового до измерительного створа, производят пробный пуск какого-либо красящего вещества (например, флюоресцеина) и определяют время, за которое краска пройдет указанное выше расстояние.

Перед началом работ, кроме того, отбирают пробы воды потока и приготовленного для выпуска в поток исходного раствора. Концентрация вещества-индикатора в пробах определяют в полевых или стационарных лабораториях методами физико-химического анализа. В частности, приведенная выше кратность разбавления исходного раствора ($25\ 000$ раз) принята, исходя из применения меркуриметрического метода анализа. В случае применения аргенто-метрического метода кратность разбавления ограничивается величиной $n=10000$ раз и потребное количество поваренной соли соответственно увеличивают в $2,5$ раза.

Однородными по концентрации следует считать такие пробы, в которых отклонение величины концентрации проб у берегов и на середине потока, а также проб двух смежных серий не будет превышать 5% .

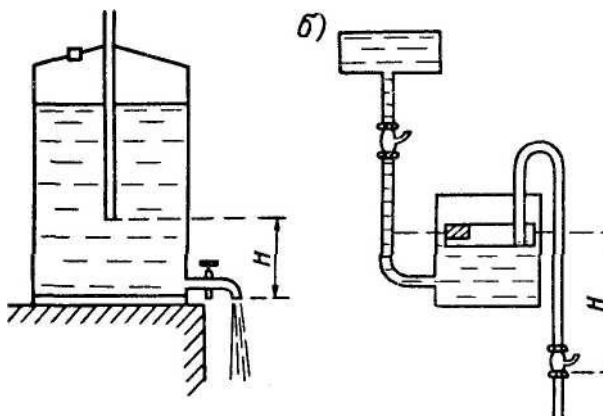
При несоблюдении этого условия измерительный створ не будет отвечать основному требованию: практически полному перемешиванию исходного раствора с потоком, и створ следует переносить вниз по течению до тех пор, пока пробы не станут однородными.

При наличии однородности проб вычисляют среднюю концентрацию вещества в измерительном створе как среднее арифметическое из всех отобранных проб. Среднюю концентрацию затем используют для вычисления расхода воды.

8.3.7 Для подачи в поток раствора с постоянным расходом применяют баки особой конструкции. На рисунке 8.2 приведены два типа баков, несложных по конструктивному оформлению:

– Бак объемом $60\text{-}120$ л, работающий по принципу сосуда Мариотта, который изображен на рисунке 8.2а. Постоянство напора, при котором совершается истечение, а, следовательно, и постоянство расхода обеспечивается созданием вакуума над поверхностью раствора в сосуде, уравнивающего столб раствора, лежащий выше нижнего обреза воздухоподводящей трубки. Регулировка величины расхода осуществляется за счет изменения напора H , осуществляемого путем изменения высотного положения конца трубки. Недостатком сосудов этого типа

является невозможность пополнения сосуда раствором во время выпуска;



а - первый тип, б – второй тип

Рисунок 8.2 - Схема сосудов для подачи раствора в поток постоянным расходом.

– В сосуде, изображенном на рисунке 8.2.б, величину выпускаемого расхода регулируют с помощью жесткого сифона, приемное колено которого укреплено на поплавке, свободно плавающем на поверхности раствора в сосуде. Регулировка требуемой величины расхода осуществляется изменением длины отводящего колена сифона, т. е. величиной напора или присоединением к сифону наконечника с требуемым по расчету диаметром отверстия.

От регулирующего бака раствор по желобу или по шлангу подается в поток в одну или несколько точек по его ширине.

9. Устройства для измерения расхода воды объемным методом

9.1 Устройства для непосредственных измерений расхода воды объемным методом применяют в качестве вспомогательных при тарировании малых лотков и водосливов (тонкостенных или с широким порогом), а также для измерения расходов малых потоков (ключей, родников) с устойчивым расходом. Устройство состоит из преграждающей поток стенки, оборудованной одним или несколькими водоспусками в виде лотков, желобов, труб и пр., и одного или нескольких мерных сосудов (бассейнов), в которые непрерывно или в течение определенных промежутков времени стекает подведенная желобом или лотком вода потока.

Расход потока определяют как отношение объема воды, накопившейся в мерном сосуде – бассейне, к числу секунд, в течение которых происходило наполнение.

9.2 Для установки выбирают участок потока, наиболее благоприятный для устройства преграждающей стенки, т. е. участок с суженным руслом, большими уклонами, водоупорным грунтом дна и берегов.

Преграждающая поток стенка может быть выполнена в виде перемычки из металла, железобетона или дерева, перехватывающей полностью русловой (поверхностный) и по возможности весь подрусловой сток (воду, текущую в аллювии русла и берегов).

Стенки долговременных, постоянно действующих установок необходимо оборудовать спускными трубами, закладываемыми в нижней части стенки, для пропуска воды и наносов в то время, когда измерения не производят, и для опорожнения в случае надобности верхнего бьефа установки.

Непосредственное измерение расхода воды объемным методом может производиться в двух вариантах

- по времени заполнения мерного сосуда;
- по приращению уровня воды в мерном бассейне.

9.3 Способ определения расхода воды по времени заполнения мерного сосуда применяют в случае малых расходов воды (от исчезающих малых до 5 л/с) и устойчивости их во времени, так как непрерывную регистрацию расходов не ведут и измерения производятся наблюдателем периодически, в стандартные сроки наблюдений.

Способ заключается в том, что под струю воды подставляют сосуд, объем которого (W) заранее известен, и одновременно пускают в ход секундомер; по заполнении сосуда до краев или до метки, нанесенной на его стенке, секундомер останавливают; он показывает время заполнения сосуда (t). Расход воды равен объему, деленному на время заполнения мерного сосуда:

$$Q = \frac{W}{t} \quad (9.1)$$

Для получения достаточно точных результатов при обычных условиях измерения (считая, что время отсчитывают по секундомеру с точностью до 0,2 секунды, а объем сосуда измерен с точностью до 0,001) необходимо, чтобы время заполнения мерного сосуда было не меньше 40 секунд. Если это условие не может быть соблюдено, измерение производят несколько раз, и за окончательный результат принимают среднее из всех измерений за вычетом тех, которые дают отклонение от среднего более 5 %; такие измерения считают браком и отбрасывают. Практически при времени заполнения $t = 30$ секунд нужно повторить измерение не менее двух раз; при $t=20$ секунд – не менее четырех раз; при $t=10$ секунд – не менее 10 раз.

Объем мерного сосуда зависит от величины расхода воды. Для измерения расходов в несколько миллилитров в секунду применяют мензурку или мерную литровую кружку. Для измерения расходов до 0,5 – 1,0 л/с применяют обычное ведро, для расходов до 1 – 2 л/с - специально изготавливаемый переносный железный бак объемом 40-50 л. Рекомендуемые размеры цилиндрического бака - высота 50 см, диаметр 30-40 см.

Ведра и баки, применяемые для объемных измерений, предварительно должны быть протарированы не менее двух раз какой-либо точной мерой объема: большой мензуркой, мерной колбой или литровой кружкой.

На посту желательно иметь несколько мерных сосудов различного объема и применять тот или иной из них в зависимости от величины расхода воды.

9.4 Способ определения расхода по приращению уровня воды в мерном бассейне применяют для расходов до 20 л/с. Он заключается в том, что струя воды отводится по рабочему водоспуску (желобу, лотку) в мерный бассейн-резервуар объемом до 1-2 м³, расположенный ниже. По приращению уровня воды в бассейне (ΔH) за время t можно определить расход воды. Мерный бассейн должен быть заранее точно протарирован официальными мерами объема, снабженными государственным клеймом. По результатам тарировки составляют тарировочную таблицу.

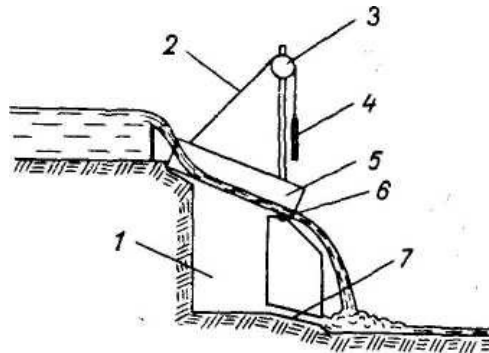
Мерные бассейны изготавливают из металла или железобетона. Внутренняя поверхность железобетонного бассейна должна быть герметичной для устранения фильтрации. У дна устраивают закрываемую задвижкой или краном спускную трубу, через которую бассейн может быть в любое время опорожнен.

Высоту уровня воды в бассейне измеряют с точностью 1 мм крючковой или игольчатой рейкой, укрепленной на стенке бассейна.

Определение расхода воды в зависимости от его величины может быть произведено двумя способами:

– В случае больших расходов, когда заполнение бассейна производят в течение нескольких минут, измерения ведут периодически, в установленные сроки наблюдений. Пример такой установки изображен на рисунке 9.1. Между сроками

наблюдений вода специальным лотком сбрасывается в нижний бьеф, минуя мерный бассейн. Перед измерением производят отсчет уровня воды в бассейне по рейке, затем поднимают лоток, подвешенный на блоке, и вода начинает поступать в бассейн. Спустя некоторое время лоток опускают на прежнее место и на этом измерение заканчивают. Время заполнения отсчитывают по секундомеру, а объем воды определяют по разности отсчетов уровня воды до и после измерения. По окончании измерения бассейн опоражнивают;



1 - мерный бассейн; 2 - канат подъемный; 3 - блок; 4 - противовес; 5 - лоток; 6 - шарнир;
7 - труба с задвижкой для сброса воды

Рисунок 9.1 - Схема приспособления для отсечки струи воды при измерениях расхода объемным способом

– В случае малых расходов, когда заполнение бассейна длится не менее нескольких часов, вода потока постоянно направляется в мерный бассейн. В сроки наблюдений наблюдатель отсчитывает высоту уровня воды и в случае надобности спускает воду из бассейна. По разности отсчетов в смежные сроки наблюдений определяют суммарный объем стока за период между этими сроками, а разделив его на продолжительность периода, – средний расход воды.

Желательно оборудовать подобные установки самописцами уровня воды, непрерывно регистрирующими изменение высоты уровня. В этом случае после соответствующей обработки записи самописца можно определить не только средний расход воды, но и восстановить ход стока во времени между сроками наблюдений.

10 Контрольные русла

10.1 Контрольным руслом называется короткий участок реки (длиной 0,2 ширины реки), ложе которого закреплено по всему периметру тем или иным способом (бетонной облицовкой, каменной отмосткой и т. д.). Назначением контрольного русла является создание фиксированной формы поперечного сечения створа, исключаящей деформации. Это позволяет повысить точность измерений расхода воды и обеспечить удобство их выполнения в соответствии с требованиями ГОСТ 19185.

Устраивать контрольные русла необходимо во всех гидростворах на малых реках, где нельзя применить водосливы и гидрометрические лотки и где отсутствуют условия для измерения расходов воды в естественном русле. К этой категории относят реки, характеризующиеся:

- неустойчивостью русла, выражающейся в деформациях дна в гидростворе или на нижележащем участке реки при резких колебаниях водности;
- устойчивым глубоким руслом со скоростями течения, близкими к начальной скорости вертушки;
- большими скоростями течения при глубинах, меньших, чем диаметр лопастного винта вертушки.

Примечание: При невозможности возведения постоянного, капитального сооружения допускается устройство временных контрольных русел.

10.2 Контрольное русло особенно целесообразно устраивать на участках рек со значительными продольными уклонами (более 2-3 ‰) или на участках перелома продольного профиля водной поверхности, где происходит переход от малого к большому уклону (например, перед порожистым участком на перекатах и т. д.). В этом случае удастся не только предотвратить деформации русла на гидростворе, но и исключить влияние на кривую расходов переменного подпора от нижележащих участков реки, обусловленного разными причинами:

- деформацией русла;
- водной растительностью;
- заторно-зажорными явлениями;

– подпором от гидротехнических сооружений и т. д. Таким образом, кривая расходов, полученная в створе такого контроля на основании вертушечных измерений, будет устойчива во времени.

Если выбрать участок реки с большим уклоном для оборудования контрольного русла не представляется возможным, то его сооружают и на участке с малым продольным уклоном, но при этом решают только одну задачу – закрепление русла. Влияние же переменного подпора от нижерасположенного участка реки будет сказываться, и потому кривую расходов необходимо периодически контролировать измерениями расходов воды с помощью вертушки.

Контрольные русла с дополнительными установками для учета малых расходов посредством водосливов или лотков устраивают на реках в тех случаях, когда точность измерения расхода воды в периоды межени простым контрольным руслом недостаточна (при растянутом поперечном профиле русла, когда в межень наблюдают малые глубины).

Контрольное русло представляет собой полосу бетонированного дна, простирающуюся поперек потока от одного берега до другого до незатопляемых отметок. Длину этой полосы назначают равной 0,1-0,2 ширины потока при пропуске наибольшего расхода воды и во всяком случае не меньше 2 м. При устройстве контрольного русла высоту его над естественным дном в пределах всего поперечного профиля потока назначают равной 0,2- 0,3 м. Впоследствии благодаря отложению наносов перед сооружением и за ним речное дно обычно выравнивают заподлицо с ним.

Контрольные русла следует устраивать на участках рек, имеющих как симметричный, так и асимметричный поперечный профиль русла.

Если контрольные русла устраивают на участках с симметричным поперечным профилем русла, в центральной части последнего делают небольшую треугольную или трапециевидную канавку, в которой сосредоточивается поток при малых расходах воды.

В случае широкого русла с незначительными глубинами, не допускающими точного измерения расхода воды вертушкой, русло в створе сооружения искусственно сужают. Переход от широкого, естественного русла к суженному контрольному осуществляют постепенно; путем устройства береговых открьлков или дамб, направленных под углом к потоку (рисунок 10.1). Конструктивно контрольное русло выполняют в виде бетонной или бутобетонной плиты, поверхность которой имеет небольшой уклон в сторону течения (рисунок 10.2); нижнюю поверхность плиты для удлинения путей фильтрации и повышения устойчивости против размыва снабжают одним или двумя зубьями или шпунтовыми стенками, глубина заложения которых, а также размеры крепления дна выше и ниже контрольного русла определяют специальным расчетом в зависимости от характера

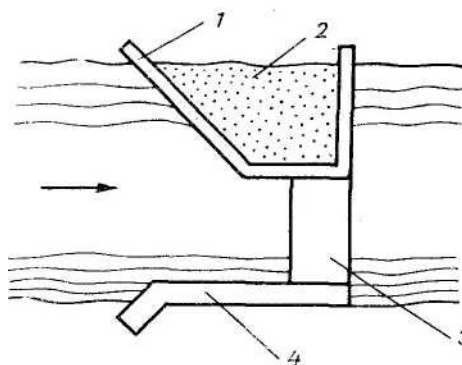
грунтов, скоростей и т.д.

Контрольное русло оборудуют водомерным постом и самописцем уровня воды, которые устанавливаются в створе сооружения.

Отметка нуля водомерного поста должна совпадать с отметкой наиболее пониженной части контрольного русла.

Измерение расхода воды вертушкой производят в створе контрольного русла с гидрометрического мостика, который, как и установка СУВ, является обязательным элементом сооружения.

10.3 Контрольные русла временного типа для измерений расхода воды в руслах с малыми скоростями течения устраивают в виде искусственного сужения русла, предназначенного для увеличения скорости течения до величины, измерение которой можно производить гидрометрической вертушкой. Степень сужения назначают в зависимости от величин расхода воды и скорости течения, существующих при естественном режиме протекания. Сужение считают достаточным, если преобладающая скорость в суженном сечении будет достигать величин порядка 0,20–0,25 м/с. Не следует допускать сильного сужения, так как, кроме удорожания установки, оно вызовет весьма нежелательный размыв речного дна, которое на таких реках обычно сложено легкоподвижными грунтами. Расчеты степени сужения потока приведены в приложении Г.



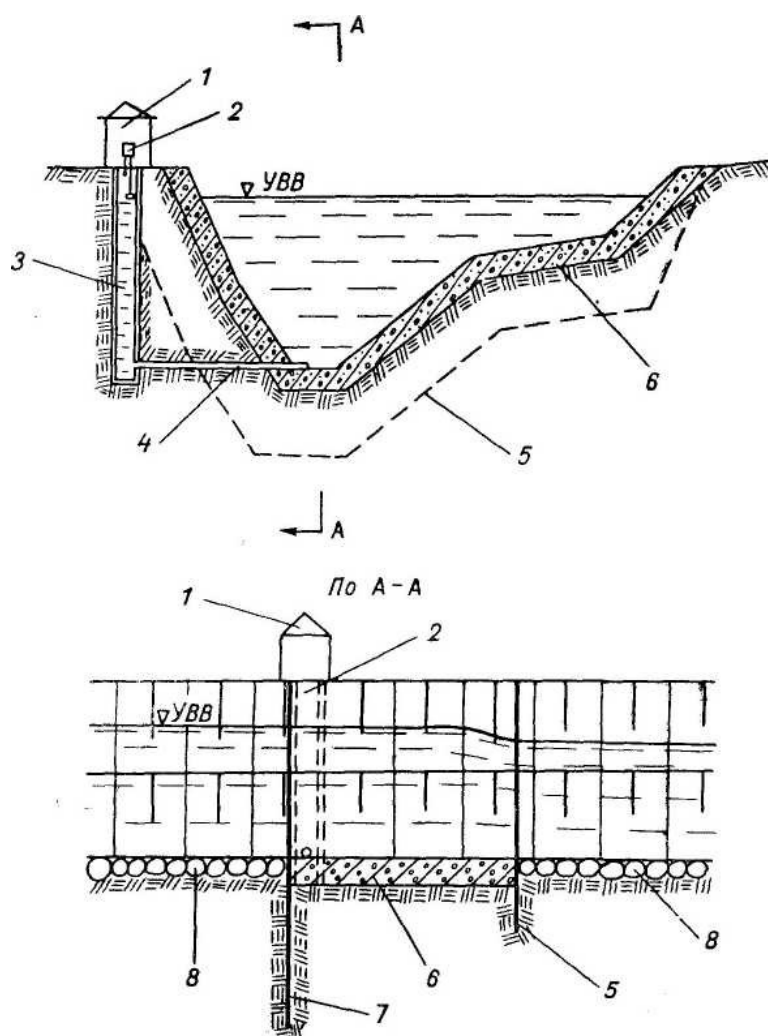
1- дамба направляющая; 2- засыпка грунтом; 3 - плита донная; 4 – стенка

Рисунок 10.1 - План контрольного русла большой ширины

На реках, где малые скорости течения имеют место только в периоды маловодий, сооружение обычно рассчитывают на работу именно в эти периоды. В другое время, когда скорости течения достаточны, измерения вертушкой ведут в другом гидрометрическом створе, расположенном выше или ниже контрольного русла в зависимости от величины скоростей.

Конструктивно контрольное русло оформляют в виде отходящих от берегов шпунтовых стенок с некоторым постоянным расстоянием между ними в центральной части водного сечения. Эти стенки могут иметь Г-образную форму или примыкать к берегу при помощи боковых открьлков, как показано на рисунке 10.3.

10.4 Контрольные русла временного типа, устраиваемые с целью повышения глубин на мелководных участках с достаточными скоростями течения, сооружают в виде искусственно канализованного участка реки или же путем создания искусственного подпора с помощью каменной наброски. Создание подпора в гидрометрическом створе допускается делать даже за счет уменьшения скоростей течения, которые наблюдались в естественном русле, но при обязательном условии сохранения режима транзита наносов.



1 - измерительный павильон; 2 - СУВ; 3 - поплавковый колодец; 4 - соединительное устройство (труба); 5 - граница низового шпунтового ряда; 6 - бетонное покрытие; 7 - верховой шпунтовый ряд (применяется в случае водопроницаемых грунтов в русле); 8 - каменная одиночная мостовая

Рисунок 10.2 - Контрольное русло со сплошным бетонным креплением смоченного периметра

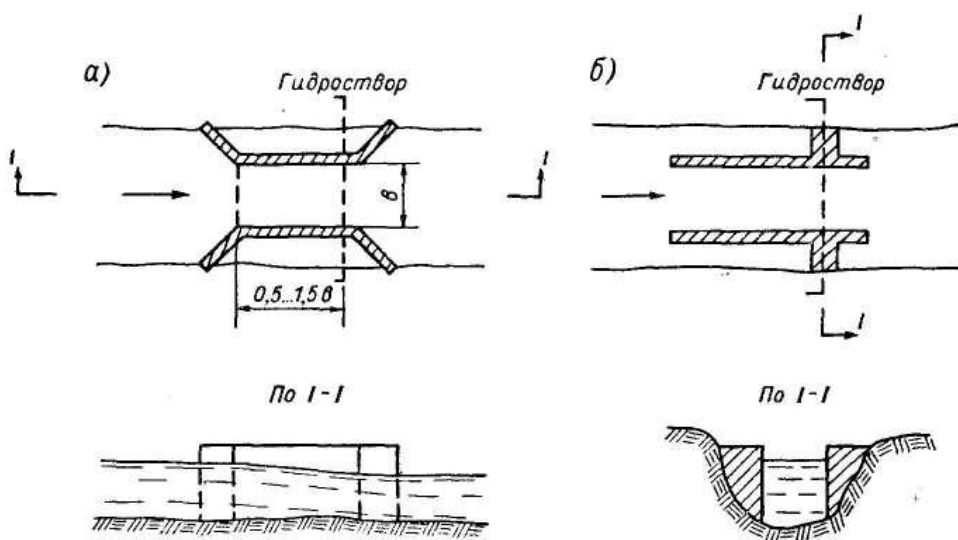
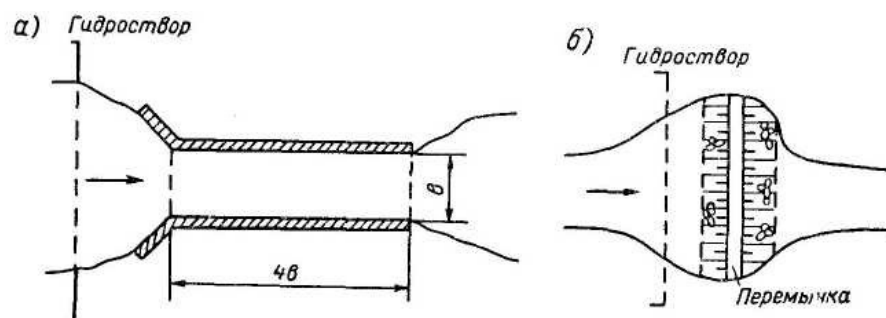


Рисунок 10.3 - Временные контрольные сечения для измерения расхода воды в руслах с малыми скоростями течения. а и б - варианты сужения русла

Гидрометрический створ, водомерный пост и самописец уровня воды в контрольных руслах устанавливают на расстоянии, равном 0,6-0,8 его общей длины, считая от верхней границы участка. Длину участка назначают равной не меньше четырехкратной ширины естественного русла. В контрольных руслах, подпруженных каменной наброской, указанные устройства располагают в зоне подпора, в 5-10 м выше перемычки; такое расстояние обеспечивает отсутствие мертвых пространств в придонном слое воды. Схемы описываемых типов контрольных русел показаны на рисунке 10.4



а и б - варианты создания подпора

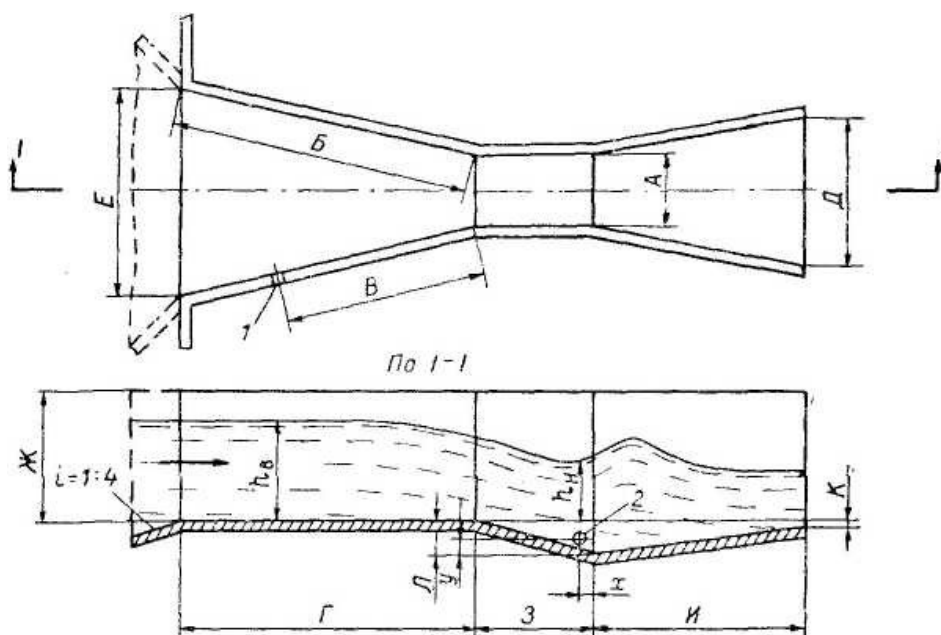
Рисунок 10.4 - Временные контрольные сечения для измерений расхода воды в руслах с малыми глубинами

11 Гидрометрические лотки

11.1 Лоток Паршала

11.1.1 Лоток Паршала приведенный на рисунке 11.1 состоит из трех основных частей:

– приемного раструба с вертикальными стенками, сходящимися в плане к продольной оси лотка с уклоном 1:5 и с горизонтальным дном;



1 - отверстие, ведущее к колодцу самописца для измерения уровня воды в верхнем бьефе;
2 - отверстие для измерения уровня поды в нижнем бьефе для контроля, если лоток предназначен для работы при затопленном режиме.

Рисунок 11.1 - Лоток Паршала

- горловины с параллельными вертикальными стенками и дном, имеющим уклон в сторону движения воды 3:8;
- отводящего раструба с расходящимися вертикальными стенками, имеющими в плане наклон к продольной оси лотка 1:6. Дно имеет обратный уклон, равный 1:6.

Примечание. На реках, характеризующихся значительными продольными уклонами (более 1‰), горловину и отводящий раструб не устраивают, а лоток ограничивают одним приемным раструбом, ниже которого должен быть перепад не менее 0,2 м. Дно отводящего канала непосредственно ниже лотка в этом случае тщательно укрепляют во избежание его размыва.

При незатопленном режиме истечения высота уровня воды над дном приемного раструба лотка служит мерой расхода воды, протекающего в лотке. При затопленном режиме истечения, кроме того, должна быть измерена высота уровня воды на стыке горловины и отводящего раструба.

По сравнению с тонкостенным водосливом гидрометрический лоток обеспечивает несколько меньшую точность измерения расхода воды, но обладает следующими преимуществами:

- Лоток пропускает большое количество влекомых по дну наносов, что обеспечить при помощи тонкостенных водосливов не представляется возможным;
- Применение лотка практически не нарушает естественного режима стока, не трансформирует естественного гидрографа, так как перед лотком обычно не создают емкого бассейна, регулирующего сток. Это свойство лотков особенно ценно на небольших водотоках, периодически пересыхающих и характеризующихся резкими интенсивными паводками;
- Являясь сооружением практически безнапорным, лоток не вносит существенных нарушений в режим аллювиальных грунтовых вод, не искажает естественного соотношения между расходом поверхностного и подруслового (аллювиального) потока.

Поэтому на реках с проницаемыми донными грунтами можно устраивать лотки без дополнительных сложных и дорогостоящих противофильтрационных мероприятий;

- Важным преимуществом лотка Паршала является возможность его использования в качестве измерителя расхода и в условиях затопленного истечения. Особую ценность это преимущество приобретает на водотоках с малыми уклонами, имеющих низкие берега, например на ирригационных системах. Следует, однако, иметь в виду, что в условиях затопленного режима точность измерения расходов снижается, а сам процесс измерения и обработки данных усложняется, так как регистрацию уровней приходится вести в двух точках.

11.1.2 Размеры лотков Паршала и предельные расходы воды, которые можно измерять ими, приведены в таблице 11.1 в соответствии с обозначениями на рисунке 11.1.

Величину расхода воды, проходящего через лоток, определяют:

- для лотков с шириной горловины от 0,25 до 2,5 м - по таблицам приложения Д., в которых приведены значения расходов воды для напоров от 0,03 до 0,80 м через каждые 0,5 см;
- для лотков с шириной горловины от 3,0 до 7,5 м – по формуле:

$$Q = (2.3b + 0.48)h_g^{1.6} \quad (11.1)$$

где b – ширина горловины,

h_B – напор в метрах, измеренный в измерительном створе приемного раструба,

Q – расход воды в м³/с.

Примечания: 1. Измерение расходов при значениях напоров, меньше или больше допустимых, указанных в табл. 11.1 для соответствующих размеров горловины, не рекомендуется, так как эмпирические формулы для вычисления расхода воды гарантируют точность измерения плюс, минус 5 % лишь в указанном диапазоне напоров.

Таблица 11.1 - Размеры, предельные значения напоров (в м) и пропускной способности (в м³/с) лотков Паршала

Ширина			Длина по оси			Высота стенок в приемном раструбе Ж	Вертикальное расстояние от дна приемного раструба		раструба КДлина станки приемного	Расстояние от горловины до В=2/3 измерительного створа	Положение точек измерения уровня		Предельные значения измеренных напоров		Предельные значения измеряемых расходов		$\eta = h_n / h_b$ Предел подтопления
горловины А	раструба Е	раструба Д	раструба Г	горловины З	раструба И		до нижней точки горловины Л	до дна низового конца отводящего раструба К			координаты места закладки трубы для измерения напора		$h_{в мин}$	$h_{в макс}$	$Q_{мин}$	$Q_{макс}$	
											х	у					
0,25	0,78	0,56	1,32	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,35	0,90	0,05	0,08	0,03	0,60	0,003	0,25	0,70
0,50	1,08	0,81	1,44	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,47	0,98	0,05	0,08	0,03	0,80	0,006	0,79	
0,75	1,38	1,06	1,56	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,60	1,06	0,05	0,08	0,04	0,80	0,015	1,19	
1,00	1,67	1,31	1,68	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,72	1,15	0,05	0,08	0,05	0,80	0,024	1,62	
1,25	1,97	1,56	1,81	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,85	1,29	0,05	0,8	0,06	0,80	0,038	2,03	
1,50	2,27	1,80	1,93	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	1,97	1,31	0,05	0,08	0,06	0,80	0,046	2,44	
1,75	2,57	2,06	2,05	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	2,10	1,35	0,05	0,08	0,07	0,80	0,068	2,88	
2,00	2,87	2,31	2,17	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	2,22	1,41	0,05	0,08	0,07	0,80	0,076	3,32	
2,25	3,17	2,56	2,30	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	2,35	1,56	0,05	0,08	0,07	0,80	0,086	3,78	
2,50	3,47	2,81	2,42	0,61	0,92	0,90	0,23	0,08	2,47	1,65	0,05	0,08	0,07	0,80	0,095	4,19	
3,00	4,70	3,60	2,61	0,90	1,80	1,20	0,34	0,15	2,70	1,80	0,29	0,30	0,09	1,10	0,163	8,60	0,80
4,50	7,50	5,50	3,10	1,20	3,00	1,80	0,45	0,23	3,45	2,30	0,29	0,30		1,70	0,227	25,40	
6,00	9,00	7,20	3,92	1,80	3,60	2,10	0,68	0,30	4,20	2,80	0,29	0,30		1,85	0,315	38,20	
7,50	10,50	8,80	4,71	1,80	3,90	2,10	0,68	0,30	4,95	3,30	0,29	0,30		1,85	0,392	47,50	

Примечание. Условные обозначения см. на рисунке 11.1

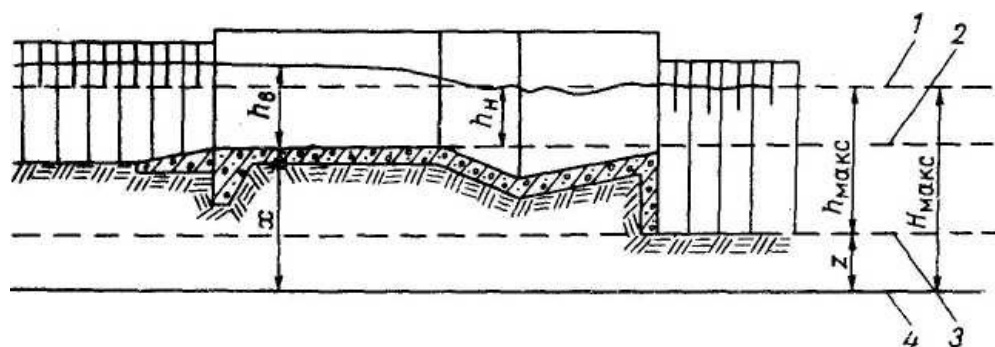
– так как строительство лотков с размерами горловины от 3,0 до 7,5 м осуществляют на практике реже, чем лотков меньших размеров, расчетная таблица для них в приложении не дана. Ее следует составлять на местах.

11.1.3 Для выбора размеров гидрометрического лотка необходимо располагать следующими данными:

- наибольшим и наименьшим значениями измеряемого расхода воды;
- отметками (относительно реперов поста):
 - а) максимального и минимального уровня воды;
 - б) наивысшего подпорного уровня воды, если ниже створа имеется источник подпора;
 - в) среднего дна реки в месте сооружения лотка;
- пределами возможных колебаний отметок среднего дна в месте сооружения лотка вследствие деформаций русла;
- значением допустимой высоты подпора от лотка;
- отметкой горизонтального дна приемного раструба лотка относительно реперов станции.

Размеры гидрометрического лотка выбирают по таблице 11.1 в зависимости от величины наибольшего расхода воды. Если наименьший расход, предназначенный для измерения, при этом оказывается меньше, чем наименьший измеряемый расход для лотка соответствующих размеров по таблице 11.1, следует предусмотреть комбинацию двух измерительных устройств (например, устройство водослива в нижнем бьефе лотка).

Выбор размеров желательно сделать в расчете на свободное истечение (т. е. при отсутствии затопления со стороны нижнего бьефа). Критерием затопления является соотношение высот уровня воды над дном приемного раструба в верхнем (h_v) и нижнем (h_n) бьефах, как показано рисунке 11.2. Отношение этих высот называется коэффициентом подтопления $\eta = h_v/h_n$. Режим свободного истечения будет иметь место при η меньше 0,7 для лотков с шириной горловины от 0,25 до 2,5 м и η меньше 0,8 для лотков больших размеров. В случае превышения этих значений уровень нижнего бьефа начинает оказывать влияние на пропускную способность лотка, и в расходы, измеренные при свободном истечении (т. е. только по напору h_v), следует вводить поправку. Наибольшее и наименьшее значения расхода воды, отметки высот уровня воды, соответствующие этим значениям и при наивысшем подпоре, пределы колебаний отметок среднего дна потока, допускаемая величина подпора от лотка выясняются в процессе обследования участка сетевого гидрологического подразделения и изучения соответствующих гидрологических и топографических материалов.



1- уровень воды при $Q_{\max}$, z - уровень для приемного раструба; 3 - уровень среднего дна потока;
4 - плоскость отсчета отметок

Рисунок 11.2 - Схема к выбору отметки дна приемного раструба лотка

Для получения отметки среднего дна потока необходимо произвести промеры глубин в выбранном для установки лотка створе. При вычислении отметки среднего дна русла принимают в расчет только те точки дна, которые лежат на его горизонтальном (приблизительно) участке; точки боковых склонов русла в расчет не принимают.

Для получения отметки горизонтального дна приемного раструба необходимо определить отметку уровня воды естественного потока при пропуске наибольшего расхода воды ($H_{\text{макс}}$ на рисунке 11.2) или при наивысшем подпоре от нижерасположенного источника подпора (если таковой имеется). При отсутствии ранее произведенных гидрометрических работ в данном створе эту отметку вычисляют как сумму отметки среднего дна z и глубины потока ($H_{\text{макс}} = z + h_{\text{макс}}$); последнюю определяют гидравлическим расчетом. Если русло потока деформируется, то глубину $H_{\text{макс}}$ необходимо исправить так, чтобы она соответствовала глубине в период наибольшего намыва его дна.

После определения глубины $H_{\text{макс}}$ следует по известной величине $Q_{\text{макс}}$ по таблице 11.1 подобрать подходящий (по пропускной способности) лоток и для него найти, пользуясь данными приложения Г, высоту напора в приемном раструбе $h_{\text{в.макс}}$ при пропуске наибольшего расхода воды. Отметка дна приемного раструба x для режима свободного истечения определяют по формуле

$$x = H_{\text{мах}} - \eta_{\text{пр}} h_{\text{в.макс}} = z + h_{\text{мах}} - \eta_{\text{пр}} h_{\text{в.макс}} \quad (11.2)$$

где $\eta_{\text{пр}}$ - предел подтопления (0,7 или 0,8 для лотков соответствующего размера).

Поскольку весь расчет по способу, изложенному выше, является приближенным, следует к вычисленной отметке прибавить некоторый запас, порядка 0,1-0,2 м, чтобы при всех условиях гарантировать режим свободного истечения.

Окончательно полученная таким образом отметка дна приемного раструба служит исходной при разбивке на местности лотка, рассчитанного на режим свободного истечения.

11.1.4 Использование лотка как измерительного устройства в условиях затопленного истечения возможно при величинах η от 0,70 до 0,95. При η больше 0,95, т. е. когда напорный эффект практически исчезает, лоток полностью теряет свои измерительные свойства и измерение расходов следует осуществлять другим способом (например, вертушкой в контрольном створе).

Проектирование лотка на затопленный режим истечения производят в случае, когда по местным условиям невозможно обеспечить требуемое падение уровня для создания свободного истечения.

Лотки, рассчитанные на режим затопленного истечения, оборудуют водомерными устройствами в двух сечениях – в приемном раструбе (основным) и в месте сопряжения горловины и отводящего раструба (дополнительным). Нули реек основного и дополнительного постов устанавливают на одной высоте на уровне дна приемного раструба.

Трубку, ведущую в низовой колодец самописца уровня, закладывают в стенке лотка на расстоянии x и y от точки пересечения линий дна горловины и отводящего раструба, согласно рисунка 11.1 и таблице 11.1. Диаметр трубки должен составлять 20-25 мм.

Определение расхода воды, протекающего через лоток при затопленном истечении, производят следующим образом:

– по данным наблюдений на основном и дополнительном измерительном створах вычисляют коэффициент подтопления $\eta = \frac{h_i}{h_a}$ с точностью до 0,01;

– по формуле, приведенной в пункте 11.2, для лотков с шириной горловин начиная с 3,0 м, устанавливают расход воды, соответствующий высоте уровня h_b при режиме свободного истечения ($Q_{св}$);

– для лотков с шириной горловин от 0,25 до 2,5 м по таблице 1 приложения Д для полученного η находят значение поправки на затопление для лотка с шириной горловины 1 м (Δ_1);

– по таблице 3 приложения Д находят переходный коэффициент $\frac{\Delta_A}{\Delta_1}$, учитывающий ширину горловины данного лотка (с точностью до 0,001);

– путем перемножения найденных по таблице 2 и 3 приложения 9 величин определяют истинную поправку на затопление

$$\Delta_A = \Delta_1 \frac{\Delta_A}{\Delta_1} \quad (11.3)$$

Эту поправку определяют с точностью, соответствующей точности $Q_{св}$;

– вычитанием поправки Δ_A из значения расхода $Q_{св}$, соответствующего режиму свободного истечения, определяют истинный расход при затопленном истечении

$$Q_3 = Q_{на} - \Delta_1 \quad (11.4)$$

Вычисления удобно вести в табличной форме, пример заполнения которой дан в таблице 4 приложения Д;

– для лотков с шириной горловин 3,0 м величины поправок вычисляют по таблице 5 приложения 9. Для лотков с шириной горловины от 3,0 до 7,5 м величины поправок умножают на коэффициент k_s , приведенный в таблице 5а этого же приложения.

Далее расчет истинной величины расхода ведут по формуле

$$Q_3 = Q_{на} - Q_c k_s \quad (11.5)$$

где Q_c – поправочный расход, взятый по таблице 5 приложения 9 при соответствующих значениях h_b и η .

11.1.5 При устройстве гидрометрического лотка необходимо соблюдать следующие требования:

- Лоток устанавливают так, чтобы продольная ось его совпадала с общим направлением течения потока. Участок потока, на котором устраивается лоток, должен быть на протяжении 8-10 ширин прямолинейным, иметь правильную корытообразную форму поперечного профиля и однообразный уклон. Последний не должен превышать 1-2‰, чтобы на подходе к лотку был гарантирован спокойный режим.

Если выбранный участок не в полной мере удовлетворяет этим требованиям, необходимо принять меры к его упорядочению (спрямление, расчистка и т. д.);

- Размеры лотка и уклоны дна его должны быть выдержаны по таблице 11.1 с точностью до 1 см (нарушение размеров лотка влечет за собой искажение нормальной зависимости между расходом и уровнем воды и необходимость тарировки лотка по всей амплитуде колебаний уровня). Это может быть достигнуто тщательной разбивкой на местности контуров сооружения и проверкой его основных размеров в процессе постройки при помощи стальной мерной ленты или рулетки, нивелира, хорошо выверенных специально приготовленных шаблонов и др.

Небольшие лотки целесообразно делать целиком железными, из листового

(котельного) железа толщиной 4-6 мм, с применением сварки.

Для предотвращения выгибов и деформаций железных листов желательно укрепить их дополнительными ребрами жесткости из железных уголков. Кроме того, для придания устойчивости железным и деревянным лоткам в плане между боковыми стенками их по верху вставляются распорки в следующих сечениях:

- а) у входа;
- б) в середине приемного раструба;
- в) на стыке приемного раструба и горловины;
- г) на стыке горловины и отводящего раструба;
- д) у выхода;

- Для придания прочности и устойчивости всему сооружению при наличии грунтов, подверженных просадкам, необходимо подвести под лоток надежное основание (свайное, бетонное). Особенно это относится к случаю возведения лотков на торфах или лёссах.

Для предотвращения обхода лотка водой сбоку устраивают входные и выходные открылки для сопряжения лотка с естественными берегами реки в виде дощатой, шпунтовой или бетонной стенки. В плане открылки располагают под углом 45 ° к оси лотка или очерчивают по радиусу 0,50-0,60 м. Длина открылков или обратных стенок должна быть достаточной для прочного сопряжения с берегом: они должны заходить в коренные берега не менее чем на 50-100 см.

Пространство между стенками открылков и берегами засыпают грунтом. Если при прохождении паводков вода переливается через стенку, поверхность этих боковых дамб предохраняется от размыва мощением камнем, обшивкой деревом, бетонированием и т. п. Такими же способами укрепляют берега потока и дно на подходе и выходе из лотка. Если лоток является частью контрольного русла и служит для измерения лишь сравнительно малых расходов, то его затопление при пропуске более высоких расходов предусматривают проектом.

Поверхность стенок лотка должна быть гладкой, для чего бетонные стенки обивают железом, кирпичные – штукатурят цементным раствором, а деревянные хорошо обстругивают. Железные лотки перед установкой окрашивают снаружи и изнутри суриком или белилами.

11.1.6 Лоток, рассчитанный на режим свободного истечения, оборудуют основным контрольным водомерным постом и самописцем уровня воды. Водомерный пост и приемную часть самописца располагают в приемном раструбе лотка, в плоскости, удаленной от горловины на $\frac{2}{3}$ длины раструба, как показано на рисунке 11.1.

В случае если лоток рассчитан и на работу в затопленном режиме истечения, необходимо оборудовать его дополнительным водомерным постом, устанавливаемым в створе сопряжения горловины с отводящим раструбом. Основным водомерный пост оборудуют крючковой рейкой, укрепленной на стенке лотка. Кроме того, лоток оборудуют второй установкой СУВ, размещаемой рядом с первой в одном измерительном павильоне.

Уровни измеряют крючковой рейкой, укрепленной на стенке лотка. Если напор в лотке при пропуске наименьшего расхода воды падает ниже 5 см и измерение высоты уровня с помощью крючковой рейки становится невозможным, последнюю заменяют игольчатой.

Колодец самописца желательно устраивать так, чтобы он вплотную примыкал к стенке лотка и соединялся с ним непосредственно через отверстие в стенке или с помощью короткого патрубка.

11.2 Лотки Вентури

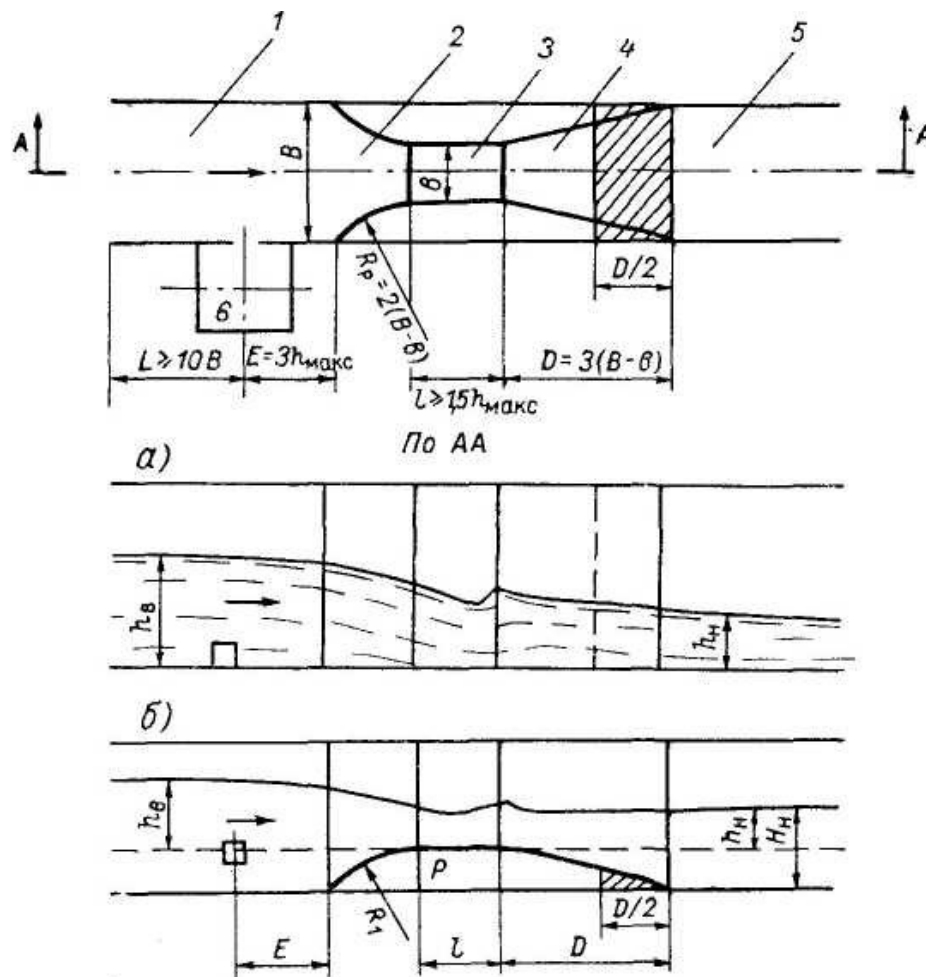
11.2.1 Достаточно удобными в эксплуатации гидрологическими расходомерами

на малых водотоках, особенно при большом содержании в потоке наносов, являются лотки Вентури. В иностранной литературе лотки этого типа часто называют лотками критической глубины или лотками стоячей волны. Этот термин относится и к рассмотренному выше лотку Паршала.

Они обладают некоторыми преимуществами по сравнению с лотками Паршала, которые заключаются в более благоприятных условиях для транзита наносов и в большей простоте конструкции. Лотки Вентури могут выполняться с горловиной как прямоугольного, так и трапециoidalного поперечного сечения. Лотки Вентури с прямоугольной горловиной наиболее просты в расчетном и конструктивном отношении.

11.2.2 Существуют три типа лотков с горловиной прямоугольного сечения:

- лотки, в которых сжатие потока с образованием сечения с критической глубиной осуществляется за счет сужения боковых стенок при горизонтальном дне (рисунок 11.3а);
- лотки, где сжатие потока совершается за счет подъема дна (образования «горба») при параллельных в плане боковых стенках (рисунок 11.3 б);
- лотки, где сжатие потока происходит одновременно как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Наиболее просты в изготовлении лотки первых двух типов.



а - лоток без порога, б - лоток с порогом;
1 - канал подводящий; 2 - раструб приемный; 3 - горловина; 4 - раструб отводящий;
5 - канал отводящий; 6 - колодец самописца

Рисунок 11.3 - Лоток Вентури.

11.2.3 Лотки Вентури, так же как и лотки Паршала, состоят из трех основных частей:

- приемного раструба - конфузора со сходящимися стенками. Дно его может быть горизонтальным или иметь обратный уклон при наличии порога в горловине. Боковые стенки приемного раструба в плане очерчены по радиусу;
- горловины с параллельными стенками и горизонтальным дном;
- отводящего раструба–диффузора с расходящимися стенками, имеющими наклон к оси лотка в плане 1:6. Дно его горизонтально либо имеет прямой уклон при наличии порога в горловине.

11.2.4 Для лучшего сопряжения лотка с потоком существуют следующие вспомогательные элементы сооружения, как показано на рисунке 11.3:

- подводящая часть предназначена для создания равномерного распределения скоростей на подходе потока к лотку. Ее длина должна быть равна как минимум 10 ширинам подходного канала;
- отводящая часть должна обеспечивать плавный переход потока с лотка в естественное русло. Дно ее должно быть укреплено в связи с возможным размывом.

11.2.5 Размеры лотка Вентури определяются шириной горловины b , шириной подводящего канала B и максимальным напором $h_{\text{макс}}$:

- боковые стенки приемного раструба очерчиваются по радиусу R

$$R = 2(B - b) \quad (11.6);$$

- длина горловины лотка $L \geq 1,5h_{\text{макс}}$;
- длина отводящего раструба

$$D = 3(B - b) . \quad (11.7)$$

Если величина падения уровня на участке лотка $\Delta h = h_b - h_n$, согласно рисунку 11.3, не играет существенной роли, то длина отводящего раструба может быть уменьшена вдвое. В этом случае заштрихованную на рисунке 11.3 часть отводящего раструба не сооружают;

- максимальный напор $h_{\text{макс}}$ не должен превышать трехкратной ширины горловины b , но должен быть не более 1,8 м;
- предельную ширину горловины выбирают в зависимости от степени сжатия лотком потока b/B и максимальной ширины подходного канала B . В качестве предельной ширины B в данном выпуске Правил принято $B = 5,0$ м;
- в случае наличия порога в горловине дно приемного раструба очерчивается по радиусу R_1 , как показано на рисунке 11.3;
- высоту стенок лотка назначают равной $h_{\text{макс}} + 0,10$ м.

11.2.6 Размеры типовых лотков Вентури и предельные расходы воды для разной степени сжатия потока (b/B) приведены в таблице 11.2 в соответствии с принятыми выше обозначениями.

В таблице 11.2 включены лотки Вентури с шириной горловины от 0,25 до 3,0 м через 0,25 м для $b/B = 0,2; 0,4; 0,6$.

Для $b/B = 0,6$ дополнительно рассчитаны лотки Вентури с высотой порога p , равной 30 см.

Величины расходов, пропускаемых лотками Вентури, определяют по таблицам 1-4 приложения Е, где приведены значения расходов для напоров от 0,05 до 1,00 м через каждые 0,5 см.

11.2.7 В гидравлическом отношении лоток Вентури, как и лоток Паршала, представляет собой лоток с наличием критической глубины в пределах его горловины. При незатопленном истечении (коэффициент подтопления η не более 0,8) часть лотка, расположенная ниже горловины, не оказывает влияния на условия

протекания потока на входе.

Таблица 11.2 – Размеры и основные характеристики лотков Вентури

b/B = 0,2, p = 0 (приложение Е, таблица Е.1)						b/B = 0,4, p = 0 (приложение Е, таблица Е.2)				
b	B	R	D	Q _{мин}	Q _{макс}	B	R	D	Q _{мин}	Q _{макс}
М				м³/с		М			м³/с	
0,25	1,25	2,00	3,00	0,004	0,270	0,62	0,75	1,12	0,004	0,278
0,50	2,50	4,00	6,00	0,009	0,840	1,25	1,50	2,25	0,008	0,865
0,75	3,75	6,00	9,00	0,012	1,27	1,87	2,25	3,37	0,013	1,30
1,00	5,00	8,00	12,00	0,016	1,70	2,50	3,00	4,50	0,017	1,75
1,25						3,12	3,75	5,62	0,021	2,18
1,50						3,75	4,50	6,75	0,025	2,62
1,75						4,37	5,25	7,87	0,029	3,06
2,00						5,00	6,00	9,00	0,034	3,50

b/B = 0,6, p = 0 (приложение Е, таблица Е. 3)						b/B = 0,6, лоток с порогом, p = 0,30 м (приложение Е, таблица Е.4)						
b	B	R	D	Q _{мин}	Q _{макс}	b	B	R	D	Q _{мин}	Q _{макс}	I _{мин}
М				м³/с		М				м³/с		М
0,25	0,42	0,33	0,50	0,005	0,294	0,42	0,33	0,64	0,50	0,004	0,280	1,12
0,50	0,83	0,67	1,00	0,009	0,914	0,83	0,67	1,13	1,00	0,008	0,878	1,50
0,75	1,25	1,00	1,50	0,013	1,38	1,25	1,00	1,61	1,50	0,012	1,32	1,50
1,00	1,67	1,33	2,00	0,018	1,85	1,67	1,33	2,11	2,00	0,016	1,77	1,50
1,25	2,08	1,67	2,50	0,022	2,31	2,08	1,67	2,57	2,50	0,020	2,22	1,50
1,50	2,50	2,00	3,00	0,027	2,77	2,50	2,00	3,07	3,00	0,024	2,66	1,50
1,75	2,92	2,33	3,50	0,031	3,24	2,92	2,33	3,57	3,50	0,028	3,11	1,50
2,00	3,33	2,67	4,00	0,036	3,70	3,33	2,67	4,03	4,00	0,032	3,55	1,50
2,25	3,75	3,00	4,50	0,040	4,18	3,75	3,00	4,53	4,50	0,036	4,00	1,50
2,50	4,17	3,33	5,00	0,044	4,69	4,17	3,33	5,02	5,00	0,041	4,45	1,50
2,75	4,58	3,67	5,50	0,049	5,10	4,58	3,67	5,50	5,50	0,045	4,90	1,50
3,00	5,00	4,00	6,00	0,054	5,57	5,00	4,00	6,00	6,00	0,049	5,35	1,50

Примечания:

1. Длина отводящего раструба D для всех типов лотков может быть уменьшена вдвое, если величина потерь напора не является лимитирующей; в этом случае должно быть дополнительно укреплено дно отводящей части (см. рис. 11.3).
2. Значения максимальных расходов соответствуют напору $h_B=1$ м (для лотков с $b=0,25$ м, $h_B=0,75$). Разрешается применять лотки Вентури для напоров до 1,8 м при условии, чтобы h_B не превышало $3b$. В этом случае длина горловины I должна быть выбрана, исходя из соотношения $I \geq 1,5 h_{\text{макс}}$.

11.2.8. Уравнение расхода для лотка Вентури имеет следующий вид:

$$Q = 1,705 C_e C_v b h_B^{3/2} \quad (11.8)$$

где Q - расход в м³/с;

C_v - коэффициент, учитывающий влияние скорости подхода;

C_e - коэффициент расхода;

b - ширина горловины в метрах;

h_B - напор в метрах над дном лотка или над порогом (при наличии последнего).

Коэффициент скорости подхода C_v зависит от степени сжатия потока лотком и рассчитывается по следующим уравнениям:

– при наличии только бокового сжатия

$$\left(\frac{b}{B}\right) \cdot \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^2 C_v^2 - C_v^{2/3} + 1 = 0, \quad (11.9);$$

– для лотков с боковым и донным сжатием

$$\left(\frac{b}{B}\right) \cdot \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^2 \cdot \left(\frac{h}{h+p}\right)^2 C_v^2 - C_v^{\frac{2}{3}} + 1 = 0 \quad (11.10)$$

Коэффициент расхода C_e зависит от потерь на трение и степени турбулентности потока, рассчитывается по формуле

$$\tilde{N}_e = \left(\frac{l}{0,004l} + b\right) \cdot \left(\frac{h - 0,003l}{h}\right)^{\frac{3}{2}} \quad (11.11)$$

В табл. 5 и 6 приложения Е даны значения C_v и C_e , вычисленные по вышеприведенным уравнениям.

11.2.9 Для выбора типа и размеров лотка Вентури необходимо иметь следующие основные исходные данные:

- наибольшие и наименьшие значения расходов воды, подлежащих измерению, а также соответствующие этим расходам уровни воды в русле;
- высота наивысшего подпорного уровня воды, если ниже створа имеется источник подпора;
- допускаемая величина подпора от лотка в верхнем бьефе.

Размеры лотка Вентури выбирают по таблице 11.2 в зависимости от величины наибольшего расхода, параметров русла (формы русла, ширины по дну и по верху) и допустимой величины подпора. Если наименьший расчетный расход оказывается меньше, чем наименьший расход для лотка соответствующих размеров (по табл. 11.2), то следует предусмотреть лоток с порогом и тонкостенным водосливом в нижнем бьефе, т. е. комбинированный.

11.2.10 Расчет лотка Вентури ведут в следующем порядке:

- определяют глубину $H_{\text{макс}}$ в отводящем русле при пропуске максимального расхода по кривой $Q=f(H)$;
- по таблице 11.2 выбирают лоток с соответствующей пропускной способностью и степенью сжатия потока b/B ;
- определяют максимальный напор $h_{\text{макс}}$ выбранного лотка по таблицам 1-4 приложения Е.

11.2.11 При установке лотка на водотоке необходимо определить превышение дна подводящей части (и самого лотка) над дном отводящего канала для обеспечения незатопленного истечения; расчет производят по методике, аналогичной для лотка Паршала.

11.2.12 При устройстве лотка Вентури необходимо выполнять следующие требования:

- подводящий участок русла должен иметь однообразный уклон, не превышающий 1-2 ‰, и быть прямолинейным на расстоянии 15-20 ширин русла. Участок, расположенный ниже лотка, также должен быть прямолинейным и не иметь каких-либо препятствий, создающих подпор в нижнем бьефе. Подходной участок должен быть выполнен в виде канала прямоугольного сечения длиной L больше или равно $10B$;
- лоток устанавливают так, чтобы продольная ось его совпала с общим направлением течения потока, а осевая линия горловины - с осью подводящего участка;
- размеры лотка должны быть выдержаны точно по расчету;
- дно горловины должно быть строго горизонтально как в продольном, так и в поперечном направлении;
- стенки горловины должны быть строго вертикальны и параллельны.

12 Водосливы с порогом треугольного профиля, с широким порогом, тонкостенные

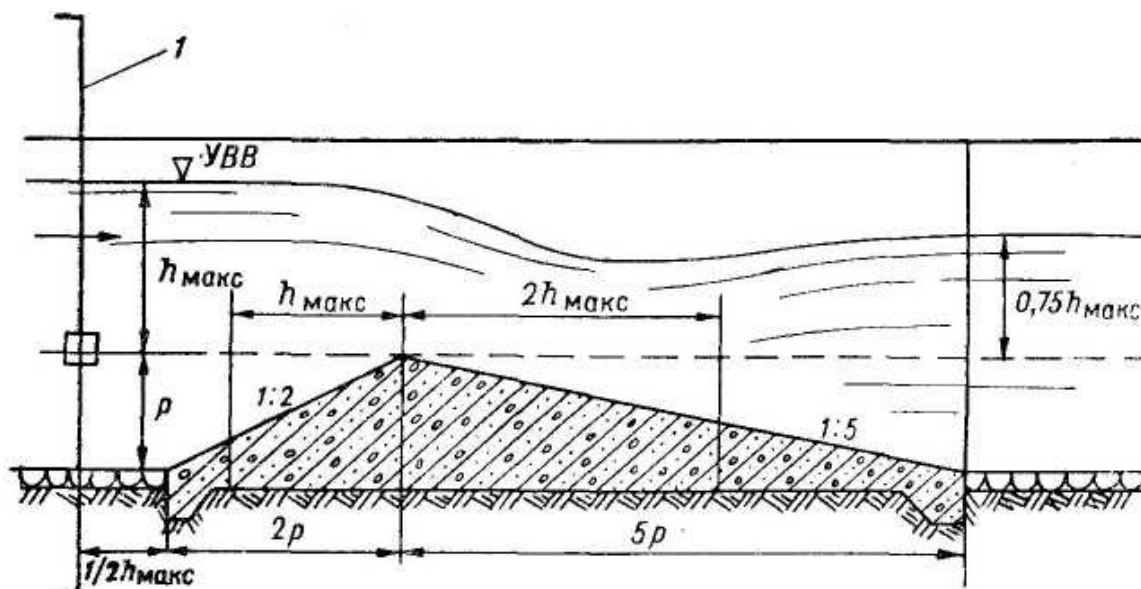
12.1 Водослив с порогом треугольного профиля

12.1.1 Водослив с порогом треугольного профиля (водослив Крампа), применяют для измерения расходов воды в диапазоне примерно от 10 л/с до 50 м³/с на водотоках с умеренными уклонами водной поверхности не более 2-3 ‰. Он обладает следующими преимуществами по сравнению с лотками или водосливами других типов (тонкостенными, с широким порогом):

- создает благоприятные условия для транзита наносов;
- обеспечивает незатопленный режим истечения при высоком коэффициенте подтопления, благодаря чему особенно выгоден для строительства на реках с малыми уклонами или на ирригационной сети;
- обладает устойчивыми гидравлическими характеристиками (коэффициент расхода), практически не меняющимися с изменением уровня;
- обладает достаточной прочностью и устойчивостью, экономичен.

12.1.2 Профиль водослива образован пересечением двух плоскостей, как показано на рисунке 12.1, верховой, имеющей обратный уклон 1:2, и низовой, имеющей прямой уклон 1:5. Пересечение этих плоскостей образует горизонтальную линию гребня, которая в плане должна быть перпендикулярна направлению потока в подводящем русле. Гребень водослива имеет точно очерченный угол, выполняется из особо прочных материалов (бетон, железо), чтобы противостоять ударам плавающих тел. С боков водослив ограничивают вертикальными и параллельными друг другу стенками, перпендикулярными линии гребня. Их высота должна быть назначена из условия пропуска через водослив максимального (расчетного) расхода. Отметки верха стенок назначаются с запасом 0,15-0,20 м над отметкой уровня выше водослива, отвечающей пропуску $Q_{\text{макс}}$. Длина боковых стенок вверх от линии гребня должна равняться сумме максимального напора $Q_{\text{макс}}$ и расстоянию до створа измерения напора, как показано на рисунке 12.1, вниз по течению боковые стенки могут оканчиваться на расстоянии от 2 до 6 м ниже подошвы низового откоса.

Поверхности водослива и его береговых стенок должны быть гладкими (бетон с цементной затиркой или облицовка материалом, не поддающимся коррозии). Они должны быть тщательно обработаны как минимум на расстоянии $1/2 h_{\text{макс}}$ вверх и вниз по течению от линии гребня.



1 - створ для измерения напора

Рисунок 12.1 - Водослив Крампа

Примечание. Водослив как всякое препятствие в потоке создает дополнительную потерю напора на преодоление местных сопротивлений (перепад уровней между верхним и нижним бьефом). Если уклон водотока сравнительно велик, так что потеря напора, вызываемая водосливом, не играет существенной роли, то его размеры (в направлении течения) могут быть уменьшены по сравнению с указанными на схеме. При этом горизонтальная проекция верхового откоса должна иметь длину не менее $h_{\text{макс}}$, а низового – $2h_{\text{макс}}$.

12.1.3 Створ для измерения напора на водосливе располагается на расстоянии $\frac{h_{\text{макс}}}{p}$ подошвы сооружения (линии пересечений верхового откоса с дном подводящего канала). Если представляется возможным пойти на некоторое понижение точности при измерении максимального расхода, то в целях сокращения длины стенок подводящего канала допускается уменьшение этого расстояния, но оно должно быть не менее $\frac{1}{2} h_{\text{макс}}$

Примечание. Для водослива с уменьшенными размерами (см. примечание к предыдущему параграфу) створ для измерения напора должен отстоять на величину не менее $\frac{1}{2} h_{\text{макс}}$ от подошвы сооружения.

12.1.4 Уравнение расхода для водослива с порогом треугольного профиля имеет следующий вид:

$$Q = kmb\sqrt{2gh}^{3/2}, \quad (12.1)$$

где Q - величина расхода в м³/с;

k - коэффициент, учитывающий скорость подхода;

m - коэффициент расхода;

b - ширина водослива по гребню;

g - ускорение силы тяжести в м/с²;

h - измеренный напор в метрах.

Величина коэффициента расхода m для напоров h больше или равно 0,06 м постоянна и равна 0,443. Следовательно, $Q = 1,96kbh^{3/2}$. Для h меньше 0,06 м m может быть определено по формуле

$$m = 0,443 \left(1 - \frac{0,0003}{h} \right)^{3/2} \quad (12.2)$$

Величина коэффициента скорости подхода k есть функция отношения площади водосливного отверстия к площади поперечного сечения подводящего канала, т. е.

$$k = f \left(\frac{bh}{\omega} \right), \quad (12.3)$$

где ω - площадь сечения подводящего канала при уровне воды, соответствующем измеряемому напору.

Так как для водослива этого типа ширина подводящего канала B равна ширине водослива b , то

$$k = f\left(\frac{h}{h+p}\right) \quad (12.4),$$

Зависимость k от указанного параметра представлена в таблице 12.1.

Таблица 12.1 - Значения коэффициента скорости подхода k в зависимости от величины h параметра $\left(\frac{h}{h+p}\right)$

$\left(\frac{h}{h+p}\right)$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003
0,1	1,003	1,004	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009	1,010	1,011
0,2	1,012	1,013	1,015	1,016	1,017	1,019	1,021	1,022	1,024	1,026
0,3	1,028	1,030	1,032	1,034	1,037	1,039	1,042	1,044	1,047	1,050
0,4	1,053	1,056	1,059	1,062	1,065	1,069	1,072	1,076	1,080	1,084
0,5	1,088	1,083	1,097	1,102	1,107	1,112	1,117	1,123	1,129	1,135
0,6	1,141	1,147	1,154	1,162	1,169	1,177	1,185	1,194	1,204	1,214
0,7	1,224	1,234	1,246	1,258	1,272	1,286	1,302			

Точность определения коэффициента расхода водослива (включая и коэффициент скорости подхода k) при соблюдении всех необходимых условий при проектировании и возведении сооружения может быть оценена в $\pm 2\%$.

12.1.5 Водослив должен работать в незатопленном режиме при пропуске всех расходов, на которые он рассчитан. Коэффициент подтопления для этого водослива η равен 0,75. Отметку гребня водослива назначают из условия пропуска максимального расчетного расхода. Для этого, выбрав ширину водослива (в соответствии с поперечным профилем русла) и зная величину расчетного расхода $Q_{\text{макс}}$, определяют по уравнению расхода величину расчетного напора $h_{\text{макс}}$. Отметка гребня водослива может быть получена вычитанием из отметки уровня воды, отвечающей пропуску $Q_{\text{макс}}$ в естественном русле [ее определяют по кривой $Q=f(H)$], величины, равной $0,75 h_{\text{макс}}$. Для остальных, меньших значений расхода следует осуществить проверку выполнения условия свободного истечения.

С этой целью для заданного значения расхода вычисляют расчетный напор h . Прибавляя к отметке гребня величину $0,75 h$, получают предельную отметку уровня нижнего бьефа, при которой будет иметь место свободное истечение. Если уровень в естественном русле, соответствующий этому же расходу, найденный по кривой $Q=f(H)$, окажется ниже предельного, то условие свободного истечения будет обеспечено. В противном случае отметка гребня водослива должна быть соответственно повышена. Обычно отметка гребня, выбранная из условия пропуска $Q_{\text{макс}}$, будет обеспечивать пропуск через водослив и более низких расходов при свободном истечении. Однако выполнение поверочного расчета является обязательным.

Рекомендуются следующие пределы применения водослива с порогом треугольного профиля.

Минимальный напор на водосливе в случае, если порог облицован гладким металлом, $h_{\text{мин}}$ равно 0,03 м; для порога, выполненного из бетона, $h_{\text{мин}}$ равно 0,06 м. Минимальное значение высоты порога $P_{\text{мин}}$ равно 0,10 м. Минимальная ширина водослива по гребню $b_{\text{мин}}$ равна 0,30 м. Максимальное значение отношения напора на водосливе h к высоте порога p не должно превышать трех.

Отношение ширины водослива b к величине напора должно быть не менее двух.

В качестве максимальных размеров можно рекомендовать значения ширины порога b до 7,5 м и значения напора h до 2,25 м. Диапазон измеряемых этим

водосливом расходов представлен в таблице 12.2.

Таблица 12.2 - Диапазон расходов воды, измеряемых водосливом треугольного профиля

b	P	h	Q м³/с	Примечание
м				
0,3	0,1	0,03	0,006	Размеры водослива минимальные Большой водослив
-	-	0,15	0,25	
7,5	0,5	0,06	0,09	
-	-	2,25	50,00	

В приложении Ж приводятся значения удельных расходов $q = m\sqrt{2gh}^{3/2}$ для значения напоров h от 0,06 до 2,25 м.

Для получения величины расхода воды, измеряемой водосливом, необходимо для измеренного значения напора h найти по приложению Ж величину q . Зная размеры подходного канала и ширину водослива по гребню b , определить по таблице 12.1 величину коэффициента k , после чего величину удельного расхода воды q умножить на значение k и на b .

Для конкретного водослива, выполненного в натуре, когда все его размеры заранее известны, при вычислении измеряемого расхода составляют рабочую таблицу, в которой расход воды является функцией лишь одного уровня воды на водомерном посту (напора на водосливе).

12.1.6 В зарубежной практике (Англия) нашли применение водосливы с порогом треугольного профиля, состоящие из нескольких водосливных отверстий, отметки гребней которых располагают на различных уровнях (конструктивная схема помещена на рисунке 12.2). Такое ступенчатое расположение гребней обеспечивает измерение низких расходов с более высокой точностью. Кроме того, водослив лучше вписывается в естественный профиль русла. При этом разность в отметках соседних гребней не должна превышать 0,30 м. Стенки, отделяющие одно отверстие от другого, должны иметь толщину не более 0,3 м, их оголовки выполняют обтекаемой формы (полукруг, полуэллипс). Стенки должны простираться от гребня вверх по течению до створа, где измеряют напор, а вниз по течению - до подошвы порога. Высота их должна равняться высоте боковых стенок. Расход воды через водослив при одновременной работе нескольких отверстий определяют по формуле:

$$Q = m_1 b_1 \sqrt{2g} H_1^{3/2} + m_2 b_2 \sqrt{2g} H_2^{3/2} + \dots \text{ и т.д.}, \quad (12.5)$$

где индексы «1», «2» и т. д. относятся к значениям соответствующих параметров для отверстий с гребнями, расположенными на различных уровнях.

Если представить полный напор зависимостью:

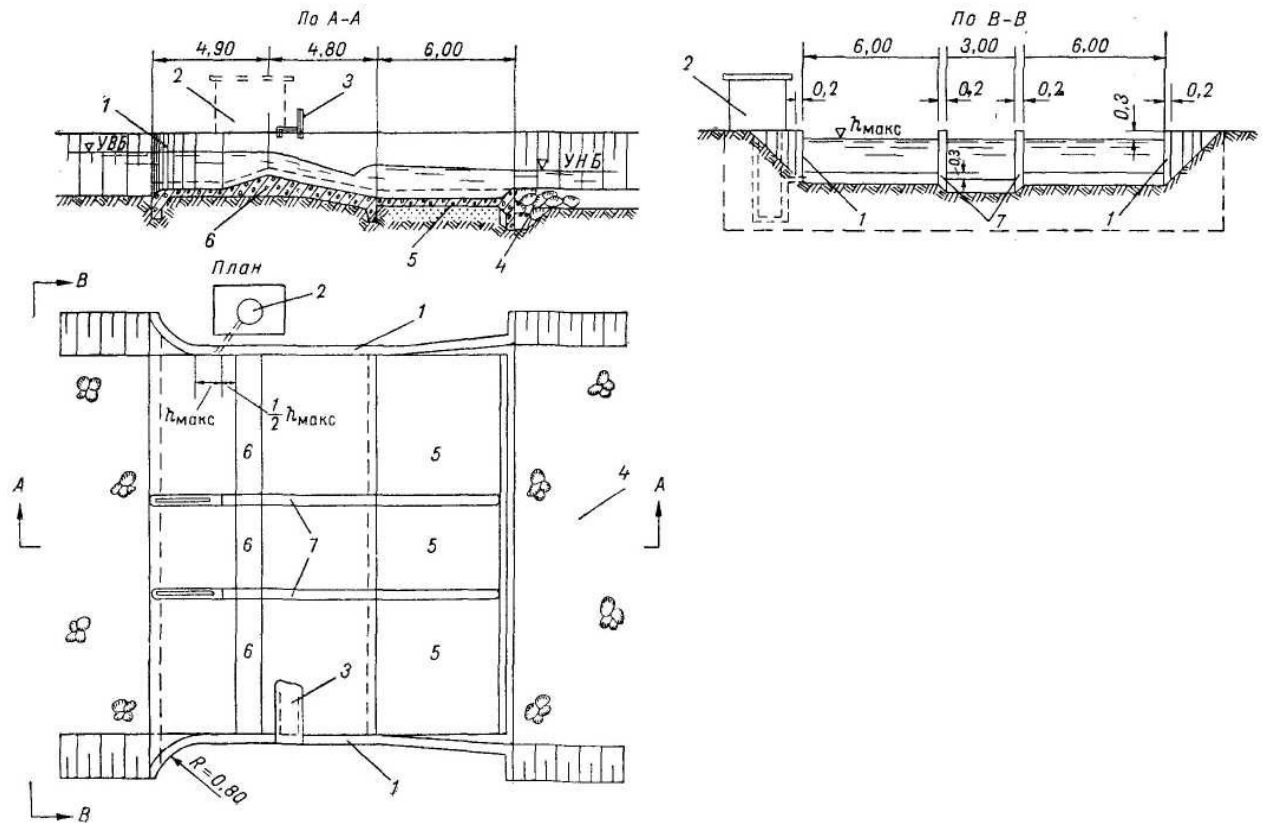
$$H_i = h_i + \frac{Q_2}{2g\Omega^2} = h_i + \frac{v_{cp}^2}{2g} \quad (12.6)$$

Ω - площадь сечения подходного канала), то уравнение расхода примет вид

$$Q = m_1 b_1 \sqrt{2g} \left(h_1 + \frac{Q_2}{2g\Omega^2} \right) + m_2 b_2 \sqrt{2g} \left(h_2 + \frac{Q_2}{2g\Omega^2} \right) + \dots \text{ и т.д.} \quad (12.7)$$

Величина расхода может быть получена методом последовательного приближения, полагая сначала значение Q в скобках (в правой части уравнения расхода) равным нулю и получая таким путем первое приближение полного расхода

Q' . Второе приближение Q'' получится путем введения значения Q' в скобки. Выполнение расчетов таким способом продолжают до тех пор, пока разность между расходами Q_n и Q_{n-1} не будет находиться в пределах требуемой точности.



1 – сопрягающиеся стенки; 2 – установки СУВ; 3 – гидрометрический мостик (устанавливать необязательно); 4 – рисберма; 5 – водобой (гаситель); 6 – водослив треугольного профиля; 7 – промежуточные бычки

Рисунок 12.2 – Водослив с треугольным профилем порога для измерения расхода до 50 м³/с

Пример расчета водослива треугольного профиля составного поперечного сечения. Пусть даны ширина центрального отверстия b_1 равно 3,0 м, ширина каждого из примыкающих к нему боковых отверстий b_2 равно b_3 равно 6,0, разность в отметках гребней центрального и боковых отверстий 0,30 м; измеренный напор над гребнем центрального отверстия h равен 1,20 м; высота порога водослива p равна 0,60 м. Площадь сечения в створе, где регистрируется напор,

$$\Omega = (1,20 + 0,30) \cdot 15 + 3 \cdot 0,3 = 23,4 \text{ м}^2$$

Первое приближение

$$H_1 = 1,20 \text{ м}; \quad H_2 = H_3 = 0,90 \text{ м}$$

$$Q_1 = 3,0 \cdot 2,58 = 7,74 \text{ м}^3/\text{с} \quad (\text{по табл. 11})$$

$$Q_2 + Q_3 = 12,0 \cdot 1,67 = 20,04 \text{ м}^3/\text{с} \quad (\text{по табл. 11})$$

$$\sum Q = 27,78 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$v_{cp} = \frac{\sum Q}{\Omega} = \frac{27,78}{23,4} = 1,19 \text{ м/с}, \quad \frac{v_{cp}^2}{2g} = \frac{1,41}{19,62} = 0,07 \text{ м}$$

Второе приближение

$$(\text{напоры } H_1 = 1,27 \text{ м}; H_2 = H_3 = 0,97 \text{ м})$$

$$Q_1 = 3,0 \cdot 2,80 = 8,40 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_2 + Q_3 = 12,0 \cdot 1,88 = 22,56 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$\sum Q = 30,96 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$v_{cp} = \frac{\sum Q}{\Omega} = \frac{30,96}{23,4} = 1,33 \text{ м} / \text{с},$$

$$\frac{v_{cp}^2}{2g} = \frac{1,75}{19,62} = 0,09 \text{ м}$$

Третье приближение:

$$(\text{напоры } H_1 = 1,29 \text{ м}; H_2 = H_3 = 0,99 \text{ м})$$

$$Q_1 = 3,0 \cdot 2,87 = 8,61 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_2 + Q_3 = 12,0 \cdot 1,93 = 23,20 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$\sum Q = 31,81 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$v_{cp} = \frac{\sum Q}{\Omega} = \frac{30,96}{23,4} = 1,33 \text{ м} / \text{с},$$

$$\frac{v_{cp}^2}{2g} = \frac{1,75}{19,62} = 0,09 \text{ м}$$

Четвертое приближение

$$Q_1 = 3,0 \cdot 2,90 = 8,70 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_2 + Q_3 = 12,0 \cdot 1,96 = 23,50 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$\sum Q = 32,20 \text{ м}^3 / \text{с},$$

Разница между расходами, определенными в третьем и четвертом приближениях, составляет примерно 0,40 м³/с, т. е. 1,3 %, что считается приемлемым.

Для конкретного сооружения такие расчеты выполняют заранее, при его проектировании. Результатом их является рабочая таблица, в которой каждому значению измеренного напора (с интервалом через 1 см) соответствует определенное значение расхода.

12.2 Водослив с широким порогом

12.2.1 Водослив с широким порогом прямоугольного профиля отличается простотой конструкции.

Порог водослива (рисунок 12.3) представляет собой горизонтальную, прямоугольную (в плане) поверхность. Ширина порога b равняется ширине подводящего русла, в котором устанавливают водослив.

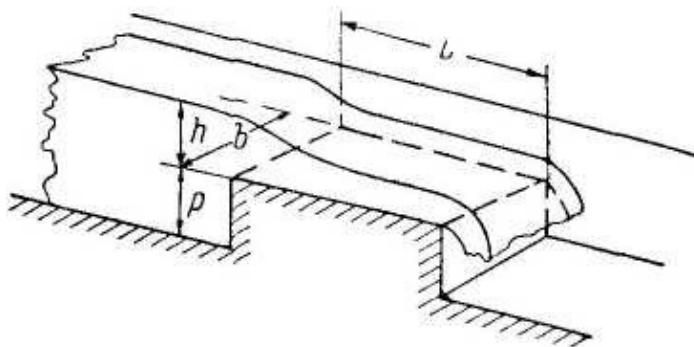


Рисунок 12.3 – Водослив с порогом прямоугольного профиля

Верховая и низовая грани водослива должны быть гладкими вертикальными плоскими поверхностями, перпендикулярными боковым стенкам и дну подходного канала.

Перед водосливом устраивают подходной канал прямоугольного поперечного сечения с горизонтальным дном. Ширина канала должна равняться ширине водослива b . Стенки подходного канала выполняют вертикальными, плоскими, параллельными друг другу и гладкими. Длина подходного канала должна быть достаточной для создания нормального распределения скоростей для всех величин расходов. Она колеблется от 3 до $4H_{\text{макс}}$.

С естественным руслом подходной канал сопрягается с помощью криволинейных в плане открьлков (R больше $2H_{\text{макс}}$).

Для водосливов этого типа необходимо располагать створ для измерения уровня воды выше водослива (напора на водосливе) на расстоянии, равном двум-трем максимальным напорам вверх от верховой грани водослива.

Эксплуатация водослива рекомендуется лишь в условиях незатопленного режима. Последний будет обеспечен, если коэффициент подтопления $\eta = \frac{h_i}{h}$ не будет превышать 0,8.

12.2.2 Уравнение расхода для водослива с широким порогом прямоугольного профиля имеет вид

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{\frac{3}{2}} \quad (12.7)$$

где Q - расход воды в $\text{м}^3/\text{с}$;

m - коэффициент расхода;

g - ускорение силы тяжести в $\text{м}/\text{с}^2$;

b - ширина водослива (равна ширине подходного канала);

H - полный напор в метрах, равный $H = h + \frac{v_0^2}{2g}$

v_0 - средняя скорость в подходном канале в створе измерения напора; при величине средней скорости в канале менее 0,25 м/с скоростной напор не учитывается;

h - измеренный напор на водосливе.

12.2.3 Коэффициент расхода m , как показали экспериментальные исследования, является функцией двух параметров

$$m = f\left[\left(\frac{h}{L}\right), \left(\frac{h}{h+p}\right)\right] \quad (12.8)$$

Значения коэффициента расхода целесообразно разделить на два диапазона:

– диапазон постоянного значения m , характеризуемый следующими пределами

отношений $\left(\frac{h}{L}\right)$ и $\left(\frac{h}{h+p}\right)$:

$$0,08 < \left(\frac{h}{L}\right) < 0,33, \quad (12.9)$$

$$0,18 < \left(\frac{h}{h+p} \right) < 0,36 \quad (12.10)$$

– диапазон переменного значения m , характеризуемый значениями $\left(\frac{h}{L} \right) > 0,33$ и $\left(\frac{h}{h+p} \right) > 0,36$

Среднее значение коэффициента m в первом диапазоне составляет 0,326 (так называемый основной коэффициент).

Чтобы получить величину коэффициента m в переменном диапазоне, необходимо умножить значение основного коэффициента на величину поправочного множителя k . Значения последнего находят по графику на рисунке 12.4, где они даны как функция от $\left(\frac{h}{L} \right)$ и $\left(\frac{h}{h+p} \right)$.

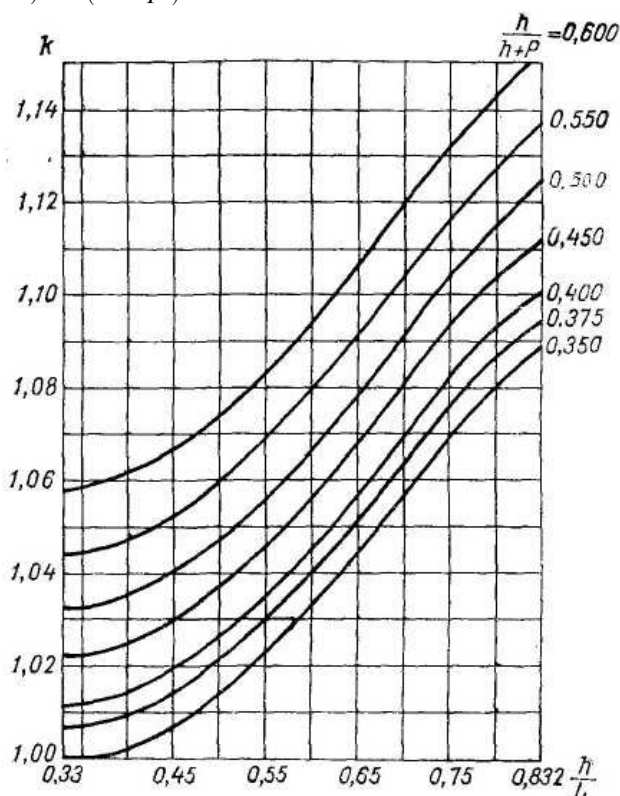


Рисунок 12.4 – График значений поправочных коэффициентов k в зависимости от значений $\left(\frac{h}{L} \right)$ и $\left(\frac{h}{h+p} \right)$

12.2.4 Рекомендуется применять данный тип водослива в следующих пределах: отношение длины порога L к высоте порога водослива p должно быть равно двум; минимальный напор на водосливе h равен 0,08 м; ширина водослива b больше или равна 0,3 м; высота порога p больше или равна 0,15 м.

Пределы для отношений $\left(\frac{h}{L} \right)$ и $\left(\frac{h}{h+p} \right)$:

$$0,08 < \left(\frac{h}{L} \right) < 0,85, \quad (12.11)$$

$$0,18 < \left(\frac{h}{h+p} \right) < 0,60 \quad (12.12)$$

Ошибку в определении величины коэффициента m в диапазоне постоянных его значений оценивают в $\pm 2 \%$, ошибка в диапазоне переменных значений несколько больше. В целом точность измерения расходов воды этим водосливом может быть оценена в $\pm 4 - 5 \%$.

Пределы измеряемых этим водосливом величин расходов приведены в таблице 5.1.

12.3 Тонкостенные водосливы

12.3.1 Тонкостенные водосливы относят к типу сооружений, позволяющих измерять расход воды с наиболее высокой точностью. При этом необходимо соблюдать следующие, общие для всех водосливов этого типа требования:

- поскольку тонкостенный водослив – сооружение напорное, важно обеспечить, чтобы всякие утечки воды (под сооружением или в обход) были сведены к минимуму. Это требование выполняют при проектировании сооружения созданием водонепроницаемого основания, а также надежного сопряжения напорной стенки с естественными берегами;

- поток перед водосливом должен протекать прямолинейно. Ось симметрии водосливного отверстия совпадает с осью подводящего канала. Скорость потока выше водослива, в измерительном створе (скорость подхода), не должна превышать при пропуске наибольших расходов воды $0,5 \text{ м/с}$;

- водослив всегда должен работать в условиях незатопленного режима. При этом уровень нижнего бьефа располагают ниже отметки гребня (или вершины угла водосливного выреза для треугольных водосливов). Для обеспечения свободного подвода воздуха под переливающуюся струю в прямоугольных водосливах без бокового сжатия уровень нижнего бьефа должен быть по крайней мере на 10 см ниже гребня водослива;

- края выреза водосливного щита следует подвергать специальной обработке так, как показано на рисунке 12.5;

- струя переливающейся воды должна падать свободно, не прилипая к стенке водослива, как показано на рисунке 12.6. В случае прилипания струи к стенке пользоваться водосливом как измерительным устройством нельзя. Практически прилипание струи наблюдают при небольших напорах ($< 5-6 \text{ см}$). Для уменьшения прилипания стенка водослива делается гладкой, что достигают окрашиванием ее масляной краской (это имеет и другую цель - предохранить металл от коррозии).

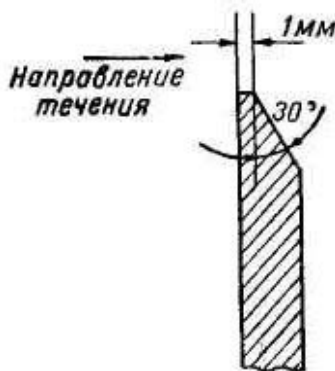


Рисунок 12.5 - Заточка ребра водослива

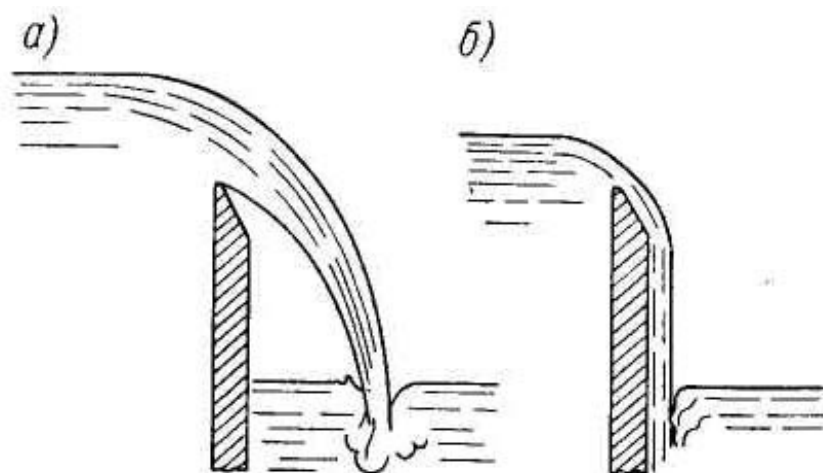
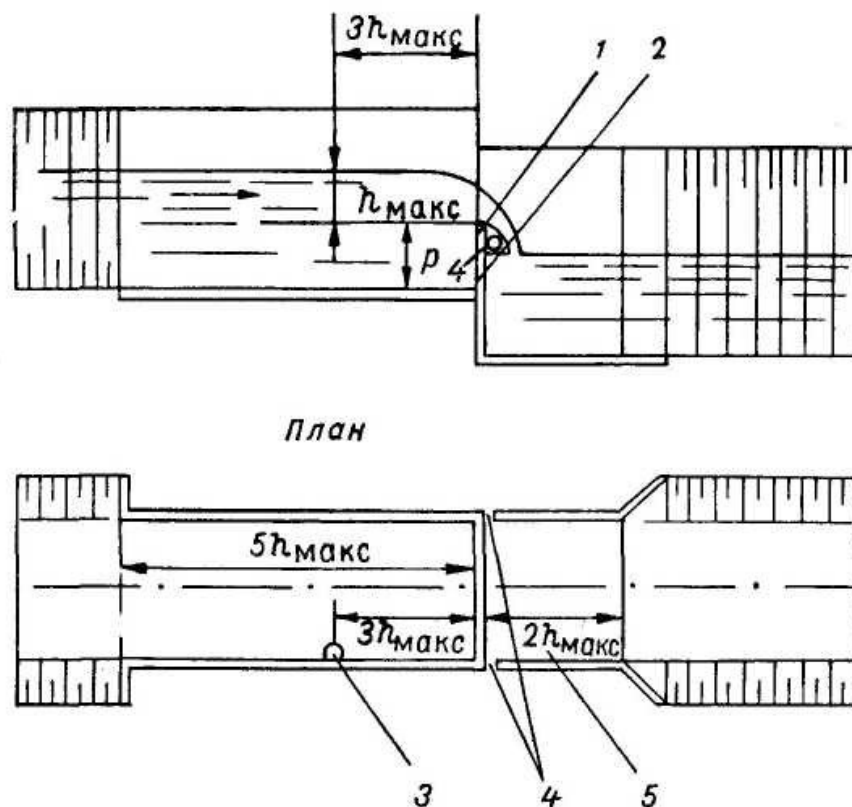


Рисунок 12.6 - Истечение через водослив при свободной и (а) и прилипшей (б) струе

– гребень водослива должен возвышаться над дном реки перед стенкой (или над дном подводящего канала) не менее чем на 0,2 м.

– водомерные устройства: основной пост и приемную часть самописца уровня воды, служащие для измерения напора воды, следует располагать на расстоянии от водосливной стенки, равном трехкратному наибольшему напору на оси или у боковой стенки подводящего канала, как показано на рисунке 12.7.

– перед водосливной стенкой недопустимы скопления мусора и отложение наносов, которые могут вызвать уменьшение превышения гребня водослива над дном верхнего бьефа или увеличение скорости подхода против допустимых пределов.



1 - ребро водослива; 2 - стенка водослива; 3 - место измерения напора; 4- место подвода воздуха;
5 - канал отводящий.

Рисунок 12.7 - Прямоугольный водослив без бокового сжатия

12.3.2 Подводящий канал в случае его большого объема является своеобразным бассейном и может существенным образом трансформировать естественный гидрограф притока к створу измерительного сооружения (особенно дождевые паводки). Поэтому следует ограничивать площадь подводящего канала в зависимости от наибольшего расхода воды и продолжительности подъема расчетного паводка.

В таблице 12.3 приведены значения наибольших допустимых площадей подводящего канала водосливной установки в зависимости от вышеуказанных факторов.

Таблица 12.3 - Площадь подводящего канала тонкостенных водосливов

Наибольший расход, м³/с	В квадратных метрах								
	Продолжительность подъема паводка								
	минуты				часы				
	5	10	15	30	1	3	6	12	24
0,1	10 15	15 25	30	50	100 150	250 350	-	-	-
0,3	-	30	40	70 100	200 400	600	600	-	-
0,5	-	-	60	200 500	800	1200	1000	2000	4000
1,0	-	-	100	1000	2000	2500	2000	3500	7000
2,0	-	-	200			4500	4000	8000	15000
5,0			-				8000	15000	30000

Приведенные в таблице данные вычислены для канала с вертикальными стенками, т. е. для неблагоприятных условий (это дает некоторый запас в величине площадей).

Элементы расчетного паводка при пользовании таблицей определяют следующим образом:

– в качестве расчетного берут расход паводка 5% обеспеченности, дождевого или снегового происхождения;

– расчетную продолжительность подъема паводка при наличии наблюдений принимают равной наименьшей наблюдавшейся продолжительности подъема паводка с наибольшим расходом воды, близким к расчетному. При отсутствии наблюдений продолжительность подъема (в часах) может быть ориентировочно определена по формуле

$$t = \frac{L}{3,6v} \quad (12.13)$$

где L - длина реки от истока до створа в км;

v - наибольшая скорость течения (средняя по сечению) в м/с.

12.3.3 Для измерения расхода воды следует применять следующие тонкостенные водосливы:

- водосливы с горизонтальным гребнем:

а) прямоугольный без бокового сжатия – перелив воды через тонкую стенку, перпендикулярно преграждающую прямоугольный подводящий канал;

б) прямоугольный с боковым сжатием – перелив воды через прямоугольный вырез в стенке;

в) трапецеидальный – перелив воды через вырез в форме трапеции;

- треугольные водосливы – перелив воды с боковым сжатием струи через треугольный вырез в стенке; различают по величине угла при вершине:

- водосливы криволинейных очертаний:

а) параболический – перелив воды через вырез в стенке, очерченный параболой второй степени;

б) радиальный – перелив воды через вырез в стенке, очерченный двумя круговыми дугами;

в) пропорциональный водослив (типа Сутро). Указанные типы водосливов характеризуются боковым сжатием струи.

12.3.4 Прямоугольный водослив без бокового сжатия струи приведен на рисунке 12.7 устраивают в подводящем канале прямоугольного сечения длиной, равной, по крайней мере, семи – восьмикратному наибольшему напору. Стенки канала должны быть параллельными, вертикальными и плоскими, дно – горизонтальным. Стенку водослива следует располагать от входного сечения канала на расстоянии, равном,

по крайней мере, пятикратному наибольшему напору. Гребень водослива должен быть строго горизонтальным и иметь длину не менее 0,25 м. Ширина переливающейся через стенку струи должна в точности соответствовать ширине канала (как выше водосливной стенки, так и ниже нее). Воздух под струю подводится через отверстия в обеих стенках канала, диаметр которых должен быть не меньше 5 см. Наименьший напор, обеспечивающий достаточно точное определение расхода воды, составляет 0,05 м. Наибольший напор рекомендуют назначать не более 1 м, соблюдая при этом соотношение $\frac{h}{p}$ - не более двух, где p - превышение гребня водослива над дном подходного канала.

Расход воды, протекающей через прямоугольный водослив без бокового сжатия (в м³/с), определяют по формуле

$$Q = mb\sqrt{2gh^{3/2}}, \quad (12.14)$$

где m - коэффициент расхода;

b - ширина водосливного отверстия в метрах;

g - ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

h - измеренный напор в метрах.

Значения m и $\sqrt{2gh^{3/2}}$ для различных напоров и высоты гребня водослива над дном канала p приведены в приложении К.

Для каждой конкретной водосливной установки должна быть составлена своя расчетная таблица, а для этого необходимо:

– выбрать по приложению К значения m и $\sqrt{2gh^{3/2}}$ для данного (постоянного) значения p в пределах возможной амплитуды колебаний h , задаться напорами через 1 см и перемножить эти значения, т. е. найти величину удельного расхода на 1 м ширины водослива $m\sqrt{2gh^{3/2}}$;

– найденные величины умножить на ширину данного водосливного отверстия b , т. е. найти значения расхода воды Q для заданных напоров и оформить полученную таким образом рабочую таблицу для данного водослива по образцу приложения Л.

12.3.5 Прямоугольный водослив с боковым сжатием струи устраивают в тех случаях, когда желательно уменьшить величину скорости подхода. Ширина подходного канала B в этом случае должна быть больше ширины водосливного отверстия b , как показано на рисунке 12.8. Боковые стенки подходного канала должны находиться на одинаковом расстоянии (не меньше 0,1 м) от краев водосливного выреза, причем соотношение b/B может изменяться в пределах 0,2-0,8. Это определяет минимальные значения длин гребня $b_{\min}$, согласно таблице 12.4.

Таблица 12.4

b/B	0,2	0,3	0,6	0,8
$b_{\min}$, м	0,10		0,30	0,80

За водосливным щитом находится отводящий участок канала, длину которого определяют гидравлическим расчетом нижнего бьефа. Ориентировочно эта длина может быть принята равной $2h_{\max}$. Вырез водослива в стенке устраивают по контуру прямоугольника со строго горизонтальным основанием.

Наименьший напор, обеспечивающий достаточно точное определение расхода воды, равен 0,05 м; наибольший напор следует назначать не больше 1 м.

Отношение h / p при этом не должно превышать двух, а p должно быть больше или равно 0,2 м.

Расход воды, протекающей через прямоугольный водослив с боковым сжатием, определяют по той же формуле, что и для водослива без сжатия, но численные значения коэффициента расхода m здесь несколько меньше. При соотношении b/V равно 0,2/0,4 в связи с наличием выше водослива емкого бассейна, гасящего подходные скорости, величина m практически не зависит от высоты гребня водослива p над дном подходного канала.

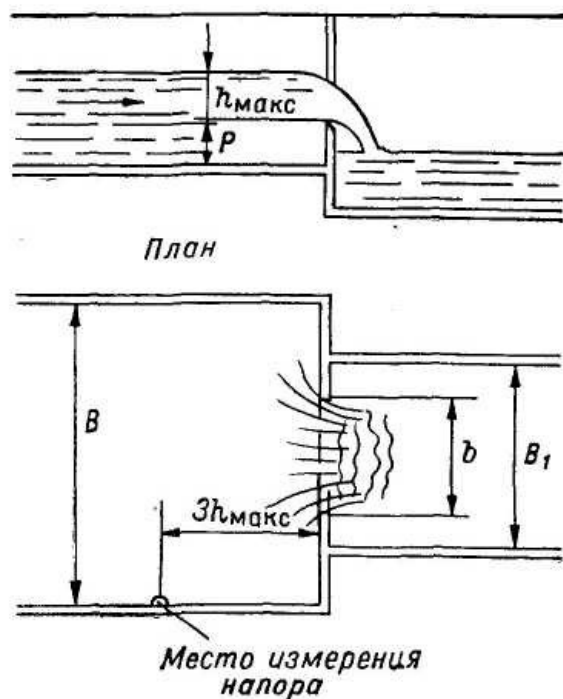


Рисунок 12.8 - Прямоугольный водослив с боковым сжатием струи

Для этого случая в приложении М приводятся значения удельных расходов воды на 1 м длины гребня водослива ($m\sqrt{2gh}^{3/2}$). При составлении рабочей таблицы $Q=f(H)$ (приложение Л) для конкретного водослива необходимо умножить величину удельного расхода q на ширину водослива b .

Для больших значений коэффициентов сжатия ($b / B=0,6$) в приложении Н приводятся значения коэффициентов m как функции от величины напора и высоты гребня водослива p над дном порога. Для получения величины расхода и составления рабочей таблицы надлежит поступать так, как изложено в 12.3.4.

12.3.6 Трапецеидальный водослив (рисунок 12.9) устраивают в конце подходного канала шириной не менее двух – трехкратной ширины струи переливающейся воды. Вырез водослива имеет форму равнобедренной трапеции, у которой меньшее основание (гребень водослива) находят внизу и строго горизонтально, а проекции боковых сторон на основание равны $1 / 4$ высоты трапеции ($\text{tg } \alpha = 0,25$). Последняя равна 0,25 – 0,30 ее меньшего основания, т. е. длина гребня водослива должна в три раза и более превышать величину наибольшего напора. Наименьший напор следует принимать не меньше 0,05 м, наибольший – до 1 м.

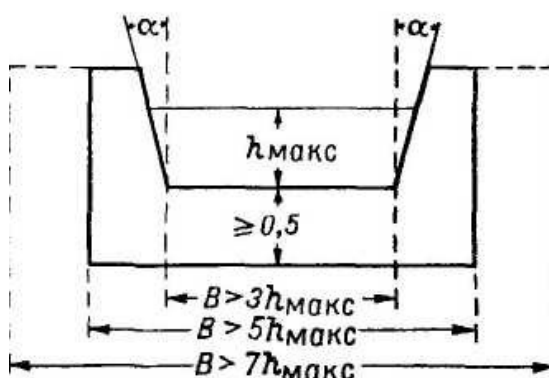


Рисунок 12.9 – Трапецеидальный водослив.

Расход воды через трапецеидальный водослив определяют по основной формуле прямоугольного незатопленного водослива, но с иными численными значениями коэффициента m . Рабочую таблицу $Q=f(H)$ для конкретного водослива составляют так же, как и в случае прямоугольного водослива с боковым сжатием, но значения удельных расходов воды на 1 м ширины водослива берут из приложения П.

12.3.7 Треугольный водослив (рисунок 12.10), устраивают при выходе из подходного канала, ширина которого B зависит от величины наибольшего напора $h_{\text{макс}}$ и от угла выреза водослива θ °. Зависимость ширины подходного канала перед треугольным водосливом от величины наибольшего напора и от угла выреза водослива приведена в таблице 12.5.

Вырез водослива в стенке устраивают по контуру равнобедренного треугольника, у которого вершина угла лежит внизу и биссектриса этого угла совпадает с отвесной линией. Боковые равные стороны треугольника являются водосливными ребрами, затачиваемыми согласно рисунку. 12.1.

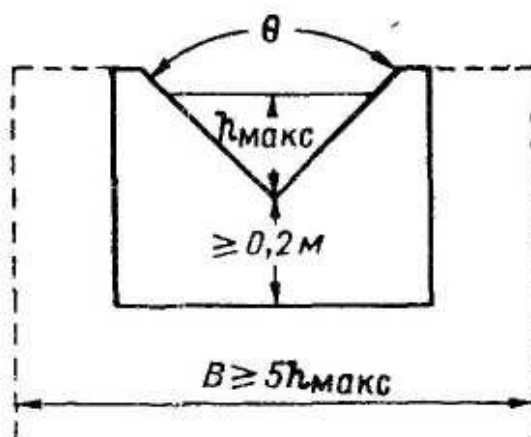


Рисунок 12.10- Треугольный водослив

Таблица 12.5

θ °C	120	90	60	45	20
$B/h_{\text{макс}}$	7	5	2,5	2	1

Пропускная способность треугольных водосливов зависит от величины угла θ согласно рисунку 12.10. Чем больше θ , тем соответственно больше расход воды через водослив при одном и том же напоре.

На практике применяют водосливы с углами выреза 120, 90, 60, 45 и 20°. 20-

градусные водосливы имеют небольшую пропускную способность и применяют в качестве измерительных устройств лишь на стоковых станциях, на специальных площадках для учета стока со склонов.

Наименьший напор, обеспечивающий достаточно точное определение расхода воды, составляет 6 см. Наибольший напор следует назначать для водосливов с углами выреза 120, 90, 60 и 45 ° не более 1 м, с углом 20 ° – до 0,5 м.

Величину расхода воды, протекающей через треугольный водослив, выражают (в м³/с) в зависимости от напора h и угла θ следующей формулой:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} h^{\frac{3}{2}} \quad (12.15)$$

где μ – коэффициент расхода, равный 0,58 – 0,59.

Таблицы расходов воды через треугольные водосливы приводят в приложении Р. Поскольку ширина подходного канала водослива полностью определяется углом при вершине θ и высотой напора h , эти таблицы можно непосредственно использовать как рабочие.

12.3.8 Параболический водослив устраивают так же, как и треугольный. Вырез водослива очерчен по контуру параболы второй степени, (рисунок 12.11), выражаемой уравнением x^2 равно $2py$ (размеры в сантиметрах). Параметр p обычно равен 4 см. Координаты точек водосливного выреза, необходимые для его практического изготовления, приводятся в таблице 12.6 (в соответствии с обозначениями рисунка 12.11).

Наименьший статический напор, обеспечивающий достаточно точное измерение расхода воды, равен 2 см. Наибольший напор рекомендуется назначать не более 0,5 м.

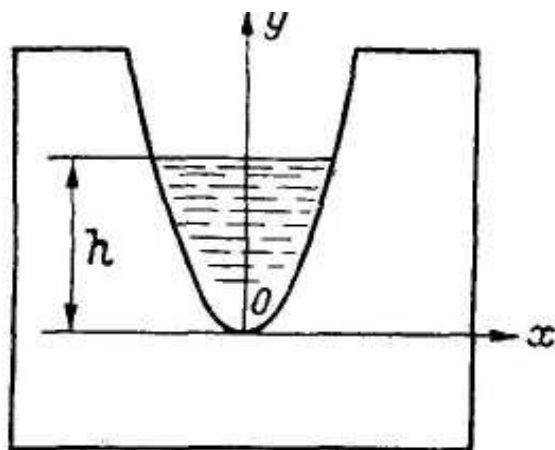


Рисунок 12.11 – Параболический водослив

Расход воды (в м³/с), протекающей через параболический водослив определяют по формуле:

$$Q = 0,293 p^{0,488} h^2 = 0,576 h^2$$

Таблица 12.6

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
8,9	1	31,0	12	63,2	50	126	200
12,7	2	33,5	14	69,3	60	133	220
15,5	3	35,8	16	74,8	70	139	240
17,9	4	37,9	18	80,0	80	145	260
20,0	5	40,0	20	84,8	90	150	280
21,9	6	44,7	25	89,4	100	155	300
23,7	7	49,0	30	98,0	120	167	350
25,3	8	52,9	35	106	140	179	400
26,8	9	56,6	40	113	160	190	450
28,3	10	60,0	45	120	180	200	500

Таблица расходов воды в зависимости от напора для параболического водослива, для которого p равно 4 см, приведена в приложении С

Преимущество параболического водослива по сравнению с треугольным (с углом при вершине 60° и менее) заключается в том, что при одинаковых относительных погрешностях в измерении уровня воды выше водослива (напора), он дает несколько меньшую относительную погрешность измеряемой величины расхода, обладает большей пропускной способностью. Его целесообразно применять на небольших ручьях и логах, расходы воды в которых не превышают 150 л/с.

12.3.9 Радиальный водослив устраивают так же, как и треугольный. Основная часть выреза водослива очерчена двумя круговыми дугами (рисунок 12.12), сопрягающимися между собой посредством полуокружности диаметром 5 мм. Такое сопряжение преследует цель улучшить гидравлические условия при малых напорах и уменьшить зону напора, где наблюдается прилипание струи к стенке водослива.

Пропускную способность радиальных водосливов определяют величиной напора и радиусом круговых дуг, образующих вырез водослива. Радиусы этих дуг 20, 30, 45 и 60 см.

Наименьший статический напор, обеспечивающий достаточно точное измерение расхода воды, равен 5 см.

Наибольший напор теоретически равен радиусу круговых дуг; однако не следует назначать его больше 0,8 этой величины, так как при дальнейшем повышении напора переливающаяся струя воды на боковых участках водослива, по очертанию близких к горизонтали, начинает прилипать к стенке.

Таблицы расходов воды, протекающей через радиальные водосливы, приведены в приложении Т.

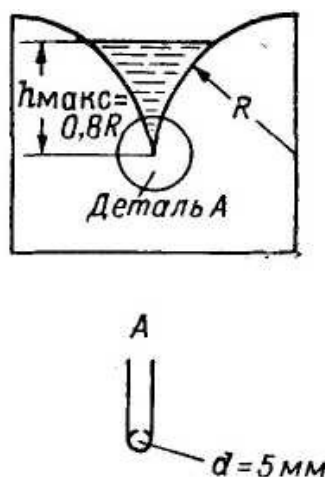


Рисунок 12.12 - Радиальный водослив

Радиальные водосливы дают возможность весьма точно измерять очень малые расходы воды, поэтому они находят применение на воднобалансовых станциях (для измерения малых расходов на стоковых площадках), а также на небольших ручьях для учета стока в диапазоне малых расходов, тогда как в диапазоне сравнительно больших расходов сток учитывают другими измерительными устройствами.

12.3.10 Благоприятной предпосылкой для автоматизации процессов измерения расходов воды на малых реках является наличие линейной зависимости между величиной измеряемого расхода и уровнем воды в верхнем бьефе гидрометрического сооружения. Это позволяет непосредственно получать величину расхода по специально градуированной рейке, а также упрощает передачу данных о расходе на расстояние.

Указанную простую связь расходов с уровнями обеспечивает устройство так называемого пропорционального водослива. Его вырез имеет форму, которая в определенном диапазоне уровней сохраняет приближенно линейную зависимость $Q=f(H)$.

В гидрометрической практике получили распространение два типа пропорционального водослива: водослив САНИИРИ и водослив Сутро.

Водослив САНИИРИ (рисунок 12.13) следует устраивать на небольших каналах для учета водозабора, но можно применять и на малых водотоках (ручьях) с расходами, не превышающими примерно $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$, или, в случае если максимальный расход превышает указанную величину, в комплексе с другим гидрометрическим сооружением, предназначенным для измерения больших величин расхода. Водосливной вырез имеет форму трапеции, нижнее основание которой (порог водослива) больше верхнего.

Соотношение размеров частей отверстия пропорционального водослива следующее:

$$h = l = \frac{1}{2} b \quad (12.16)$$

Расход воды через водослив определяют по эмпирической формуле, имеющей вид

$$Q = ah - C \quad (12.17)$$

где a и C – параметры, зависящие от длины порога водослива,
 h – напор над его гребнем, измеряемый в сантиметрах.

Величину расхода получают в л/с.

Приведенная формула расхода пропорционального водослива справедлива лишь в диапазоне напоров от 0,1 до 0,4 м. В таблице 12.7 приводятся значения параметров a и C для различных значений ширины порога (b - в метрах).

Таблица 12.7

b	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
a	1,50	4,40	7,84	11,80	16,40
C	2,00	15,0	36,2	67,2	116,8

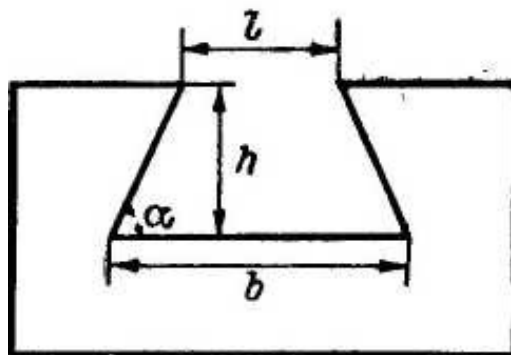


Рисунок 12.13 - Пропорциональный водослив САНИИРИ

Точность измерения расходов воды этим водосливом несколько ниже, чем другими типами тонкостенных водосливов. Недостатком является невозможность учета этим устройством самых малых расходов, диапазон которых меняется при изменении ширины порога b . Так, при b равно 1,25 м водосливом можно измерять расходы лишь начиная с 90 л/с, а для учета меньших расходов требуется применение какого-либо иного устройства или способа.

12.3.11 Пропорциональный водослив, имеющий форму выреза, образованного в нижней своей части прямоугольником с основанием b и высотой a , а в верхней — двумя гиперболическими кривыми, обращенными выпуклостями навстречу друг другу (водослив Сутро), нашел довольно широкое применение за рубежом в основном для учета расходов сточных вод, а также для химического дозирования и отбора проб (рисунок 12.14). За последние годы он находит применение и в отечественной гидрометрической практике.

Водослив указанного типа может выполняться в двух вариантах: с порогом и без него. Последний вариант особенно целесообразно применять при наличии в потоке твердых взвешенных частиц (наносов). Пропускная способность этого типа водослива изучена значительно лучше, чем водослива с порогом.

Расход воды через водослив Сутро определяют по следующей формуле:

$$Q = K \left(h - \frac{a}{3} \right) \quad (12.18)$$

из которой следует, что измерение расходов можно вести, начиная с момента, когда напор на водосливе h превышает значение, равное $a/3$

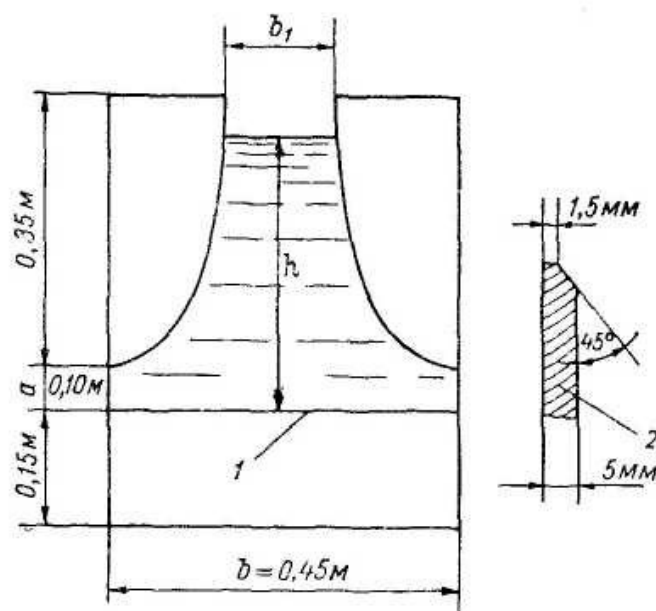
Высоту прямоугольной части a для стандартных водосливов следует назначать от 3 до 12 см. В формуле расхода значения h и a берут в сантиметрах, а расход получают в л/с. Величину постоянной K находят из следующего выражения:

$$K = Cb\sqrt{2ga} \quad (12.19),$$

где C - коэффициент расхода водослива, полученный по данным лабораторных тарировок (величина этого коэффициента зависит от размеров водослива a и b , но мало меняется с изменением величины напора, поэтому для выбранных значений a и b ее можно считать постоянной);

a - высота прямоугольной части водослива в сантиметрах;

b - длина гребня; для стандартных водосливов может назначаться в пределах 10-60 см.



1 - порог водослива; 2 - деталь обработки фаски щита

Рисунок 12.14 - Пропорциональный водослив типа Сутро

В табл. 12.8 даны значения постоянной K для различных сочетаний значений a и b .

Таблица 12.8

a см	b см					
	10	20	30	40	50	60
3	0,46	0,93	1,41	1,88	2,36	2,83
6	0,64	1,30	1,97	2,64	3,30	3,96
9	0,79	1,60	2,43	3,24	4,05	4,88
12	0,91	1,85	2,80	3,74	4,69	5,64

Боковые стенки водослива очерчиваются кривыми, согласно уравнению:

$$x = \frac{b}{2} \left(1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{y}{a}} \right) \quad (12.20)$$

В табл. 12.9 приведены координаты этих кривых для водослива с длиной гребня b равно 10 см и значений a от 3 до 12 см. Если длина гребня водослива превышает 10 см, все значения x следует увеличить во столько раз, во сколько фактическая длина b больше 10 см. Пределы измеряемых величин расходов для водосливов Сутро даны в таблице 12.10.

Таким образом, по своей пропускной способности водослив этого типа при минимальных размерах близок к треугольному водосливу с углом при вершине 20° , а при наибольших размерах – водосливу с углом при вершине 45° .

Точность измерения расходов водосливом Сутро может быть оценена в $\pm 5\%$. Водослив должен работать в незатопленном режиме истечения, что обеспечивается при условии, если уровень нижнего бьефа при пропуске любого расхода, проходящего через водослив, будет находиться ниже отметки его порога (или отметки дна подходного канала, если водослив не имеет порога).

Таблица 12.9

у, см	х, см				у, см	х, см			
	а=3 см	а=6 см	а=9 см	а=12 см		а=3 см	а=6 см	а=9 см	а=12 см
0,5	3,76	4,11	4,27	4,36	10,0	1,59	2,10	2,42	2,64
1,0	3,34	3,76	3,98	4,11	15,0	1,34	1,78	2,10	2,36
2,0	2,82	3,34	3,60	3,78	20,0	1,18	1,59	1,88	2,10
3,0	2,48	3,04	3,34	3,52	25,0	1,05	1,45	1,72	1,92
4,0	2,26	2,78	3,12	3,33	30,0	0,98	1,34	1,59	1,77
5,0	2,10	2,64	2,96	3,18	35,0	0,91	1,24	1,50	1,69
6,0	1,96	2,48	2,82	3,00	40,0	0,86	1,18	1,40	1,59
7,0	1,84	2,39	2,69	2,93	45,0	0,80	1,12	1,34	1,51
8,0	1,75	2,26	2,59	2,82	50,0	0,76	1,05	1,28	1,45
9,0	1,66	2,16	2,48	2,72					

Таблица 12.10

а	б	h _{мин}	h _{макс}	Q _{мин}	Q _{макс}
см				л/с	
3 12	10 60	2 4,5	50 50	0,5 3,0	23 260

Место измерения уровня воды для получения напора на водосливе следует назначать на расстоянии $3h_{\text{макс}}$ вверх по течению от водосливного щита.

12.3.12 В случаях, когда устройство постоянно действующей водосливной установки нецелесообразно из-за обилия наносов в потоке (в течение всего года или в паводочные периоды) и когда возведение капитального сооружения невозможно по иным причинам, допускается устройство временных съемных водосливов, предназначенных только для учета малых расходов воды.

В зависимости от особенностей гидрологического режима реки водосливной щит устанавливают ежегодно на весь меженный период (полустационарная установка) или же применяют для эпизодических измерений расхода воды в качестве переносного устройства.

В первом случае водосливная установка представляет собой пересекающую русло земляную дамбу с ядром из тщательно уложенной мятой глины, имеющую в средней части отверстие. В это отверстие вставляют собственно водосливную рамку так, чтобы ее нижние и боковые кромки были врезаны в глиняное ядро дамбы не менее чем на 0,3 м. Места сопряжения рамки с дном и берегами дополнительно тщательно промазывают глиной во избежание фильтрации в обход водослива или под ним.

Переносные водосливы применяют на небольших потоках там, где все русло сразу перекрывают водосливной рамкой. Наблюдатель, принося рамку с собой, просто вдавливают ее в русло, устраняет течь воды мимо рамки, замазывая щели глиной или засыпая землей, затем, когда устанавливается постоянный напор, отсчитывает его высоту, после чего убирает рамку.

При применении переносных рамок, вследствие того, что напор измеряют в створе водосливного отверстия, расход воды следует определять не по формулам, а по данным тарировки.

Переносные водосливные рамки показаны на рисунке 12.15. Водосливная рамка представляет собой деревянный щит, собранный из шпунтовых досок на шпонках и

имеющий трапецидальный или треугольный вырез. Доски, составляющие щит, могут быть неодинаковой ширины. Края выреза металлического щита должны выступать над краями деревянного щита не менее чем на 5 см. Гребень водослива стачивается обычным образом. С верховой стороны на щите по обеим сторонам водосливного выреза нанесены две шкалы (рейки с миллиметровыми делениями), служащие для отсчета высоты напора. Нули шкал должны совпадать с горизонтальной плоскостью ребра (для трапецидальных водосливов) или с отметкой угла выреза (для треугольных водосливов).

Наличие двух шкал облегчает правильную установку рамки: горизонтальность гребня или вертикальность оси симметрии водосливного выреза обеспечивается установкой рамки в таком положении, чтобы отсчеты по правой и левой шкалам были одинаковы.

Размеры и форма водосливного выреза подбирают в зависимости от величины наименьшего и наибольшего расходов воды, которые предполагается измерить. Размеры водосливной рамки для водосливов трапецидального профиля следует выбирать в зависимости от длины порога b по таблице 12.11, в которой обозначения элементов даны в соответствии с рисунком 12.15.а.

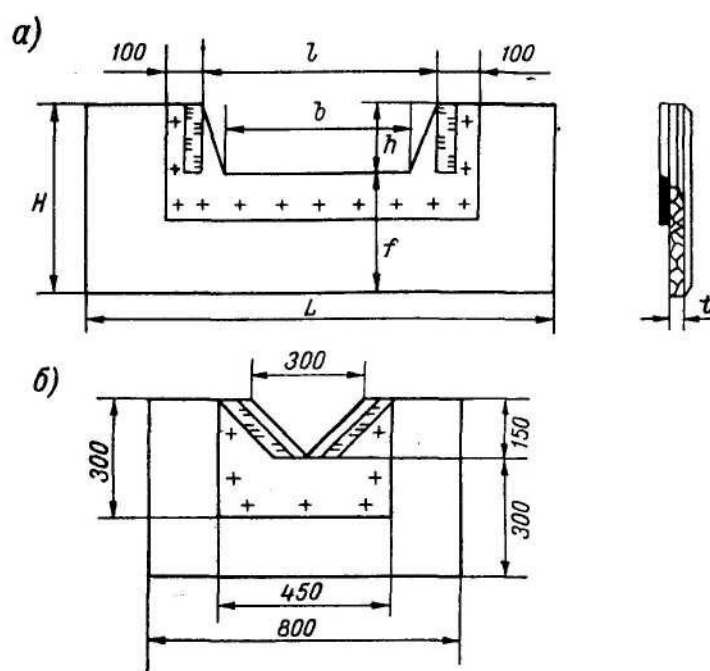


Рисунок 12.15 - Переносные водосливы: а - трапецидальный; б - треугольный.

Таблица 12.11 - Размеры элементов рамки трапецидального водослива

Условные обозначения	Длина порога b , мм				
	250	500	750	1000	1250
L	850	1200	1550	1900 1181 360	2250 1481 450
l	321	587	898	450	500
h	150	180	300	810	950
f	300	300	350	50	60
H	450	480	650	3	3
t(дерев)	25-30 1,5	30-40	40-50		
t(металл)		2	2		

13 Технический паспорт гидрометрического сооружения

13.1 Техническим паспортом (далее ТП) гидрометрического сооружения называют документ, содержащий:

- краткое описание основных конструктивных особенностей сооружения и его параметров;
- технические сведения обо всех изменениях, внесенных в конструкцию сооружения с момента ввода его в эксплуатацию, о его стоимости, ремонтах (текущих, капитальных) и их стоимости;
- текущие эксплуатационные данные по сооружению (дефекты в работе, аварии), результаты контрольных осмотров, обмеров, нивелировок, испытаний контрольными нагрузками, тарировок и пр.;
- графические приложения и фотографии, отражающие специфику природных условий местоположения сооружения и его конструктивные особенности.

ТП следует составлять на каждое постоянное (со сроком эксплуатации более трех лет) гидрометрическое сооружение, расположенное на малой реке или водотоке периодического действия.

13.2 ТП на гидрометрическое сооружение составляют по завершении строительно-монтажных работ комиссией в составе: начальника сетевого гидрологического подразделения, специалиста из ОГ ГУ РГМЦ и наблюдателя поста. Паспорт составляют в трех экземплярах, из которых один хранится в ОГ ГУ РГМЦ, один в сетевом гидрологическом подразделении и один у наблюдателя поста.

Основой для составления технического паспорта являются материалы изысканий и проект гидрометрического сооружения, дневник строительства гидрометрического сооружения, акты на скрытые работы, составленные при строительстве, и приемо-сдаточный акт на ввод сооружения в постоянную эксплуатацию. В случае необходимости для составления паспорта выполняют дополнительные изыскания и обмерные работы на сооружении.

13.3 Технический паспорт состоит из 10 листов (I, II, III, IV, V, Va, V6, Vb, VI, VII, VIII, IX, X), которые приведены в приложении У.

Листы I–VI являются собственно техническим паспортом сооружения, листы VII–X являются приложениями. Листы I, II, III, IV – общие для всех видов гидрометрических сооружений. Лист V имеет четыре варианта в зависимости от типа сооружений.

13.4 Топографический план участка, входящий в состав паспорта, должен включать само сооружение, вспомогательные устройства и опорные топографо-геодезические знаки в масштабе 1:1000-1:200 с сечением рельефа через 0,5 м (для гидрометрических переходов и переправ) и в масштабе 1:200-1:100 с сечением рельефа через 0,20-0,25 м (для гидрологических расходомеров). План составляют на основе топографической съемки.

Для гидрологических расходомеров, следует, приложить топографический план русла водотока в пределах бровок в масштабе 1:200 с сечением рельефа через 0,20 – 0,25 м на участке длиной 200 – 600 м (от 100 до 300 м выше и ниже створа сооружения по течению). При малых уклонах длину участка съемки назначают большей, чем при больших уклонах. Ниже сооружения по течению съемка должна быть доведена до ближайшего переката или порога. Этот план составляют на основании топографической съемки, производящейся для обоснования проекта расходомера.

Съемку плана выполняют в соответствии с указаниями приложения А.

План участка дополняют продольным профилем по водотоку в пределах размещения уклонных постов (для гидрометрических переходов, переправ и СУВ) и в пределах съемки русла выше и ниже створа сооружения по течению (для гидрометрических расходомеров). Масштаб профиля: вертикальный 1:100;

горизонтальный 1:1000-1:5000 (в зависимости от длины участка). На профиль наносят линии дна по стрежню водотока (по тальвегу лога, балки) и свободной поверхности воды при меженном, заливном, и максимальном, установленном по следам меток высоких вод уровнях.

13.5 В технический паспорт включают исполнительные чертежи гидрометрических сооружений.

Масштабы исполнительных чертежей всех видов гидрометрических сооружений: для генеральных планов 1:200 и 1:500 в зависимости от размеров сооружения в плане; для основных конструкций 1:20-1:50; для деталей 1:2 и 1:10 (в зависимости от их размеров). Горизонтальный и вертикальный масштабы исполнительных чертежей по сооружению должны быть одинаковыми.

Кроме того, к листу Vб прикладывают:

- расчетную таблицу расходов воды в зависимости от напоров (высоты уровня) воды в сооружении; при комбинированном расходомере сооружении таблицы расходов приводят для каждого измерительного устройства;

- кривую зависимости объема верхнего бьефа от высоты уровня воды и таблицу к ней, составляемые по данным детальных промеров объема верхнего бьефа.

13.6 В таблицу реперов на листе VI включают береговые реперы (основной, контрольный) и стенные марки, заложенные в самом сооружении. В графе «повторные нивелировки» приводят сведения о контрольных нивелирных ходах от исходного репера с абсолютной отметкой, а также записывают данные контрольных нивелировок стенных марок для проверки устойчивости сооружения. В случае установки новых реперов в последующий период эксплуатации – сведения о них заносят в таблицу и ведомость «Текущие эксплуатационные сведения».

13.7 На листе VII в ведомости «Текущие эксплуатационные сведения» следует фиксировать все особенности эксплуатации сооружения, выявленные в нем дефекты, неполадки в работе и аварии, деформации (прогибы), время и способы их устранения, редко наблюдаемые в створе сооружения гидрологические явления (половодья, паводки, зажоры, заторы, интенсивные русловые переформирования и соответствующие им уровни воды и пр.) и отрицательные влияния их на работу сооружения (механические повреждения, заиливание, обмерзание и т. п.). В ней отмечают все виды ремонтных работ на сооружении (дают их краткое описание, физические объемы работ и стоимость) и даты их выполнения. Здесь отмечают даты испытаний сооружений пробными нагрузками, на фильтрацию и даты тарировок со ссылками на соответствующие акты, фиксирующие выполнение этих работ. В ней следует также излагать соображения по улучшению работы сооружения и его реконструкции, основанные на опыте его эксплуатации.

В ведомость «Контрольные нивелировки» заносят результаты проверки высотной стабильности основных конструктивных элементов сооружения.

Контрольные нивелировки всех видов гидрометрических сооружений необходимо производить три раза в год: весной до наступления и после спада половодья и осенью с наступлением постоянных отрицательных температур, когда началось промерзание основания сооружения. Проверку высотного положения установок СУВ лучше выполнять перед утеплением сооружений на зиму, если они эксплуатируются круглый год, и после снятия утепления – весной.

13.8 При заполнении листа VIII необходимо соблюдать следующие указания:

- акт составляют ежегодно обязательно с участием наблюдателя поста;
- величину пролета сооружения каждый раз при составлении акта определяют непосредственно промером или геодезическим путем с постоянного базиса с помощью прямых засечек;
- в акте обязательно указать точность, с которой был взвешен контрольный груз, а также способ его перемещения по пролетному строению;

- недопустимыми деформациями считают трещины в сварных швах, прогибы в элементах сооружения, которые больше принятых в проекте, выгиб элементов решеток ферм из их плоскости, заметные на глаз сдвиги деревянных элементов по отношению друг к другу;

- все прогибы элементов гидрометрических переходов и переправ следует определять инструментально (с помощью нивелира, теодолита, отвеса, ватерпаса, уровня). Визуальное определение прогибов не допустимо.

13.9 При заполнении листа IX (составление акта на выполнение опытных работ по определению фильтрационных потерь гидрометрического сооружения) и выполнении опытных работ необходимо соблюдать следующие указания:

- все неплотности в напорной стенке водослива или в проточной части лотка подлежат устранению с помощью штукатурки (в железобетонных конструкциях) или конопатки с осмолкой в деревянных конструкциях до начала опытных работ;

- временную дамбу для врезки контрольного водослива следует возводить из маловодопроницаемого грунта (суглинка, глины). При возведении дамбы из водопроницаемых грунтов ее напорный откос следует покрывать для придания ему водонепроницаемости полиэтиленовой пленкой или другим защитным материалом. Дамба должна быть надежно сопряжена с дном и бортами русла водотока. Если русло сложено сильно фильтрующими грунтами, его следует закольматировать или засолонцевать для придания ему водонепроницаемости;

- водослив должен быть заглублен в дно русла и врезан в тело дамбы минимум на три максимальных напора на водосливе (на три максимальных глубины его выреза);

- опытные работы по определению фильтрационных потерь расходомера следует выполнять в трехкратной повторности;

- причинами фильтрации могут быть сезонные изменения высотного положения сооружения под влиянием промерзания и оттаивания его основания, подвижки гидрометрического сооружения в сторону нижнего бьефа и отрыв его от понура, образование трещин в понуре, недостаточная длина путей фильтрации.

13.10 При заполнении листа X (составлении акта на производство тарировки расходомера) необходимо тщательно изучить гл. 14 настоящих Правил, чтобы хорошо представлять методику тарировки гидрометрических сооружений.

Заключение по работе гидрометрического сооружения должно быть отрицательным, если расхождения между результатами предыдущего и производимого тарирования превосходят 3 процента величины измеряемых расходов в любой точке кривой Q равно $f(H)$.

В акте должны быть указаны причины нарушения тарировочных зависимостей и пути их устранения.

14 Контрольные измерения расходов воды и тарирование гидрологических расходомеров

14.1 Под тарированием гидрологического расходомера понимают нахождение постоянной связи между уровнем в верхнем бьефе расходомера и расходом воды путем проведения возможно точных измерений расхода воды при разных отметках уровня.

Контрольные измерения расхода воды преследуют цель получения или уточнения кривой расходов и выполняются с помощью гидрометрических вертушек главным образом в контрольных руслах. В отличие от тарирования, которое может производиться для расходомеров один раз в пять лет и реже, контрольные измерения выполняются ежегодно.

Тарированию подлежат расходомеры таких типов, для которых зависимость расхода воды от уровня не может быть заранее теоретически определена с

достаточной точностью; к ним относятся:

- тонкостенные водосливы и гидрометрические лотки в зоне малых напоров (менее 5-6 см);
- лотки и водосливы, неправильно установленные или построенные с отступлениями от проектных размеров (например, в связи с низким качеством строительных работ или по другим причинам).

Необходимость тарирования водосливов и лотков в зоне малых напоров обусловлена тем, что в этой области их пропускная способность подвержена влиянию местных условий:

- шероховатости дна и стенок лотка;
- тщательности заточки выреза водосливного щита;
- условий истечения струи (свободная, прилипшая) и др.

Тарирование расходомеров является весьма ответственной операцией, поскольку на основе данных тарирования составляют расчетную таблицу $Q=f(H)$, которой затем можно использовать длительное время при условии соблюдения предписанных правил эксплуатации расходомера. Поэтому тарирование должны проводить инженеры с помощью тщательно проверенных приборов после предварительной подготовки и надлежащего оборудования гидроствора.

14.2 В контрольных руслах ведут систематическое измерение расходов воды, так же как и для обычных речных гидростворов (постов), с целью получения кривой $Q=f(H)$, освещающей по возможности всю амплитуду колебаний уровней. Отличие в методике измерений заключается лишь в отсутствии необходимости производить промеры глубин, так как русло в створе контроля фиксировано.

Однако на реках с интенсивным транспортом донных наносов контрольные промеры глубин (особенно в паводок) все же необходимы, так как на дне контрольного русла может отложиться слой наносов.

Размещение скоростных вертикалей в поперечном сечении контрольного русла принимают постоянным.

Тарирование контрольного русла следует производить в том случае, если оно сооружено на участке реки с большим уклоном (более 3-4(‰)) или в месте, где происходит изменение уклона от малого к большому. В этом случае характер протекания на участке реки ниже контроля не будет сказываться на пропускной способности створа контроля и потому кривая расходов будет устойчива во времени. Для таких контрольных русел кривая расходов, освещающая ^{3/4} амплитуды уровней, может быть получена в течение одного - двух лет, а в дальнейшем потребуются лишь эпизодические измерения расходов для ее уточнения, главным образом при высоких уровнях.

14.3 Измерения расходов в контрольных руслах ведут в соответствии с общими рекомендациями [2] Ниже приведены некоторые особенности, обусловленные спецификой малых рек и наличием закрепленного русла:

- перед выполнением измерений расхода производят точное определение поперечного профиля контрольного русла в гидростворе посредством нивелирования;
- работу вертушкой производят только со штанги;
- число скоростных вертикалей должно быть не менее пяти, а число точек измерения не менее двух на каждой вертикали (измерение скорости в одной точке $0,6h$ допускается только для береговых вертикалей при глубине на них менее $0,25$ м);
- изменение уровня на гидростворе в течение измерения расхода не должно превышать 2 см при средней глубине до 20 см и 3-5 см – при больших глубинах. При интенсивных изменениях уровня воды (свыше 10 см в час) следует вести измерения одновременно несколькими вертушками. Если же это осуществить не

представляется возможным, то измерения производят ускоренным способом, уменьшая время выдержки вертушки в точке до 30-40 секунд.

При особенно быстрых изменениях уровня (30-40 см в час и более) целесообразно вести измерения через одну вертикаль (например, при семи вертикалях - на 1, 3, 5, 7-й и затем снова повторить весь цикл). Измерения в этом случае ведут основным способом (в двух точках на вертикали: 0,2h и 0,8h);

- число измеренных расходов воды для освещения кривой расходов должно быть не менее 20 с относительно равномерным распределением их по охваченной амплитуде уровня (в первый год эксплуатации контрольного русла). При устойчивых уровнях обязательно проведение двух измерений расхода при одной и той же высоте уровня воды с целью устранения случайных ошибок. Если два последовательных измерения дали величины расхода воды, отличающиеся друг от друга более чем на 6 процентов, то измерение повторяют в третий раз;

- типы вертушек, применяемых для измерения расходов воды в контрольных руслах, зависят от глубины потока. При малых глубинах следует использовать малогабаритную вертушку ГР-55;

- обработку материалов детальных измерений производят аналитическим или графическим способом. В случае измерения скоростей в одной или двух точках на вертикали расходы обрабатывают аналитическим способом.

Если измерения производились при интенсивно меняющемся уровне воды, то обработку ведут особым способом, при котором данные по каждой вертикали обрабатывают отдельно:

- а) вычисляют элементарные расходы q для каждого измерения на вертикали;
- б) строят кривую зависимости элементарного расхода от высоты уровня воды $Q=f(H)$;

- в) для выбранных значений уровня воды (обычно через 5-10 см) с кривых $Q=f(H)$ снимают значения элементарных расходов по всем вертикалям;

- г) для каждого из выбранных значений уровня воды строят эпюру элементарных расходов по ширине;

- д) планиметрируя эпюры элементарных расходов, получают величины расходов воды.

Образец такой обработки показан на рисунке 14.1. Далее строят и экстраполируют до предельных значений высоты уровня кривую расходов воды, согласно [2] и составляется рабочая расчетная таблица $Q=f(H)$.

Примечание. В отличие от рекомендации [2], значения расхода воды выписывают в таблицу не через 1 см высоты уровня, а через 0,5 см.

14.4 Гидрометрические лотки и водосливы в зоне малых напоров (до 5-6 см) следует тарировать ежегодно, поскольку связь между расходом воды и уровнем здесь не является постоянной и может меняться со временем из-за изменения состояния поверхности дна и стенок лотков, а также водосливного щита.

14.5 Тарирование гидрометрических лотков при напорах до 5 см можно производить двояким образом:

- объемным методом - при наличии на выходе из лотка достаточного перепада уровня, позволяющего подставить под струю желоб для стока воды и отвести ее в мерный сосуд;

- с помощью съемной водосливной рамки – при небольшом перепаде уровня (менее 10-15 см).

Устройство для тарирования лотка объемным методом состоит из желоба, подставляемого под нижний край лотка и собирающего воду, и мерного сосуда. Желоб подставляется под лоток только на время измерения.

Мерный сосуд объемом от 100-200 л для малых лотков и до 1-2 м³ для больших в случае значительного перепада уровня непосредственно подставляют под струю воды, стекающую с желоба, либо при небольшом перепаде устанавливают в специально отрываемом котловане. Время выдержки сосуда под струей и число измерений при одном и том же расходе определяют в зависимости от величины расхода воды и объема мерного сосуда.

Второй способ тарирования лотков заключается в том, что на период контрольного измерения расхода воды в нижнем выходном сечении лотка или в месте сопряжения входного раструба с горловиной временно устанавливают металлическую водосливную рамку с треугольным вырезом: 90 ° для больших лотков и 45 ° для малых, как показано на рисунке 14.2. Наименьшие расходы воды, которые можно надежно измерить водосливом, составляют 0,8 л/с для водослива с углом выреза 90 ° и 0,4 л/с для водослива с углом выреза 45 °. Выждав некоторое время, пока образовавшийся выше рамки подпорный бьеф не будет заполнен водой и пока истечение через водослив не приобретет установившийся характер, при котором сток через водослив равен естественному расходу потока, следует измерить напор воды на водосливе по специально устанавливаемой временной рейке с миллиметровыми делениями, нуль которой совмещает с отметкой вершины угла выреза водослива. Затем водосливную рамку снимают. Величину расхода воды, определенную по таблицам приложения Р, относят к уровню воды, измеренному на основном водомерном посту в приемном раструбе перед установкой водосливной рамки.

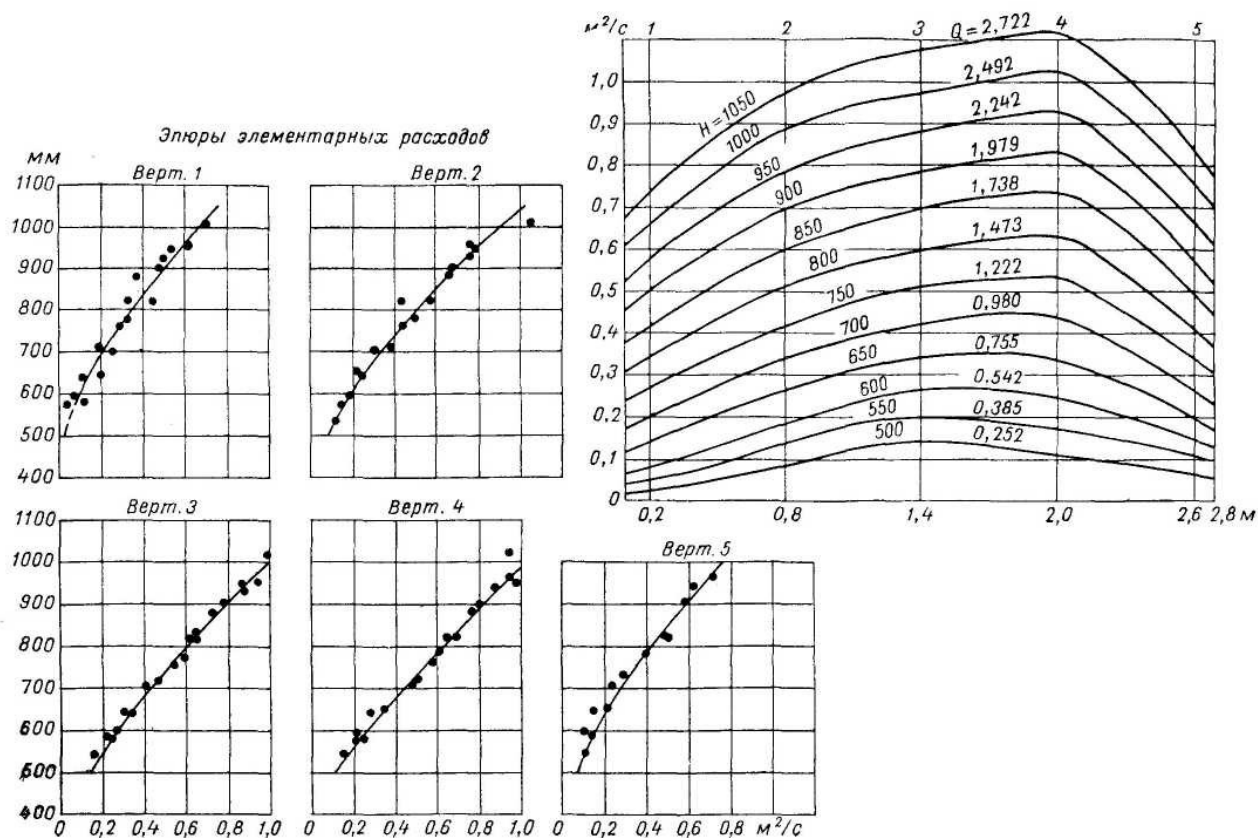
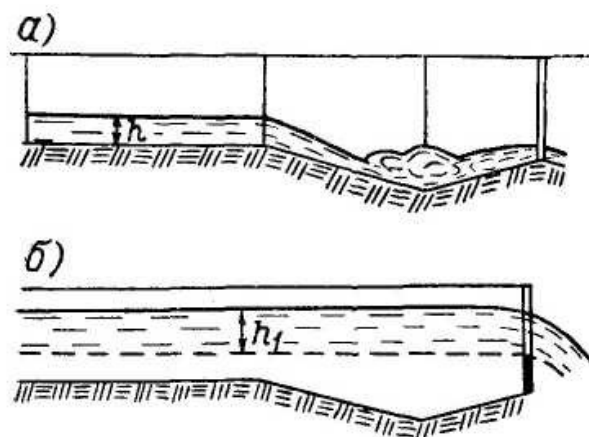


Рисунок 14.1 – Пример обработки расхода воды при быстро изменяющемся уровне воды

Контрольные измерения по этому способу, требующие значительного времени (0,5-1,0 час), следует производить только при устойчивом расходе воды, что обычно имеет место в межень.

Крепление водосливной рамки в выходном сечении гидрометрического лотка может быть выполнено различными способами, как показано на рисунке 14.3и 14.4.



Положение уровня: а – перед контрольным измерением; б – при установленной водосливной рамке

Рисунок 14.2 – Схема установки временной водосливной рамки для тарирования гидрометрического лотка

В небольших лотках с горловиной шириной 0,25-0,50 м металлический щит водослива можно делать целиком съёмным, укрепив его при помощи болтов на специальной опорной рамке (а).

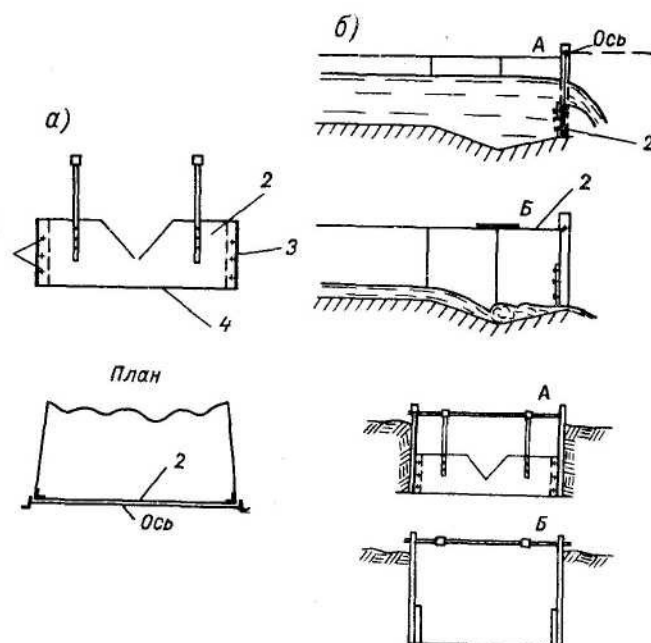
Другой вариант (б) предусматривает шарнирное крепление щита водослива на горизонтальной оси, расположенной в плоскости выходного сечения лотка; обычно щит откинут и находится в горизонтальном водосливной рамки для тарирования положения, а на время контрольного измерения его переводят в вертикальное. По нижней кромке щит крепят к лотку двумя-тремя болтами.

Щит может быть также сделан подъемным, как показано на рисунке 14.4. При производстве контрольного измерения щит опускается, входя в специально устраиваемые пазы.

Во всех случаях швы между водосливым щитом и стенками лотка уплотняют с помощью резиновых прокладок или другими средствами.

Примечание. На реках с устойчивой меженью, не нарушаемой дождевыми паводками, водосливная рамка может быть установлена в гидрометрическом лотке на весь период межени; ее следует снимать лишь в те периоды, когда возможно происхождение паводков.

14.6 Тарирование тонкостенных водосливов производят объемным методом при помощи мерного сосуда, подставляемого под переливающуюся струю. Поскольку тарирование обычно производят в условиях прилипшей струи, стекающей по поверхности щита водослива, для удобства измерений к щиту прикрепляют на болтах либо просто прижимают руками водосборный козырек (желоб), снабженный резиновыми или суконными прокладками, как показано на рисунке 14.5. Желательно заранее предусмотреть устройство такого козырька, если предусматривают тарирование водослива при малых напорах.



а - вертикальная рамка; б - рамка, откидывающаяся на шарнире.

1 - болты, 2 - водосливная рамка; 3 - стенка лотка, 4 - дно лотка

Рисунок 14.3 - Способы установки временной водосливной рамки для тарирования гидрометрического лотка

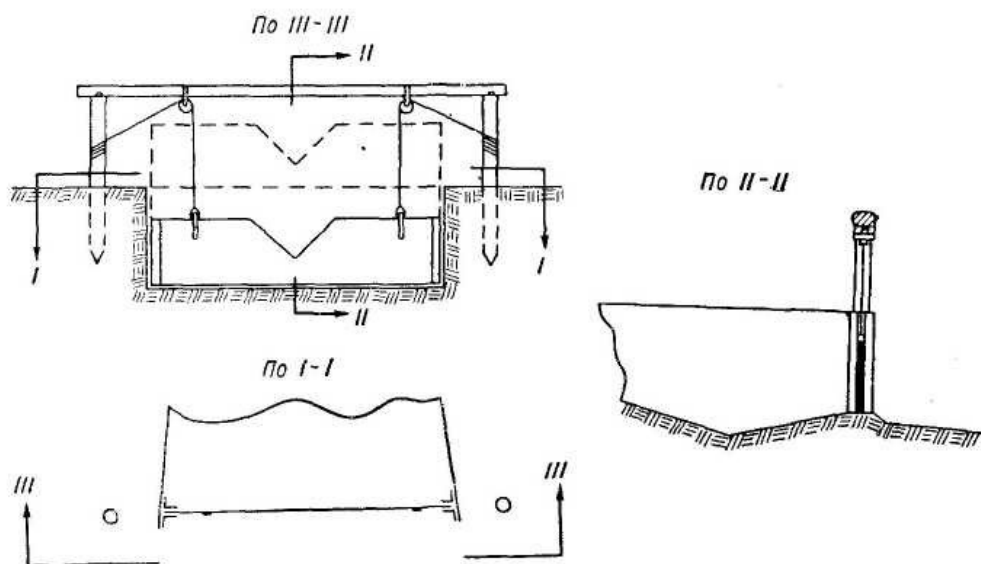


Рисунок 14.4 - Схема установки в гидрометрическом лотке тяжелой водосливной рамы, поднимаемой с помощью блоков

Объем мерного сосуда, время выдержки его под струей и повторность контрольных измерений определяют в зависимости от величины расхода воды.

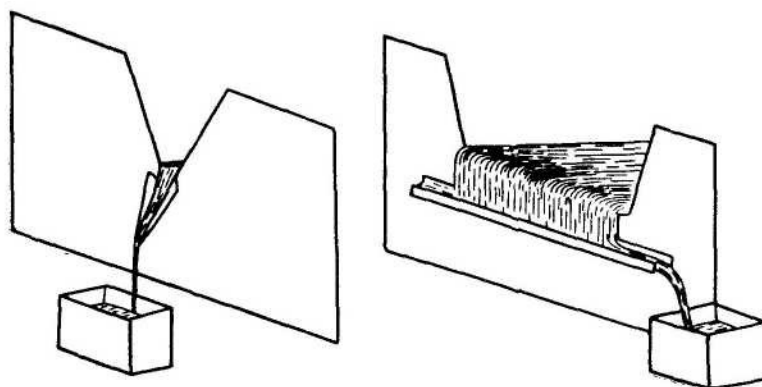


Рисунок 14.5 - Приспособление для тарирования водосливов объемным методом

При тарировании тонкостенных водосливов обязательно производят измерение поплавками поверхностной скорости подхода воды в плоскости симметрии водосливного выреза на расстоянии, равном трех – четырехкратной величине напора от водосливной стенки. Это необходимо для оценки величины скоростного напора $\frac{v_{cp}^2}{2g}$.

15 Техническая эксплуатация гидрометрических сооружений

15.1 Общие задачи технической эксплуатации

15.1.1 Задачей технической эксплуатации гидрометрических сооружений является обеспечение их постоянной готовности для использования по назначению, долговечности и безопасности при производстве гидрологических наблюдений.

С целью обеспечения правильной технической эксплуатации гидрометрических сооружений в соответствии с требованиями ГОСТ 19185 обслуживающий персонал обязан:

- участвовать в приемке сооружений в постоянную эксплуатацию;
- использовать сооружения по их прямому назначению;
- осуществлять правильный технический уход за сооружениями и их элементами;
- периодически выполнять испытания на прочность и устойчивость сооружений и их наиболее ответственных элементов пробными нагрузками, тарирование гидрологических расходомеров для получения связей между расходами и напорами (уровнями) $Q=f(H)$, контрольные нивелировки и проверку основных размеров сооружений для определения изменений во времени их планово-высотного положения;
- своевременно подготавливать сооружения к пропуску высоких паводков и половодий;
- производить консервацию сооружений на зимний период, если они не используются зимой для гидрометрических работ, и реконсервацию их весной;
- подготавливать сооружения к зимней эксплуатации при наличии надобности в ней;
- устранять в сооружениях все дефекты, возникающие в процессе эксплуатации;
- заполнять технический паспорт сооружений;
- производить текущий (планово-предупредительный) ремонт сооружений.

15.1.2 Правильный технический уход за гидрометрическими сооружениями должен обеспечивать их долговечность, безаварийную работу, сохранение грузоподъемности (у переходов и переправ), измерительных свойств (у

расходомеров), удлинение межремонтных периодов, снижение стоимости ремонтных работ.

15.1.3 Категорически запрещается использование гидрометрических сооружений для других целей, например для регулярной связи между берегами и прогона скота (мосты), перевозки грузов и людей (переправы), за исключением случаев, когда это предусмотрено проектом сооружения.

Попутное использование готовых гидрометрических сооружений не по прямому назначению допустимо только лишь в особых случаях, с разрешения Департамента по гидрометеорологии. При этом путем поверочных расчетов необходимо убедиться в том, что в новых условиях работы сооружение и его элементы обладают достаточными запасами устойчивости и прочности, гарантирующими его безаварийную эксплуатацию.

15.1.4 Общие для всех типов гидрометрических сооружений профилактические эксплуатационно-технические мероприятия включают в себя:

- очистку сооружений и их элементов от мусора, грязи, ржавчины (металлические части);
- окраску всех конструктивных элементов, не подлежащих смазке;
- смазку всех трущихся частей (натяжные устройства и их элементы, ролики, выюшки, лебедки и др.);
- осмотр болтовых соединений (у мостовых ферм, опор, гидрометрических люлек и др.) и устранение в них образовавшихся зазоров;
- осмотр и подтягивание натяжных устройств и подвесок у висячих гидрометрических мостов и приведение их в соответствие с требованиями проекта, обеспечение расчетных стрел провеса у ездовых канатов люлечных и лодочных гидрометрических переправ;
- проверку надежности закрепления всех канатов у висячих конструкций;
- очистку соединительных галерей и труб отстойных и поплавковых колодцев установок самописцев уровня от наносов и мусора;
- расчистку верхних и нижних бьефов, подводящих и отводящих каналов гидрологических расходомеров от наносов, мусора, валежника, опавших листьев и других предметов, которые могут уменьшить их пропускную способность.

15.1.5 Уход за гидрометрическими сооружениями следует производить в строгом соответствии с техническими инструкциями по эксплуатации, наличие которых обязательно на каждом из них независимо от числа сооружений на водомерном посту. Инструкцию составляют во время приемки–сдачи сооружения в постоянную эксплуатацию на основании проектной документации, приводимых ниже рекомендаций и опыта эксплуатации подобных сооружений в Департаменте по гидрометеорологии и оставляют под расписку обслуживающему персоналу сетевого гидрологического подразделения (поста) вместе с техническим паспортом на сооружение. Техническая инструкция должна быть краткой, исчерпывающей и предельно ясной по изложению. В ней наряду с правилами технического ухода за сооружением следует изложить требования, предъявляемые к содержанию гидрометрического объекта в целом и его элементов.

15.1.6 Все гидрометрические сооружения один раз в году подлежат проверке на готовность к действию и соответствие своему назначению. Такую проверку производит начальник сетевого гидрологического подразделения совместно с наблюдателем и обязательно перед паводком.

15.1.7 Гидрометрические мосты (переходы), люлечные и лодочные переправы раз в год обязательно подвергают испытаниям на прочность и устойчивость контрольной нагрузкой, величина которой должна быть в 1,5-2,0 раза больше расчетной нагрузки на сооружение, принятой при его проектировании.

Гидрологические расходомеры подвергают контрольному тарированию в

следующих случаях:

- после производства капитального ремонта;
- при нарушении их планового и высотного положения, вызванного деформациями основания;
- при изменениях, внесенных в конструкцию сооружения в процессе эксплуатации.

15.2 Подготовка гидрометрических сооружений к пропуску половодий и паводков

15.2.1 Мероприятия по подготовке гидрометрических сооружений к пропуску высоких половодий и паводков разделяют на организационные и технические. Организационные являются общими для всех типов сетевых гидрометрических сооружений. Технические мероприятия для каждого типа сооружений имеют свои особенности.

15.2.2 Организационные мероприятия включают в себя:

- получение долгосрочного прогноза с заблаговременностью не менее двух недель об ожидаемых уровнях половодий или паводков и других чрезвычайных гидрологических явлениях, которые могут себя проявить на реке, где расположено сооружение, или на реках-аналогах;
- выявление на основании данных гидрологического прогноза и фактического состояния сооружения степени угрозы последнему со стороны реки при ожидаемом уровне высоких вод и разработку мероприятий по устранению этой угрозы;
- дежурство персонала в период прохождения пика катастрофического (опасного для сооружения) половодья или паводка для наблюдения за состоянием сооружения и принятия мер по устранению возникающей для него угрозы.

15.2.3 Мероприятия, проводимые на гидрометрических мостах и переправах (люлочных и лодочных), при возникновении для них угрозы повреждения высокими водами в соответствии с требованиями [9] состоят в следующем:

- пролетное строение гидрометрического моста любого типа дополнительно крепят стальными канатами диаметром 12-14 мм к сваям, забиваемым на обоих берегах, чтобы предохранить его от сноса высокими водами;
- прогоны следует закрепить в середине пролета и у опор;
- пролетное строение деревянных мостов, кроме дополнительного закрепления канатами, загружают бетонными блоками, мешками с песком и другими видами грузов для ликвидации плавучести;
- береговые устои жестких мостов, если возможен их подмыв, дополнительно укрепляют деревянными шпунтовыми ограждениями, каменной наброской, мешками с песком (очертание креплений в плане должно обеспечивать отклонение потока от подмываемого берега в сторону стрежня реки);
- фундаменты опор висячих мостов и люлочных переправ при опасности подмыва дополнительно укрепляют шпунтовыми ограждениями или сваями;
- у висячих мостов и люлочных переправ с помощью натяжных устройств (талрепов) временно уменьшают стрелы провеса несущих канатов, увеличивая тем самым их высоту над уровнем воды; стрелы провеса мостов доводят до $(1/35-1/40)L$, люлочных переправ - до $1/100L$ (L - пролет каната);
- у гидрометрических люлек пробной нагрузкой проверяют надежность предохранительных щек (скоб), обеспечивающих нахождение люльки на ездовых канатах в случае ударов о нее плавающих предметов, состояние и прочность ездовых канатов, талрепов, анкерных тяг, конструкций люльки, ездовых роликов и их осей, механизма для перемещения люльки, оттяжного каната. Все замеченные дефекты, угрожающие прочности переправы и ее элементов;
- покрытие недемонтируемого оборудования после смазки чехлами из

водонепроницаемой ткани;

– грунтовка железным или свинцовым суриком и окраска металлоконструкций в местах нарушения антикоррозионного покрытия. Если эти места невозможно окрасить, их покрывают техническим вазелином.

15.3 Зимняя эксплуатация гидрометрических сооружений

15.3.1 Эксплуатация гидрометрических сооружений, особенно установок СУВ и гидрологических расходомеров, в зимний период отличается рядом специфических особенностей. Последние связаны с воздействием на сооружения отрицательных температур, снега и ледовых образований, возникающих как в водных объектах, так и в отдельных элементах гидрологических расходомеров.

При промерзании связных водонасыщенных грунтов, лежащих в основании гидрометрических сооружений, они увеличиваются в объеме и оказывают давление на подошвы фундаментов последних. Это давление бывает неравномерным. Оно вызывает изменение высотного положения сооружений и их перекосы. Для расходомеров при этом может быть нарушена зависимость $Q=f(H)$ в установках СУВ, возможно поднятие поплавкового колодца, образование щели между ним и соединительным устройством, перекося измерительного павильона.

Многочисленное воздействие сил морозного пучения на гидрологические расходомеры приводит к серьезным повреждениям и выходу их из строя.

15.3.2 Непосредственное воздействие отрицательных температур и атмосферной влаги на бетонные элементы гидрометрических сооружений, если они выполнены из неморозостойких бетонов, вызывает в них образование трещин и каверн. При несвоевременном их устранении бетон будет разрушаться и сооружения выйдут из строя.

С появлением отрицательных температур происходит образование льда в ковшах-успокоителях, поплавковых колодцах, соединительных галереях и трубах установок СУВ.

На водомерных рейках, водосливных щитах, стенках лотков и контрольных русел появляются наросты льда или наледи, затрудняющие выполнение гидрометрических работ и вызывающие изменения коэффициентов расхода и зависимостей $Q=f(H)$ в измерительных частях расходомеров.

15.3.3 При образовании в водных потоках шуги она может попадать в соединительные галереи и трубы, в колодцы установок СУВ, скапливаться в верхних бьефах перед расходомерами – водосливами и нарушать их работу.

Предотвратить попадание шуги в соединительные устройства и колодцы установок СУВ можно с помощью шпор, как это делают для борьбы с попаданием в них наносов.

Во избежание больших скоплений шуги перед расходомерами–водосливами необходимо основные ее массы направлять в их отверстия с помощью шугонаправляющих бон. Шугонаправляющий бон представляет собой деревянную плавучую конструкцию, состоящую из одного или двух рядов бревен, имеющих вертикальный, погруженный в воду дощатый экран высотой 0,5-0,6 м. Их размещают перед водосливом на плаву так, чтобы они образовали раструб, сходящийся к его отверстию. При особенно интенсивном шугоходе для предотвращения образования перед водосливом шугового ковра шугу проталкивают через его отверстие вручную с помощью различных приспособлений (черпаков, досок с перпендикулярно прикрепленными к ним длинными рукоятками и т. п.), не давая ей скапливаться перед сооружениями.

Проход шуги через расходомеры обычно не вызывает эксплуатационных затруднений.

15.3.4 Нормальную работу расходомеров–водосливов могут нарушать и массы

снега, плывущие в водном потоке. Задача эксплуатационного персонала – не допускать скоплений масс снега перед сооружением и принимать меры к пропуску их через водослив в нижний бьеф.

15.3.5 Установки СУВ и гидрологические расходомеры на зиму следует тщательно утеплить.

Расходомеры утепляют путем устройства над их измерительной частью и примыкающими к ней участками подводящего и отводящего каналов шатров из теплоизолирующих материалов.

Конструкции шатров весьма разнообразны. Каркасы их выполняют из подтоварника (круглый лес диаметром 8-11 см в верхнем отрубе) в виде наклонных или односкатных стропил, опираемых на элементы расходомера или стойки. Каркасы покрывают хворостом, еловыми ветвями, соломенными или камышовыми матами. С началом снегопада утепление следует засыпать снегом, что способствует сбережению тепла внутри шатров.

15.3.6 Конструкция шатра должна быть прочна и устойчива, выдерживать нагрузку от утепляющего материала, снега и ветра. Внутри него должно быть достаточно места для свободного доступа наблюдателя к измерительным частям расходомера.

В стенках или крыше утепляющего шатра обязательно устраивают один–два люка (лаза) с утепленными крышками.

15.3.7 Установки СУВ утепляют следующим путем. Колодец датчика (поплавка) сверху закрывают крышкой, утепленной войлоком или шлаковатой. В ней оставляют отверстия для пропуска канатиков самописца (грузового и поплавкового). Пол измерительного павильона и крышку колодца покрывают утепляющим материалом (сухими опилками с небольшой добавкой извести, опавшими сухими листьями, сеном, соломой, шлаковатой и пр.) слоем до 20-30 см. Утепляющий материал укладывают и вокруг измерительного павильона с тем, чтобы уменьшить промерзание грунта вокруг колодца. Соединительные галереи также подлежат утеплению сверху и со стороны реки.

15.3.8 При незначительных отрицательных температурах (до минус 10-15 ° С) для предохранения воды в колодцах установок СУВ от замерзания в них периодически заливают раствор хлористого кальция или хлористого натрия (поваренной соли) или поверх воды наливают минеральное масло слоем такой толщины, чтобы в нем плавал поплавок. Следует иметь в виду, что при сильных морозах вода под слоем масла может замерзнуть.

15.3.9 На люлечных гидрометрических переправах и висячих гидрометрических мостах на период зимней эксплуатации для уменьшения в ездовых канатах температурных напряжений необходимо уменьшить их натяжение с помощью талрепов (увеличить стрелы провеса). Для люлечных переправ стрелы провеса доводят до $(1/60-1/70) L$, а для гидрометрических мостов – до $1/20L$.

15.3.10 При консервации гидрометрических сооружений на зимний период, кроме того, выполняют следующие работы:

- все виды стальных канатов очищают от грязи и ржавчины, протирают керосином и покрывают слоем антикоррозийной смазки ;
- у гидрометрических люлек демонтируют деревянные элементы: скамейки, столики, обшивку бортов, пол;
- подходы к люлькам (лестницы, спуски) демонтируют или закрывают так, чтобы исключить доступ в них;
- лодки лодочных переправ вытаскивают на берег, освобождают от воды, очищают от грязи и размещают в закрытом помещении (в сарае, под навесом) или делают над ними легкие временные укрытия для предохранения от попадания влаги;
- закрывают на замки входы на гидрометрические мосты;

– демонтируемые СУВ после ревизии и смазки хранят в сухом и желательно отапливаемом помещении.

15.4 Технический уход за металлоконструкциями, стальными канатами и механическим оборудованием

15.4.1 Основная цель ухода за металлоконструкциями, стальными канатами и механическим оборудованием гидрометрических сооружений – это защита их от коррозии и механических повреждений.

Для защиты металлоконструкций от коррозии применяют лакокрасочные покрытия. С их помощью частично предотвращается контакт металла со средой, разрушающей металл.

Окраске металлоконструкций должна предшествовать полная очистка их поверхности от окалины, жировых пятен и загрязнений, а затем грунтовка. Их очистку выполняют с помощью механических или химических средств. Механическую очистку обычно производят вручную металлическими щетками.

Грунтовку производят следующими видами грунтов: сурик свинцовый, сурик железный. При отсутствии грунтовки металлоконструкции следует дважды покрыть олифой.

15.4.2 Несущие и ездвые стальные каналы для предохранения от коррозии следует регулярно смазывать вязким минеральным маслом (типа вискозин), а также любым жидким машинным маслом (например, автолом). Ее выполняют не реже чем 1 раз в 1,5 месяца, если канат в работе, и через 6 месяцев при его хранении на складе. Смазку следует наносить разогретой до температуры 80 – 90 °С.

Канат должен быть смазан так, чтобы смазка заполнила все щели между проволоками, покрыла его ровным слоем по всему периметру. Необходимо добиться проникновения смазки до сердечника каната.

При смене смазки канат вначале тщательно очищают нежесткими стальными щетками от старой смазки, затем смывают ее остатки керосином, хорошо вытирают тряпками насухо и после этого наносят новую смазку.

15.4.3 В стальных канатах не допустимо образование резких переломов, «жучков» и сплющивания вследствие защемления или падения на них тяжелых предметов. Категорически не допускается трение ездвых канатов об острые ребра металлических конструкций опор. Нельзя допускать соприкосновения ездвых канатов с электрическими проводами.

Выбраковку стальных канатов производят, сообразуясь с таблицей 15.1.

Таблица 15.1

Конструкция каната (число проволок)	Тип свивки	Число обрывов на длине свивки, при которой канат бракуется
6х19х1=114	Крестовая Односторонняя	12
6х37х1=222	Крестовая Односторонняя	6
6х61х1=366	Крестовая Односторонняя	22
		11
		36
		18

Например, канат, изготовленный из 6х19=114 проволок с одним органическим сердечником, бракуют, если количество обрывов проволок на длине одного шага свивки превышает 12 и т. д.

Шаг свивки каната определяют следующим путем. На поверхности пряди наносят метку, от которой отсчитывают по длине каната столько стальных прядей, сколько их

имеется в его сечении, и на следующей пряди наносят вторую метку. Расстояние между метками равно шагу свивки каната.

При подсчете обрывов обрыв тонкой проволоки принимается за 1,0, а обрыв толстой проволоки - за 1,7.

При обнаружении оборванной пряди сердечника канат в дальнейшей работе не используют.

15.5 Испытание гидрометрических переправ и мостов контрольными нагрузками

15.5.1 Испытание контрольными нагрузками гидрометрических переправ и мостов производит наблюдатель поста совместно с инженером или техником сетевого гидрологического подразделения.

Порядок испытания люлечной переправы контрольной нагрузкой следующий. Ездовым канатам до загрузки люльки контрольным грузом придают проектную стрелу провеса с точностью $\pm 2-3$ см. Величину стрелы провеса определяют инструментально и у обоих канатов она должна быть обязательно одинаковой. В створе переправы натягивают стальной вспомогательный канат диаметром 5–6 мм. Один конец этого каната запасовывают на лебедке грузоподъемностью до 1,0 т, установленной у одной из опор переправы. Другой его конец закрепляют на гидрометрической люлке, предварительно перемещенной на противоположный (тому, где установлена лебедка) берег. Затем люльку отключают от лебедки, служащей для ее перемещения, временно прикрепляют к опоре (куском проволоки или веревкой) с тем, чтобы она не перемещалась самопроизвольно по канату, и загружают балластом. Им могут быть мешки с песком, крупные камни, бетонные блоки, чугунные чушки или любой другой вид груза. Суммарный вес балласта должен превосходить в два раза (но не больше) временную полезную нагрузку, принятую при расчете ездовых канатов. Его взвешивание должно быть произведено с точностью до 10 кг.

По завершении подготовительных работ люльку, загруженную балластом, отвязывают от опоры и с помощью лебедки и вспомогательного каната перемещают по ездовым канатам от опоры до опоры. При этом производят визуальное наблюдение за всеми конструктивными элементами обеих опор, а также за талрепами, анкерными тягами и поверхностью грунта над якорями ездовых канатов.

15.5.2 Перемещение по ездовому канату загруженной люльки следует осуществлять медленно, делая три остановки длительностью не менее 30 минут каждая в точках, расположенных от опор на расстоянии $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ пролета переправы.

Поместив груженую люльку на середине ездовых канатов переправы, ее необходимо не менее 15 минут раскачивать, доведя угол наклона ее борта к вертикали до $8 - 12^\circ$. Раскачку осуществляют с помощью тонкого стального или капронового каната, один конец которого крепят к люлке, а второй выводят на берег на достаточном удалении от опоры переправы.

При раскачке люльки особое внимание уделяют осмотру ездового каната в месте его скольжения в ручьях уравнительных роликов на опорах, самих роликов, их осей, и заделки опор в фундаменты (ручьем уравнительного ролика называют желобок, устраиваемый по его периметру, в котором покоится канат).

По окончании испытаний контрольной нагрузкой люлька выводят на берег, освобождают от балласта и тщательно обследуют. При этом надо обратить особое внимание на состояние элементов каркаса люльки, ездовых роликов, их осей, подшипников, косынок, которые несут оси роликов, предохранительных скоб, страхующих люльку от падения с ездовых канатов, чехлов, прикрывающих в пределах люльки ездовые канаты и ее ролики. Затем люльку подключают к лебедке ГР-100, переезжают в ней через реку от одной опоры переправы до другой, при этом

тщательно осматривая наружное состояние ездовых канатов [9]

Все обнаруженные в люлочной переправе в результате испытания контрольной нагрузкой дефекты устраняют на месте. Если в ездовых канатах обнаружены дефекты, наличие которых недопустимо по нормам их выбраковки (таблица 15.1), то они подлежат замене. До ее осуществления эксплуатацию люлочной переправы запрещают.

Проведение испытаний люлочной переправы контрольным грузом и их результаты отмечают в техническом паспорте и оформляют актом.

15.5.3 Испытание гидрометрических мостов производят путем последовательной загрузки их пролетного строения в середине и на одной четверти пролета контрольной нагрузкой в виде балласта. Величина контрольной нагрузки принимается в 1,5 раза больше, чем расчетная полезная сосредоточенная нагрузка, на которую рассчитывался мост.

Загрузку пролетов осуществляют с помощью платформы–тележки, покоящейся на салазках или катках. Грузовая платформа тележки должна иметь ширину 0,7 м, позволяющую протаскивать ее между перилами (подвесками) моста. Длина платформы зависит от вида и величины контрольного груза. Протаскивание платформы с контрольным грузом производят с помощью лебедки грузоподъемностью до 1,0 т, устанавливаемой на одном из берегов, и стального каната диаметром 5-6 мм, один конец которого зачален к грузовой платформе, а другой закреплен на барабане лебедки.

Контрольный груз протаскивают медленно, делая получасовые остановки на $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ пролета моста. Одновременно с протаскиванием контрольного груза производят измерение прогиба моста с помощью нивелира. Салазки грузовой платформы рекомендуют хорошо смазывать тавотом или другим видом густой смазки, что облегчает ее протаскивание. Пролетное строение висячих мостов одновременно с протаскиванием контрольного груза необходимо подвергать раскашке. Допустимые прогибы для мостов с жестким пролетным строением – $1/500$ пролета.

По завершении испытаний все конструктивные элементы моста подвергают тщательному визуальному осмотру. Замеченные дефекты устраняют на месте. Проведенные испытания и его результаты тоже фиксируют в техническом паспорте сооружения и оформляют актом.

При всех испытаниях обязательно строжайшее соблюдение требований [9].

15.6 Рекомендации по устранению потерь воды в гидрологических расходомерах

15.6.1 Потерями воды в гидрологическом расходомере называют ту часть расхода воды, которая проходит через его створ, минуя измерительную часть сооружения, и не учитывается при наблюдениях.

Различают два вида этих потерь:

- в неплотности конструктивных элементов, образующих напорные части сооружений (элементов, непосредственно воспринимающих гидростатическое и гидродинамическое давление воды);
- за счет фильтрации под сооружение и в обход его (потери на фильтрацию).

15.6.2 Потери воды в неплотности конструктивных элементов являются обычно следствием низкого качества строительных работ и неправильной эксплуатации сооружения. Их легко обнаруживают визуально (на глаз).

Наиболее часто неплотности в деревянных конструкциях появляются за счет недоброкачественной подгонки досок, брусьев, шпунтин водосливных стенок и стенок лотков. Они возникают при плохой конопатке и осмолке деревянных элементов расходомеров, при неправильном уходе за деревянными конструкциями, которые без принятия специальных мер (антисептирования) в условиях переменного

воздействия воды и атмосферы быстро выходят из строя (загнивают), снижая при этом свою прочность. Причиной неплотностей деревянных напорных стенок может быть их недостаточная общая жесткость. Потери воды наиболее часто происходят в местах сопряжений металлического водосливного щита с деревянной напорной стенкой, в вырезе которой он закрепляется. Здесь обычно бывает трудно добиваться водонепроницаемости без применения уплотнений из резины или просмоленных мешковины и войлока.

15.6.3 Причиной потерь воды в бетонных расходомерах бывают трещины в напорных стенках и недостаточная водонепроницаемость бетона. Трещины обычно образуются под влиянием температурных напряжений в неморозостойких бетонах и в результате неравномерных осадок грунтов в основании сооружения.

Фильтрационные потери возникают вследствие фильтрации из верхнего бьефа расходомера в нижний под воздействием напора (разности отметок уровней воды в бьефах).

При возведении расходомеров на крупнозернистых песках, песчано-гравелистых грунтах, грунтах, содержащих легко растворимые соли, без принятия специальных мер, направленных на уменьшение потерь на фильтрацию, последние достигают больших величин. В таких случаях гидрологические расходомеры не отвечают своему назначению.

Интенсивную фильтрацию обнаруживают в нижнем бьефе визуально в виде восходящих ключей, больших мочажин, из которых виден отток воды; слабую фильтрацию можно обнаружить только с помощью красителей.

15.6.4 Фильтрационный поток, проходя под сооружением, увлекает за собой частицы грунта, слагающие его скелет (явление суффозии). При этом потери на фильтрацию могут возрасти. При больших скоростях фильтрации в результате суффозии в толще грунта под сооружением могут возникнуть пустоты и произойти размыв дна в нижнем бьефе. Значительное гидродинамическое давление фильтрационного потока на грунтовую массу за расходомером вызывает выпор грунта. Эти явления представляют угрозу для устойчивости расходомера и могут привести к полной потере им водомерных свойств.

Наличие явления суффозии под напорным расходомером легко установить, наблюдая за состоянием дна реки в его нижнем бьефе. Если непосредственно за сооружением со дна потока поднимаются мутные восходящие струи воды, процесс суффозии имеет место. Когда этот процесс не сопровождается разрушением скелета грунта, а только вымыванием заключенных в нем пылеватых частиц, то с течением времени мутность фильтрационного потока, выходящего в нижний бьеф, уменьшается, и вода в нем становится прозрачной. В этом случае устойчивости расходомера не угрожает опасность. При разрушении фильтрационным потоком скелета грунта мутность его при выходе в нижний бьеф непрерывно возрастает, а в дне и берегах русла появляются промоины.

В случаях незатухающей мутности фильтрационного потока в нижнем бьефе необходимо немедленно произвести загрузку его дна гравийно-песчаной смесью.

15.6.5 Значительные фильтрационные потери у напорных расходомеров могут быть вследствие недостаточной их фильтрационной прочности и низкого качества строительных работ. Фильтрационной прочностью называют способность расходомера в течение всего срока амортизации противостоять воздействию фильтрационного потока на его подземные элементы, сохраняя устойчивость, прочность и заданную точность измерений расходов воды.

Недостаточная фильтрационная прочность обычно является следствием неправильного определения при проектировании размеров подземных водонепроницаемых частей расходомеров: длины понура и боковых шпор, глубины заложения зубьев и шпунтовых рядов. Причина этого, как правило, кроется в

недоброкачественном инженерно-геологическом обосновании проекта.

15.6.6 Для установления величины потерь воды в гидрологических расходомерах периодически проводят их проверку на водонепроницаемость. Ее нужно проводить ежегодно, лучше в период межени, когда сток мал.

Сам факт потерь воды в расходомере устанавливают следующим путем. Отверстие водослива или приемный раструб лотка перекрывают деревянным водонепроницаемым щитом, имеющим хорошее уплотнение в местах сопряжения с элементами расходомера. Щит лучше устанавливать с помощью струбцин, позволяющих его плотно прижимать к напорной стенке водослива или открьлкам лотка. При этом течи в стыках между щитом и водосливом (лотком) устраняют конопаткой, замазкой, пластырями из тонкой листовой резины или полиэтиленовой пленки толщиной 0,5-0,8 мм.

Затем в верхний бьеф расходомера выливают раствор красящего вещества. По окраске воды в нижнем бьефе легко устанавливают наличие фильтрации и места выхода фильтрационного потока. По степени окраски профильтровавшейся в нижний бьеф воды можно судить о степени равномерности фильтрации под сооружением.

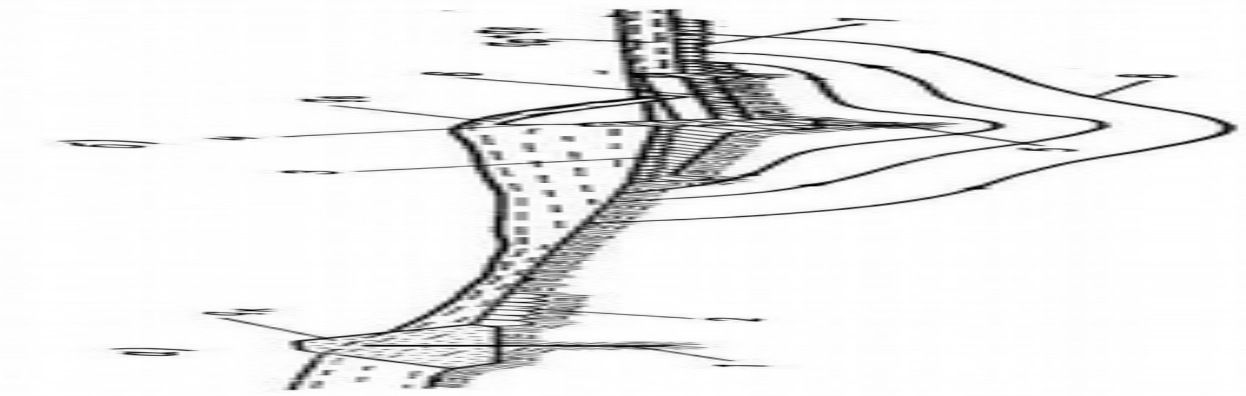
При хорошо выполненной подземной части расходомера красящее вещество проникает в нижний бьеф с водой по истечении длительного времени.

15.6.7 Для определения величины потерь воды на фильтрацию (фильтрационного расхода) в нескольких метрах выше сооружения возводят глиняную или деревянную перемычку с экраном и понуром из полиэтиленовой пленки, в средней части ее вставляют желоб, расход воды через который определяют объемным способом. Одновременно измеряют расход, проходящий через сооружение. Разность между расходом в желобе и в расходомере дает величину расхода фильтрационных потерь воды.

15.6.8 Наблюдение за фильтрацией следует вести при разных напорах на расходомере. Чем больше напор на сооружении, тем больше при прочих равных условиях фильтрационные потери.

Расход потерь воды, если он больше 1 % расхода, измеренного водосливом, в качестве поправки добавляют к расходу воды, измеренному на сооружении. Если он меньше 1 % то поправка не вводят.

15.6.9 Величину фильтрационных потерь в напорных расходомерах проще определять в периоды, когда прекращается сток. Для этого организуют тщательные наблюдения за падением уровня в верхнем бьефе. В момент прекращения стока уровень воды в верхнем бьефе устанавливается на отметке выреза водослива, а затем начинает снижаться за счет потерь воды на испарение и фильтрацию. Если величина потерь воды, профильтровавшийся из верхнего бьефа за определенный период времени, будет больше объема воды, испарившейся с поверхности бьефа, определенного по данным ближайшей водно-испарительной площадки, то наличие фильтрации можно считать установленным.



- а – временная перемычка; б – расходомер-водослив;
 1 – тонкостенный водослив, устанавливаемый во временной перемычке; 2 – временное крепление за водосливом; 3 – понур; 4 – напорная водосливная стенка; 5 – шпунтовый ряд; 6 – водобой;
 7 – рисберма тарируемого водослива; 8 – линии токов;
 $q_{\text{ф}} = q_{\text{к}} - q_{\text{в}}$ – потери на фильтрацию ($q_{\text{к}}$ – расход в контрольном водосливе;
 $q_{\text{в}}$ – расход на основном водосливе)

Рисунок 15.1 – Схема определения фильтрационных потерь в расходомере – водосливе

15.6.10 Течи в деревянных напорных элементах водосливов и лотков устраняют конопаткой щелей просмоленной паклей или закрывая их, так называемыми нательниками - досками, перекрывающими щель по всей ее длине. Затем стенки покрывают горячим битумом. Устройство нащельников в гидрометрических лотках не рекомендуется, так как они изменяют шероховатость его стенок (т. е. пропускную способность) и нарушают зависимость $Q=f(H)$.

15.6.11 Очаги фильтрации обычно возникают в местах появления трещин в понурах расходомеров и между понуром и измерительной частью. Для ликвидации трещин их расчищают и заделывают суглинком или глинобетоном, укладывая последний слоями толщиной до 10 см и тщательно трамбуя. Наличие на понурах покрытий (бетонных или каменных) повышает их надежность в работе.

15.6.12 Для уменьшения фильтрационных потерь, отрицательных последствий суффозии и предотвращения выпора грунта в нижнем бьефе фильтрационным давлением производят удлинение путей фильтрации расходомера и устройство в его нижнем бьефе обратного фильтра.

Удлинить пути фильтрации можно, удлив понур или устроив дополнительно шпунтовую линию перед расходомером. При проведении этих работ необходимо обеспечить тщательное сопряжение ранее возведенных частей расходомера со вновь возводимыми.

15.6.13 Устранение боковой фильтрации (в обход сооружений) осуществляют путем устройства суглинистых замков (шпор), надежно сопрягающих стенки расходомера с берегами. Глубину их врезки в берега следует делать равной не менее $(1,5 - 2,0) H_{\text{макс}}$ - максимальных напоров на сооружение, а в проницаемых грунтах свыше $2,0 H_{\text{макс}}$. За величину $H_{\text{макс}}$ условно следует принимать максимальное наполнение верхнего бьефа в предположении, что нижний бьеф опорожнен. Такое положение может иметь место при закрытии отверстия расходомера.

Уменьшение боковой фильтрации может быть достигнуто продолжением понура расходомера на откосы примыкающего к нему участка водоподводящего канала до уровня УВВ.

15.6.14 Уменьшение в расходомерах фильтрационных потерь достигают путем:
 – покрытия периметра подводящего канала вблизи расходомера полиэтиленовой пленкой толщиной не меньше 0,2 мм, пригружаемой сверху:

- а) защитным слоем песка;
- б) слоем гравийно-песчаной смеси толщиной не менее 20 см;

- слоем хорошо разложившегося торфа толщиной 10-20 см, пригруженного сверху слоем гравийно-песчаной смеси толщиной 10-20 см;
- а также с помощью кольматажа подводящего канала или солонцевания.

Применение полиэтиленовой пленки в качестве противодиффузионного устройства рекомендуется при заложении откосов подводящего канала $m = 1,5$ и больше. При заложении откосов меньше чем $m = 1,5$ грунтовая пригрузка может сползть по пленке и обнажать ее, что недопустимо.

Кольматаж, или искусственное заиливание периметра подводящего канала, производят следующим путем. В непосредственной близости от расходомера, закрыв его водопропускное отверстие, выливают раствор жидко разведенной глины из расчета $0,03 \text{ м}^3$ глины на 1 м^2 кольматируемой поверхности. Мутность глиняного раствора (весовое количество глины в единице объема воды) для кольматажа крупнозернистых песков должна составлять 5 кг/м^3 , а для мелкозернистых 2 кг/м^3 . При впитывании воды в грунт глина оседает на его поверхности, образуя тонкую и плотную пленку. Кольматаж как средство борьбы с фильтрацией применяют при скоростях течения в подводящем канале не больше $0,5\text{--}0,7 \text{ м/с}$.

15.6.15 Для борьбы с диффузионными потерями в расходомерах примыкающие к ним участки подводящих каналов подвергают солонцеванию. Оно осуществляется при помощи покрытия дна и откосов канала 20 процентным раствором поваренной соли (из расчета 2- 5 кг соли на 1 м^2 поверхности в зависимости от проницаемости грунта). Соль можно вносить в грунт в сухом виде или в растворе, равномерно распределяя ее по поверхности. В первом случае по периметру канала снимают слой грунта на глубину 10-20 см. Затем обнаженный грунт покрывают слоем сухой соли и засыпают грунтом. Во втором случае просушенную и взрыхленную поверхность пропитывают соляным раствором в несколько приемов, после чего поверхность грунта покрывают защитным слоем песка толщиной 2-3 см и утрамбовывают. Солонцевание дает хорошие результаты во всех грунтах, за исключением грунтов, богатых известью, и чистых песков.

Внесение в водный поток упомянутых количеств поваренной соли не отражается на водной фауне и флоре.

15.6.16 Утечки воды из колодцев самописцев уровня устраняют путем устройства внутренней гидроизоляции колодцев с помощью покрытий стенок колодцев битумными обмазками или цементной штукатуркой с добавками пуццоланов. Причиной утечек воды из поплавковых колодцев может быть наличие щелей в стыках соединительных труб и галерей со стенками колодцев, на что следует обращать внимание при эксплуатации сооружений.

15.7 Топографо-геодезические работы при эксплуатации гидрометрических сооружений

15.7.1 Топографические и геодезические работы в процессе эксплуатации гидрометрических сооружений выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 10528, ГОСТ 10529, ГОСТ 11897 для инструментального контроля:

- планового и высотного положения сооружений относительно неподвижных базиса и надежно закрепляющих его реперов;
- деформаций главных элементов сооружений (прогонов, опор, фундаментов, водосливных стенок) и их изменений во времени;
- заиливания гидрологических расходомеров, установок СУВ и их элементов и его хода во времени;
- хода русловых деформаций на реках с неустойчивыми руслами в случаях, когда они представляют опасность для гидрометрических сооружений.

15.7.2 Значительные изменения в планово-высотном положении гидрометрических сооружений могут быть причиной их разрушения. Поэтому

инструментальное измерение этих изменений является одной из главных задач технической эксплуатации. Необходимые измерения осуществляют с помощью периодически проводимых контрольных нивелировок элементов гидрометрических сооружений и съемок последних в плане теодолитом или другим угломерно-дальномерным геодезическим инструментом в соответствии с [8]. Для удобства производства съемок вблизи гидрометрического сооружения закладывают два надежно заделанных в земле, закопанных ниже глубины промерзания металлических (винтовых) или железобетонных высотных репера, по одному на каждом берегу, а также геодезический базис, закрепленный по концам опорными знаками. Базис следует размещать в достаточном удалении от реки на относительно ровном открытом участке местности так, чтобы с него просматривались бы все конструктивные элементы сооружения.

15.7.3 Причинами изменений планово-высотного положения гидрометрических сооружений могут быть действующие на них внешние силы (нагрузки), деформации грунтов в их основании, нарушения устойчивости берегов из-за подмыва и др.

Особенно отрицательно влияют на работу гидрометрических сооружений деформации грунтов в их основании. Поэтому сооружения, расположенные на пучинистых и просадочных грунтах, нуждаются в систематическом наблюдении за изменением их положения как в плане, так и по высоте. Пучинистые грунты – грунты, которые при промерзании увеличиваются в объеме и выпучиваются на поверхности. Просадочные грунты – грунты с пористостью свыше 30 %, легко дающие усадку под нагрузкой, а также грунты, дающие осадку при растворении и вымывании находящихся в них солей.

Незаметные на глаз смещения гидрологических расходомеров в сторону нижнего бьефа вызывают образование не обнаруживаемой визуально трещины (щели) в месте сопряжения понура с армобетонной (или деревянной) частью сооружения и увеличение фильтрации воды из верхнего бьефа в нижний. Причиной увеличения фильтрации расходомеров могут быть их сезонные высотные колебания, которые можно выявить только нивелировкой элементов сооружения относительно постоянных реперов. Инструментальная проверка неизменяемости положения расходомеров помогает определить причины ухода воды из верхнего бьефа, минуя их измерительную часть.

15.7.4 Топографо-геодезические работы при эксплуатации гидрометрических сооружений включают в себя:

- контрольные нивелировки;
- периодическое определение положения всех основных элементов сооружения относительно опорного планового базиса;
- измерение деформаций основных элементов сооружений;
- съемки русла в зоне сооружения на реках с неустойчивыми руслами для вычисления влияния русловых деформаций на его работу;
- изучение хода аккумуляции наносов в верхних бьефах гидрологических расходомеров, в отстойных и поплавковых колодцах и соединительных галереях установок самописцев уровня, расположенных на водотоках с повышенной мутностью.

15.7.5 Контрольные нивелировки выполняют по правилам технического нивелирования [8]. У гидрометрических мостиков нивелируют верхние плоскости опор (устоев) в четырех точках для выявления величины их перекосов в продольном и поперечном направлениях и сезонных изменений высотного положения. Пролетное строение нивелируют при проведении испытаний контрольной нагрузкой в пяти точках (у опор, на расстоянии $\frac{1}{4}$ пролета от них и в середине).

У люлечных гидрометрических переправ нивелируют верхние плоскости фундаментов опор (в четырех точках по углам) в тех же целях и поверхность земли

над якорями (анкерными устройствами) для контроля надежности их заделки. О ней можно судить по изменению положения поверхности земли над якорем.

У расходомеров и водосливов для выявления перекосов и осадок нивелируют не менее трех точек в напорной стенке (в центре и по краям у наружных граней), и не менее четырех точек на стенках бассейна верхнего бьефа, если они выполнены бетонными, и четырех точек на продольных стенках водобойного колодца, по концам каждой из них.

На установках СУВ контрольной нивелировкой проверяют высотное положение колодца, столика самописца, соединительного устройства у входа в реку и колодец. Контрольные нивелировки расходомеров следует производить два раза в год: весной после оттаивания грунта под сооружением и его осадки и глубокой осенью или в начале зимы при морозах, когда под сооружением произошло промерзание основания и у связных грунтов может начаться пучение.

15.7.6 Одновременно с контрольными нивелировками элементов сооружений производят нивелировки постов (уровенных, уклонных), крючковых реек и прочих устройств, входящих в их состав.

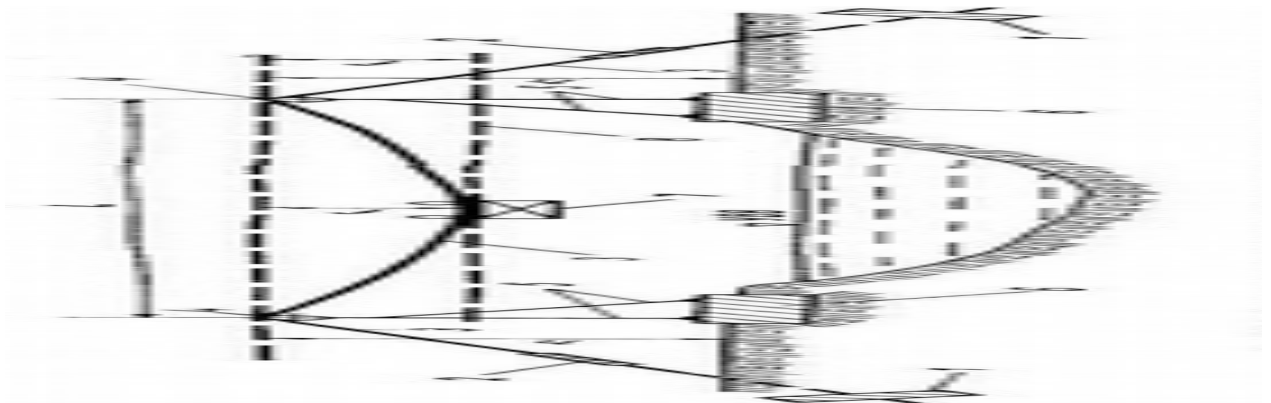
Во всех точках элементов сооружений, подлежащих систематическим контрольным нивелировкам, при их строительстве или в процессе эксплуатации должны быть надежно заделаны специальные марки – стальные штыри, пронумерованные в определенном порядке.

15.7.7 Определение положения элементов сооружения в плане относительно опорного базиса производят теодолитом, обычно прямыми засечками, одновременно с контрольными нивелировками.

15.7.8 Величину стрел провеса ездовых канатов люлечных переправ и висячих мостков определяют по схеме, приведенной на рисунке 15.2. На вертикальных стойках опор, расположенных на обоих берегах, наносят краской сантиметровые деления. Затем в плоскости переправы на обоих опорах строго горизонтально на уровне, соответствующем нижней кромке ездового каната в его проектном положении, закрепляют ярко окрашенные четыре рейки (по одной на каждой стойке) при двухтросовой переправе и две рейки при однотросовой.

Для придания нужной стрелы провеса канату визируют с одной из реек на другую на противоположном берегу и, ослабляя или подтягивая с помощью талрепов канат, выводят его на уровень оси визирования и закрепляют.

Деформации (прогибы) стволов вантовых опор свободных концов подкосных опор определяют с помощью отвеса, как показано на рисунке 15.3 или с помощью теодолита.



1 – якорь; 2 – натяжные устройства (талрепы); 3 – ездовые канаты; 4 – уравнивательные ролики опор;
5 – конструкции опор; 6 – фундаменты опор; 7 – гидрометрическая люлька;
8 – линия визирования.

h – высота подвеса ездовых канатов; f – расчетная стрела провеса ездовых канатов.

Рисунок 15.2 – Схема определения стрелы провеса люлочных гидрометрических перепадов.

15.7.9 Изучение хода заиления гидрологических расходомеров производят путем периодических съемок профилей дна в их верхних бьефах, а в случае необходимости и в нижних бьефах по одним и тем же поперечникам, закрепленным на местности и на сооружении. Вычертив профили дна на бумаге, можно получить представление о скорости заиления и определить объем наносов, отложившихся перед сооружением за время между двумя съемками профилей дна.

Аналогично, только по промерам в нескольких постоянных точках в отстойных и поплавковых колодцах, можно определить объем отложившихся в них наносов и скорость их заиления.

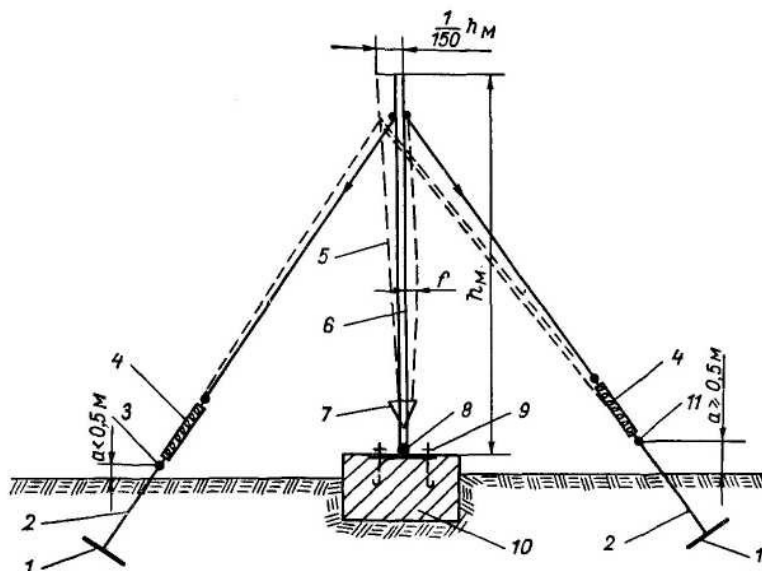
Указанные работы следует выполнять одновременно со взятием в реке проб на мутность и с их обработкой.

15.7.10 Изучение русловых деформаций организуют только на реках с неустойчивыми руслами. В состав этих работ входит:

- систематическое изучение рельефа русла реки и очертаний берегов и их изменений посредством нивелировок в определенные сроки по постоянным поперечникам и составление топографических планов русла и берегов;

- изучение гидрологических и гидравлических элементов, с которыми связано формирование русла (уклоны, скорости течения, план течений, расходы воды, донных и взвешенных наносов) и их распределение на участке реки, примыкающем к сооружению. Если эти виды измерений не входят в программу стандартных наблюдений поста, то их необходимо организовать;

- периодическое исследование выше и ниже лежащих участков реки для выявления основных изменений русла.



- 1 - якоря вант; 2 - анкерные тяги; 3 - недопустимое положение коуша; 4 - натяжные устройства;
 5 - положение ствола мачты под нагрузкой; 6 - ствол мачты; 7 - отвес для определения стрелы прогиба f ; 8 - шарнир опоры; 9 - анкерные болты для крепления опоры на фундаменте;
 10 - фундамент опоры; 11 - допустимое положение коуша;
 h_M - высота ствола опоры; h_m - максимальное допустимое отклонение ствола от вертикали

Рисунок 15.3 - Схема к определению деформаций ствола вантовой опоры

На основании этих данных составляют ежегодные планы русла в зоне размещения сооружения. Сопоставление их между собой позволяет выявить тенденцию плановых изменений русла, их скорость и степень угрозы опорным частям сооружения.

15.8 Текущий ремонт гидрометрических сооружений

15.8.1 Под текущим ремонтом гидрометрических сооружений понимается комплекс периодически проводимых строительных и монтажных работ, необходимых для поддержания их в состоянии, пригодном для нормальной эксплуатации.

Необходимость в такого рода работах является следствием износа сооружений и их элементов в процессе эксплуатации и мелких нарушений работы отдельных конструктивных элементов под влиянием различных причин.

Необходимость и сроки проведения текущего ремонта определяют в процессе эксплуатации в зависимости от типа гидрометрического сооружения его состояния, интенсивности использования, путем тщательного (один раз в один – два года) осмотра сооружения с одновременным испытанием контрольной нагрузкой (мостик, переправа) или производством тарировки (расходомеров). Сроки ремонта и его объем устанавливает комиссия в составе представителя ГУ РГМЦ, начальника сетевого гидрологического подразделения и наблюдателя поста.

Комиссия по результатам обследования сооружения составляет подробную дефектную ведомость, на основании которой и составляют смету на ремонт.

15.8.2 Дефекты гидрометрических сооружений, выявленные в процессе эксплуатации, угрожающие их устойчивости, прочности, затрудняющие производство гидрометрических работ, подлежат немедленному устранению независимо от намеченных сроков текущего ремонта.

У жестких мостков недопустимы:

- прогибы больше $(1/400 - 1/500)L$;
- ослабление сварных швов за счет появления в них трещин;

- заметные на глаз деформации верхних и нижних поясов, раскосов и стоек ферм-прогонов;
- трещины и перекосы в накладках болтовых соединений, в стыках сборно-разборных прогонов.

У люлочных переправ и висячих мостов недопустимы:

- трещины в ездовых и уравнительных роликах и осях;
- разгибание серег у талрепов и анкером;

– наличие меньше трех лягушек-сжимов на запасованных концах ездовых канатов;

- неудовлетворительное состояние ездовых канатов;
- обрыв двух или более расположенных рядом подвесок.

У гидрологических расходомеров недопустимы:

– фильтрация под сооружение и в обход его, сопровождающаяся нарастающей суффозией;

- значительные размывы русла в нижнем бьефе непосредственно за рисбермой;
- перекосы в продольном и поперечном направлениях;
- возникновение в стенках трещин;
- нарушение связи уровней в колодце самописца и в измерительной части сооружения.

15.8.3 Наблюдатель поста в случае обнаружения перечисленных выше дефектах гидрометрических сооружений должен немедленно уведомить своего непосредственного начальника.

15.8.4 В случае аварии гидрометрического сооружения составляют технический акт, в котором указывают ее причины, размеры, объем работ, потребных для ее ликвидации, перечень нанесенных сооружению повреждений и ориентировочную стоимость ремонта.

Факт аварии, ее причины, особенности и последствия для гидрометрического сооружения обязательно должны быть отмечены в техническом паспорте.

Приложение А (обязательное)

Рекомендации по производству топографических и инженерно-геологических изысканий на малых реках

Для получения плановой топографической основы участков малых рек, на которых предполагается возведение гидрометрических сооружений, следует применять тахиметрическую съемку. В отдельных случаях план участка водпоста может быть снят по поперечникам.

Съемку надлежит выполнять дважды: до постройки гидрометрического сооружения – для получения необходимых данных для проектирования сооружения или привязки готового типового проекта и после постройки сооружения (исполнительная съемка), так как в последнем случае топография участка подвергается существенным изменениям.

Топографическая съемка по ширине реки должна охватывать полосу, ограниченную горизонталями, превышающими на 0,5 – 1,0 м самый высокий (исторический) уровень воды. По длине реки съемку производят на протяжении не менее 15-20-кратной ширины меженного русла, а на очень малых реках и ручьях – не менее 25 – 50 м.

Масштаб съемки назначают в зависимости от размеров снимаемого участка, согласно табл. А.1. Иногда при большой длине участка реки, подлежащего съемке, целесообразно выполнять последнюю в двух масштабах: в более мелком – всего участка (например, в масштабе 1:500) и в более крупном – участка гидроствора, на котором будет возводиться гидрометрическое устройство (например, в масштабе 1:100).

Таблица А.1

Длина участка, м	Ширина снимаемой полосы	Масштаб съемки	Расстояние между поперечниками, м	Расстояние между точками на поперечниках, м	Сечение рельефа горизонталями, м
25-50	<15	1:50	2-4	1-2	0,10-0,25
50-100	<15	1:100	4-5	2	“-
100-200	15-30	1:100	5-8	2-3	0,25-0,50
200-300	30-50	1:200	10-15	3-5	“-
300-500	50-100	1:500	20-25	5-10	“-

В состав инструментальной топографической съемки входят следующие работы:

- проложение плановой и высотной основы съемки;
- выполнение съемки рельефа местности (включая рельеф дна реки) полярным способом (методом засечек) или по разбитым от магистрали поперечникам (с промером глубин);
- нивелирование мгновенного продольного профиля реки. В камеральные работы входит составление планов и профилей участка.

Плановой основой топографической съемки служит магистраль, прокладываемая вблизи берегов реки (при съемке по поперечникам последние также составляют плановую основу). Точность измерения длин сторон магистрали и углов между ними должна соответствовать общим требованиям топографической съемки того или иного масштаба [8].

Промерные поперечники входят в соответствующие поперечные профили. В местах резких переломов поперечного профиля берут дополнительные точки. Концы и углы магистрали, концы поперечных профилей и промерных поперечников, а также

точки заметных переломов рельефа закрепляют кольями.

Поперечные профили (если съемку ведут по поперечникам) разбивают в зависимости от изменения конфигурации русла реки, но с учетом средних расстояний, приведенных в табл. А.1.

Высотной основой съемки служит двойная нивелировка IV класса, прокладываемая по закрепленным на местности точкам магистрали, в числе которых обязательно должны быть точки пересечения магистрали с поперечными профилями[8].

Опорными (плановыми и высотными) точками съемки являются реперы, один из которых закладывается в месте пересечения магистрали средним поперечным профилем, обычно совпадающим с гидроствором, другой – в этом же створе на противоположном берегу. Отметку реперов, если не представляется возможным сразу же привязать их к нивелирным знакам государственной опорной сети, назначают условной, равной круглой цифре (10, 20, ..., 100 м) с таким расчетом, чтобы все отметки на планах и профилях оставались всегда положительными. При привязке репера к государственной сети следует руководствоваться Правилами проведения гидрологических наблюдений и работ.

Нивелирование поперечных профилей производят применительно к IV классу. Профили, ограничивающие участок съемки, нивелируют до отметок, превышающих на 0,5-1,0 м наивысший уровень воды, а основной поперечник по намечаемому гидрометрическому створу – через всю долину реки (если она ясно выражена) до бровок коренных склонов (берегов), хотя бы эти бровки находились значительно выше наивысшего уровня. Остальные поперечники нивелируют до отметок, на 0,5 м превышающих отметку уреза. Рельеф берегов русла (поймы), а при необходимости и самого русла между поперечными профилями наносят на план с помощью тахиметрической съемки.

Промеры глубин производятся с помощью штанги по поперечникам, разбиваемым при проложении плановой основы съемки, с точностью до 1 – 2 см на равнинных реках.

Урезы воды перед промерами закрепляют кольями, забиваемыми вровень с уровнем воды и нивелируемыми от ближайшей точки магистрали. На каждом поперечнике промеряют не менее 10 промерных точек; на реках шире 10 м промерные точки назначают через 1 м равномерно по ширине реки и, кроме того, в местах резкого перелома профиля дна. Положение промерных точек на поперечнике определяют по размеченному тросу с точностью до 0,1 м. Если снимают сухое русло, то промеры глубин заменяют нивелировкой.

Нивелирование мгновенного продольного профиля водной поверхности и дна реки по стрежню производят на участке, протяженность которого обеспечивает достаточную точность определения уклона, в соответствии [8]. При этом вниз по течению нивелировка обязательно должна быть продолжена до ближайшего порога, перепада или сужения русла, регулирующих водоток на участке станции.

Расстояние между нивелируемыми точками назначают в зависимости от величины уклона, но оно всегда должно быть меньше 75 м.

Перед нивелированием по возможности одновременно в предварительно намеченных точках, расстояние между которыми измерено мерной лентой, вровень с водой забивают колышки.

При наличии поперечного уклона водной поверхности забивку колышков и последующее нивелирование производят отдельно по правому и левому берегам.

Если снимают сухое русло, то нивелируют только линию самых низких отметок (тальвег). Линия дна на продольном профиле может быть получена и по данным промера поперечников.

При наличии надежно установленных меток высоких вод, относящихся к

недавнему вполне определенному высокому половодью или паводку, следует произвести нивелирование их с целью получения продольного профиля по уровню высоких вод.

Обработку съемки производят в сетевом гидрологическом подразделении. Составление плана участка ведут в следующем порядке:

- наносят и закрепляют плановую и высотную основы съемки, а также направление магнитного меридиана;
- по данным нивелирования наносят и закрепляют все нивелировочные точки урезов, промерные точки, метки высоких вод и около них выписывают отметки;
- проводят в карандаше горизонтали, линии рабочих урезов и границы разлива при самом высоком (историческом) уровне воды;
- в поле на основании осмотра местности уточняют направление горизонталей и линий урезов и глазомерно наносят ситуацию;
- закрепляют горизонтали, линии рабочих урезов и границы разлива;
- выписывают названия реки, ее притоков, урочищ, сооружений, населенных пунктов и пр.;
- на полях плана приводят описание и отметка временного репера, азимуты магистрали и поперечных профилей и другие сведения;
- на план участка водпоста следует нанести места выходов родников, наличие водной растительности, валунов, отдельные деревья и т. п.;
- делают заглавную надпись – название бассейна (моря, крупной реки), реки, населенного пункта или урочища, масштаб и дату съемки, должность и подпись лица, производившего съемку и вычертившего план;
- вычерчивают поперечный профиль по гидроствору и продольный профиль реки в пределах выполненной съемки.

На продольный профиль наносят линию дна, линию уровня воды в момент съемки и линию высокого уровня воды. При этом в примечании указывают, может ли приведенный высокий уровень рассматриваться как исторический и, если нет, то какова его примерная повторяемость. Наивысший уровень по следам паводка может быть надежно определен обычно только там, где особо высокий паводок прошел незадолго (за один – три года) до изысканий. Метки подъема уровня более давних паводков выражены неясно, и в таких случаях правильнее полагаться не на них, а на свидетельства очевидцев.

Определение направления и величины скорости течения и обработку полученных данных производят в соответствии с нормативным правовым актом, определяющим правила гидрологических наблюдений и работ на больших и средних реках. Обследование грунтов дна и берегов реки, кроме обычных глазомерных определений характера грунта с поверхности при производстве промеров глубин и топографической съемке (скала, песок, ил, глина, суглинок и т. п.), заключается в проходке буровых скважин (диаметром 37 – 50 мм) или шурфов.

В песках и глинах предпочтительнее производить бурение, требующее меньше времени и позволяющее брать образцы грунтов из-под воды. В гальке и крупнообломочных валунных отложениях следует производить шурфование.

Закладку скважин (шурфов) производят:

- по основному створу – в трех или пяти точках (по одному – двум на берегах и одному в русле);
- по двум поперечникам в 5 – 10 м выше и ниже основного створа в 3 точках (желательно).

Скважины (шурфы) доводят до водоупора, а при очень глубоком его залегании – до глубины не менее 3 м.

Пробы грунта при бурении берут через 0,25 – 1,00 м в зависимости от степени однородности грунта.

Крупность, однородность, цвет и плотность грунтов определяют глазомерно непосредственно у скважины. При проходке скважин (шурфов) отмечают высоту уровня появления грунтовых вод. Все полевые записи ведут в журнале, образец заполнения которого приведен в таблице А.2.

Местоположение скважин и шурфов показывают на плане.

Обработка материалов шурфования (бурения) заключается в построении литологических разрезов: поперечных (по числу поперечников) и продольного по линии русла. Пример литологического профиля показан на рис. А.1.

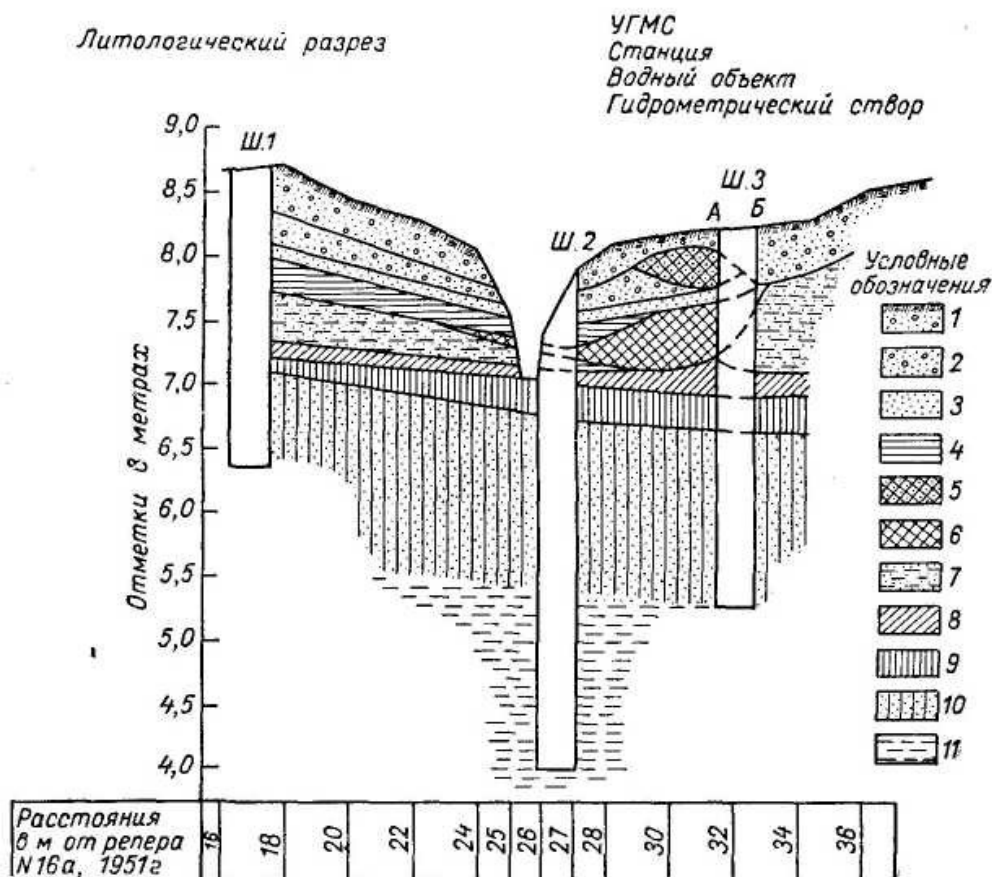


Рисунок А.1 - Образец оформления литологического профиля

Примечания:

- если заранее известно, что учет стока воды в данном створе будет осуществляться без воздействия в русле гидрометрических сооружений, бурение (шурфование) не производят;
- если обследуют русло, заполненное водой, то средний шурф (который должен бы быть в русле) закладывают на берегу, возможно ближе к урезу воды.

ЖУРНАЛ БУРЕНИЯ (ШУРФОВАНИЯ)

(Пример заполнения)

Гидрологическая станция Полоцк

Место бурения: створ проектируемого расходомера на посту Нача

Дата 9-10 июня 2006 г.

Работы производил: инженер Иванов И.И.

№ п/п	Наименование горизонта	Глубина залегания, см	Мощность, см	Примечание
Шурф № 1 - в 10 м от ручья по правому берегу				
1	Растительный слой, песок с галькой	0 – 35	35	Вода показалась на глубине 120 см. Взят образец грунта на механический анализ
2	Песок бурый, крупно зернистый, с галькой и слюдой	35 – 60	25	
3	Песок желтый, мелко зернистый	60 – 70	10	
4	Более крупный песок темно-желтый, с большим количеством гальки и линзами ортштейна	70 – 100	30	
5	Песок темно-желтый до бурого, местами с большим количеством гальки и гравия, водоносный	100 – 140	40	
6	Песок серый, крупнозернистый, с галькой и гравием	140 – 150	10	
7	Песок светло-серый, мелкозернистый, с растительными остатками	150 – 160	10	
8	Суглинок легкий, светло-серый	160 – 220	60	Взят образец на механический анализ
Шурф № 2 - захватывает левый берег и дно ручья				
1	Растительный слой, песок с галькой	0 – 25	25	Вода появилась на глубине 100 см
2	Песок бурый с галькой и тончайшими слюдяными пластинками	25 – 40	15	
3	Песок желтый, мелкозернистый	40 – 50	10	
4	Песок желтый с галькой и прослойками ортштейна	50 – 80	30	
5	Торф	80 – 90	10	
6	Песок темно-желтый, крупнозернистый с галькой и гравием, водоносный	90 – 100	10	
7	Песок серовато-желтый, крупнозернистый	100 – 115	15	
8	Песок светло-серый, мелкозернистый	115 – 135	20	

9	Суглинок легкий, светло – серый, средней плотности	135 – 280	145	
10	Переходит в плотную серую глину, в нижней части прослойки желтой глины.	280 – 410	130	
Шурф №3 - на левом берегу ручья, в 6,5 м от шурфа № 2 Залегание горизонтов в описываемом шурфе можно считать устойчивым с глубины 120 см, до этой глубины описание приводится отдельно по точкам А и Б (см. литологический разрез) Точка А				
1	Растительный слой, песок с галькой	0 – 20	20	
2	Песок крупнозернистый, бурый, с включением торфа	20 – 60	40	
3	Песок желтый, мелкозернистый	60 – 70	10	
4	Торф	70 – 120	50	
Точка Б				
1	Растительный слой, песок с галькой	0 – 60	60	
2	Песок темно-желтый, крупнозернистый с галькой и гравием, водоносный	60 – 120	60	Вода появилась на глубине 100 см-
Совпадающие горизонты				
1	Песок желтый, мелкозернистый, сыпучий	120 – 135	15	
2	Песок светло-серый	135 – 165	30	
3	Суглинок серый	165 – 285	120	

Приложение Б
(обязательное)

Памятка-справка

Река _____

Проектируемый створ _____

I. Общие сведения

1. Область _____

2. Район _____

3. Главная река _____

4. Расположение гидроствора _____

населенный

пункт _____

км от устья _____

км от истока _____

5. Площадь водосбора у створа _____

источник сведений _____

данные о несовпадении поверхностного и подземного водосборов _____

6. Ближайшие притоки и сосредоточенные выходы ключей выше по течению (км от створа) _____

ниже по течению (км от створа) _____

7. Ближайшие сооружения _____

мосты _____ (км от створа)

мельницы _____ (км от створа)

плотины _____ (км от створа)

(при необходимости отдельными списками и по всей реке)

8. Дороги выше створа (направление, место пересечения реки, высота полотна над меженным уровнем)

железные _____

шоссе _____

основные проселочные _____

9. Характеристика водосбора (выше створа)

а) расположение (преобладающее) относительно стран света

б) лесистость (%) _____

распределение _____

преобладающие породы _____

заболоченность _____

осушение _____

по данным _____

изменения со времени составления данных _____

в) общая заболоченность (%) _____

распределение _____

тип болот _____

мероприятия по осушению _____

г) озерность (%) _____

распределение озер по водосбору, размеры и распределение наиболее крупных озер _____

д) преобладающие грунты и водопроницаемость _____

е) сведения о карсте принадлежность к карстовому району _____

данные о подземных потоках (места выхода в реку) _____
 з) притоки (ниже створа) и соседние реки, пригодные для переброски воды
 (расстояние, высота водораздела, примерная разность уровней) по карте
 по опросу _____
 по обследованию на месте _____

II. Гидрологическая изученность

1. Уровенные и стоковые наблюдения

пункты _____
 (местоположение, принадлежность, период действия, наличие данных по стоку, наличие материалов)
 одиночные определения уровня _____
 измерения расходов воды _____

2. Прочие гидрологические данные _____

3. Метеорологические наблюдения _____

(местоположение метеорологических станций, состав и период наблюдений) снегосьемки _____

III. Текущая гидрометобстановка (в периоды выезда)

1. Водность года _____

2. Состояние водного режима _____

уровни воды в реке _____

расходы воды _____

(единичные измерения, подсчеты по сооружению) _____

действие ключей _____

уровни грунтовых вод _____

состояние болот _____

IV. Общие сведения о водном режиме на участке

1. Характеристика половодья (сроки, метки высоких вод, уклон поверхности воды) _____

2. Характеристика межени (период, колебания по годам)
 истощение, пересыхание _____

3. Характеристика зимнего режима, уровни, ледовый режим, промерзание

4. Характеристика дождевых и прочих паводков _____

5. Зарегулированность стока _____

естественная _____

искусственная _____

6. Особые условия (питание карстовыми водами, выходы ключей, подземных водотоков, исчезающие водотоки, озера, весенняя бифуркация и пр.) _____

V. Руслловые условия на участке створа

(Длина участка в зависимости от уклона поверхности воды и впадения притоков, от 5 до 20 км) _____

1. Уклон поверхности воды (межень) _____

2. Берега _____

3. Размеры русла в межень _____ в половодье _____

4. Устойчивость русла _____

5. Зарастание _____

6. Подпоры: постоянные, периодические, от ближайших притоков, льда, сооружений, сроки _____

VI. Условия для гидрометрических работ

1. Жилье, сообщение, обеспеченность оборудованием на месте, участке створа

2. Рекомендации по гидрологическим наблюдениям на участке (место под створ, под пост, организация учета стока на ближайшем створе и пр.), увязка с марками, реперами _____

3. Рекомендации по метеонаблюдениям _____

4. Рекомендации по наблюдениям на соседних реках – вероятных аналогах: пункты _____

Приложение В (обязательное)

Описание крючковой рейки

На водомерных постах, оборудованных водосливами и гидрометрическими лотками, а также искусственными контрольными руслами, в качестве основного измеряющего уровень устройства применяют крючковую рейку (рис. 1), позволяющую измерять высоту уровня воды с точностью до плюс, минус 1 мм.

Основной деталью крючковой рейки является латунная никелированная трубка. На длине 1000 мм трубка имеет оцифрованные деления через 1 см с разметкой сверху вниз либо снизу вверх. Полая трубка рейки 1 снабжена выдвижным стержнем 2 с крючком. Для закрепления стержня служит муфта 3 с винтом 4, насаженная на нижний конец трубки. Выдвижной стержень имеет два ограничительных кольца, которые обеспечивают точную установку его в двух положениях, при которых расстояние от острия крючка до начала разметки рейки равно 300 или 800 мм.

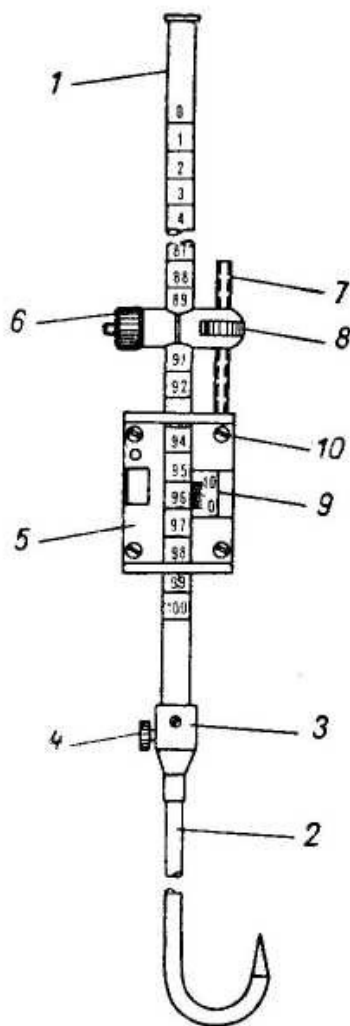


Рисунок В.1 - Крючковая рейка

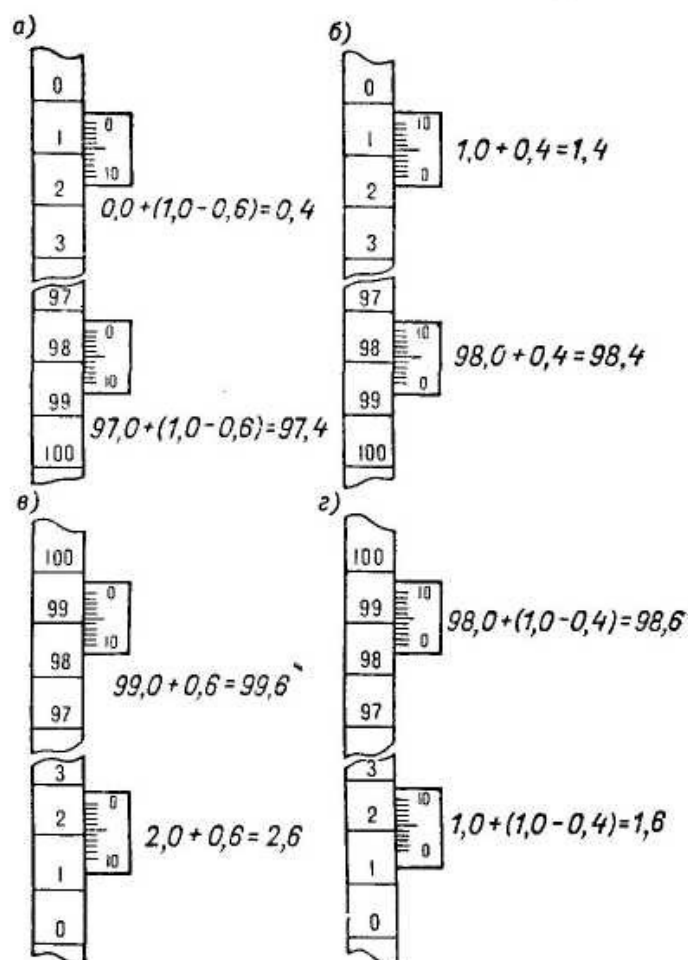


Рисунок В.2 - Примеры отсчета показаний по крючковой рейке с использованием шкалы нониуса в см

Рейку можно вертикально перемещать в направляющих цапфах кронштейна 5 и закреплять зажимной гайкой 6 со стопорным винтом. Для более-точной наводки острия крючковой рейки на поверхность воды служит микрометрический винт 7 с гайкой 8. Отсчет уровня с точностью до миллиметра производят по добавочной миллиметровой шкале – нониусу 9. Для крепления рейки к опоре на кронштейне имеются четыре отверстия 10.

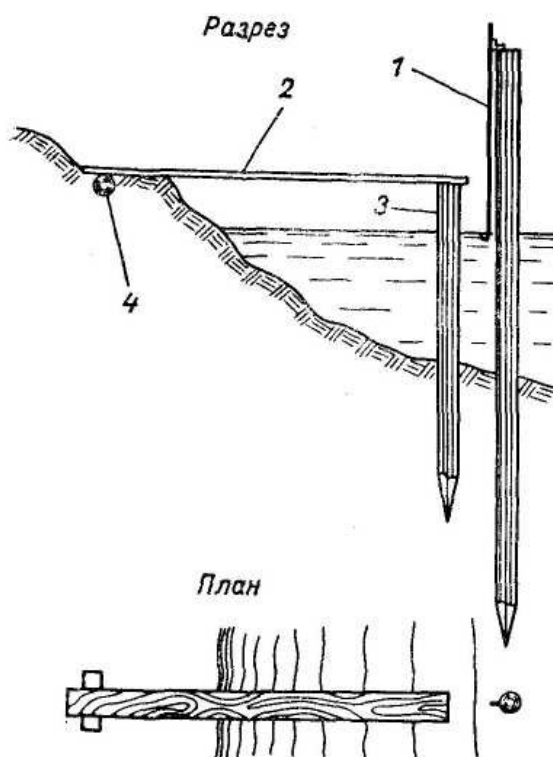
Следует иметь в виду, что разметка на рейке и положение нониуса не одинаковы для различных серий реек. Наряду с различной разметкой делений реек (сверху вниз или снизу вверх) и нониус встречается с нарастающей разметкой вверх или вниз. Примеры отсчетов уровня при различных разметках реек и нониусов приведены на рис. В.2.

В зависимости от конструкции гидрометрического устройства крючковую рейку крепят на стенке подводящего канала (бассейна) или на самостоятельной опоре.

Первый способ крепления применяют в гидрометрических лотках и на водосливных установках, имеющих подводящий канал с вертикальными бетонными или деревянными стенками. К деревянной стенке крючковую рейку непосредственно привинчивают шурупами; в бетонных и железных конструкциях рейку крепят к железному уголку, втопленному в бетон или приваренному к железной стенке.

На водосливных установках, имеющих подходной бассейн с пологими естественными откосами, крючковую рейку крепят на самостоятельной опоре –

деревянной свае или железном уголке, забитом в дно реки. При значительном удалении рейки от берега оборудуют легкий дощатый мостик для удобства подхода к ней (рисунок В.3). В местах, где возможно повреждение крючковой рейки внешнего водомерного поста, рейка должна быть съемной. На опоре для рейки укрепляют четыре металлических стержня – штыря, диаметр которых равен диаметру отверстий для шурупов в кронштейне реки. В этом случае каждый раз перед производством наблюдений рейку надевают отверстиями в кронштейне на штыри, после чего производят наводку острия крючка рейки на уровень воды и отсчет делений рейки.



1 - крючковая рейка; 2 - доска; 3 - свая; 4 – лежень

Рисунок В.3 - Свайный мостик для подхода к рейке

Установка крючковой, дающей высокую точность измерения высоты уровня воды, требует надежной защиты от волнения.

Крючковая рейка должна быть установлена в месте со стоячей водой – в естественной заводи, ковше, отрытом в береговом откосе – либо снабжена деревянным кожухом, имеющим в нижней части небольшие отверстия. Кожух должен быть достаточно просторным, чтобы было возможно наводить острие крючка на уровень воды без дополнительного освещения (размеры в плане не менее 0,5х0,5 м).

После установки крючковой рейки производят нивелировку ее одним из двух следующих способов.

Первый способ.

Если верхнее деление рейки нулевое, его совмещают с нулем нониуса, после чего нивелируют отметку верха рейки. Из отметки верха рейки вычитают длину верхней, неразмеченной части рейки, измеренную миллиметровой линейкой. Полученная величина будет отметкой нуля нониуса рейки. Для приведения наблюдаемых уровней к нулю графика поста к соответствующим отсчетам по рейке надлежит прибавлять разность приведения нуля нониуса и длины части рейки от нулевого ее деления до острия крючка.

Пример - Отметка репера 10,0 м=10 000 мм усл. Отметка нуля графика 7,0 м = 7000 мм. Отметка верха крючковой рейки 9,1 м=9100 мм. Длина неразмеченной верхней части рейки 57 мм. Длина части рейки от нижнего деления до крючка 300 мм. Отметка нуля нониуса $9100 - 57 = 9043$ мм. Отсчет по рейке $33,5 = 335$ мм. Возвышение наблюдаемого уровня над нулем графика $335 + 9043 - 7000 - 1300 = 1078$ мм = 1,078 м.

Если нуль рейки внизу, то при нивелировке нуль нониуса совмещают с сотым делением рейки. Наблюдаемые уровни в возвышении над нулем графика определяют путем вычитания из приводки нуля нониуса соответствующего отсчета по рейке и расстояния от острия крючка до нуля рейки.

Пример - При указанных в предыдущем примере отметке нуля нониуса 9043 мм, отметке нуля графика 7000 мм, длине нижней неразмеченной части рейки до крючка 300 мм и отсчете по рейке 665 мм возвышение наблюдаемого уровня над нулем графика будет $9043 - 7000 - 665 - 300 = 1078 = 1,078$ м.

Второй способ.

Второй способ может быть применен только при спокойной, гладкой поверхности воды. В непосредственной близости от рейки забивают колышек вровень с водой и одновременно делают отсчет по крючковой рейке. Далее нивелировкой определяют отметка колышка, равную отметке уровня воды в момент отсчета.

Для реек с нулевым делением внизу превышение наблюдаемых уровней над нулем графика определяют вычитанием из отметки уровня воды отметки нуля графика и прибавлением к этой разности отсчетов по рейке – первоначального и на данный момент. Приводка нуля нониуса при указанной разметке рейки будет равняться разности отметок уровня воды по колышку и нуля графика плюс длина части рейки от нижнего деления до крючка и плюс первоначальный отсчет по рейке;

Для реек с нулевым делением сверху превышение уровней над нулем графика определяют вычитанием из отметки уровня воды, полученной по нивелировке, отметки нуля графика и первоначального отсчета по рейке и прибавлением отсчета по рейке при данном уровне.

Приводка нуля нониуса при нулевом делении сверху равняется разности отметок уровня и нуля графика плюс длина рейки от нижнего деления до крючка, плюс 1000 мм и минус первоначальный отсчет по рейке.

Пример Отметка репера 10 000 мм, нуля графика 7000 мм, уровня воды 8200 мм. Нуль рейки внизу. Первоначальный отсчет по рейке 400 мм. Отсчет при очередном наблюдении 500 мм. Превышение наблюдаемого уровня над нулем графика $8200 - 7000 + (400 - 500) = 1100$ мм.

Приводка нуля нониуса

$8200 - 7000 + 300 + 400 = 1900$ мм.

Нуль рейки сверху. Первоначальный отсчет по рейке 600 мм. Отсчет при очередном наблюдении 500 мм. Возвышение наблюдаемого уровня над нулем графика

$8200 - 7000 - 600 + 500 = 1100$ мм.

Приводка нуля нониуса

$8200 - 7000 + 300 + 1000 - 600 = 1900$ мм.

Примечания: При значительной амплитуде колебаний уровня воды в случае комбинации гидроствора обычного типа или искусственного контрольного сечения с водосливом или гидрометрическим лотком, предназначенными для точного учета малых расходов воды, основной водомерный пост также устраивают комбинированным:

- пост обычного типа для измерения высоких уровней;
- крючковая рейка для измерения низких уровней, при которых расход воды определяют по напору на водосливе или гидрометрическом лотке.

Вместо крючковой рейки применяют игольчатую в следующих случаях:

- река проносит большое количество плавущего сора, листьев или травы

– пост установлен в приемном раструбе гидрометрического лотка, причем напор в межень падает ниже 5 см.

Обычная крючковая рейка может быть легко переделана в игольчатую: крючок рейки разгибают или отрезают. В последнем случае острие рейки затачивают заново.

Следует иметь в виду, что при переделке крючковой рейки на игольчатую расстояние между нулем нониуса и острием изменяется. Оно должно быть тщательно измерено с точностью до 1 мм; соответственно изменяется приводка отсчетов по рейке к нулю графика.

Приложение Г (обязательное)

Расчет степени сужения потока для увеличения глубины в нем

Для выполнения расчетов нужны следующие исходные данные:

- величина максимального расхода 5 процентной обеспеченности;
- уровень воды, соответствующий пропуску в естественном состоянии максимального расхода;
- уровень воды и средние скорости при пропуске меженных расходов в неупорядоченном русле, измерение которых вызывает трудности;
- поперечный профиль русла в гидрометрическом створе, полученный путем нивелировки до незатопляемых отметок.

Прежде всего, следует выбрать ширину суженного сечения, при которой глубины и скорости позволят использовать вертушку.

Если в естественном состоянии при ширине b и средней глубине h меженный расход Q пропусклся при скорости v_{cp} , то при новой ширине $b_{сж}$ этот же расход будет пропускаться при глубине h' и той же скорости v_{cp}

$$Q_{iae} = hbv_{cp} = h' b_{iae} v_{cp},$$

откуда

$$h' = \frac{hb}{b_{iae}}$$

Таким образом, задавшись величиной $b_{сж}$, мы получим глубину потока в суженном створе. После этого необходимо проверить, с какой скоростью через суженное сечение будет пропускаться паводочный расход. Для этого, зная уровень воды, соответствующий проходу паводка принятой обеспеченности, получают площадь поперечного сечения суженного русла при проходе паводка, а отсюда среднюю скорость $v_{ср.пав}$

$$v_{ср.пав} = \frac{Q_{iae}}{bh_{iae}}$$

Зная характер грунта в русле водотока, необходимо сопоставить найденные значения максимальной скорости с максимально допустимой скоростью для данного грунта, значения для которой приведены в таб. Г.1.

Таблица Г.1

Название грунта или вида крепления	Предельная средняя скорость $v_{\max}$, м/с
Крупный песок	0,8
Глина средней плотности	1,0
Гравий, мелкая галька	1,25
Хрящеватый грунт, крупная галька	1,50
Плотная глина, дерновка в стенку	1,80
Одиночная мостовая	2,50
Двойная мостовая	3,50
Лоток из кирпичной кладки	4,50
Бетонный лоток	5,00
Деревянный лоток	6,50

Если полученная скорость окажется больше предельно допустимой скорости для данного грунта, необходимо предусмотреть соответствующий тип крепления.

После этого необходимо определить высоту подпора z , создаваемого сужением (рис.Г.1), по формуле:

$$z = 0,057 v_{\text{идея}}^2$$

Глубина потока выше сооружения составит:

$$I = h_{\text{идея}} + z$$

Чтобы получить отметку верха дамб (или ограждающих стенок), к отметке верхнего бьефа следует прибавить запас 0,5 м.

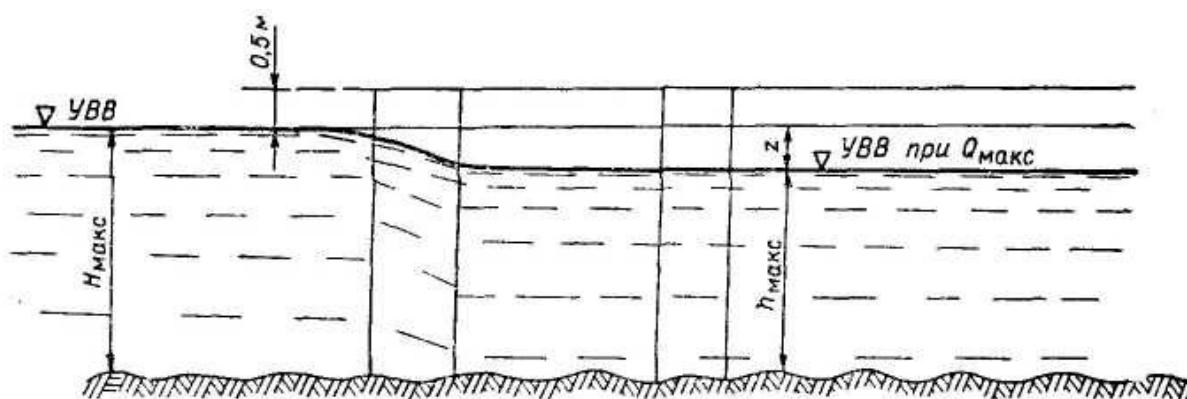


Рисунок Г.1 - Схема к расчету степени сужения потока

Пример - Пусть имеется русло в глинистом грунте, ширина в межень которого составляет 10 м при средней глубине 0,10 м и средней скорости 0,20 м/с. Максимальный расход составляет 12 м³/с и проходит по руслу при горизонте воды, на 1,0 м превышающем горизонт воды в межень. Ширина русла по урезу при прохождении максимального расхода составляет 16,0 м. Средняя скорость потока при $Q_{\text{макс}}$

$$v_{\text{ср}} = \frac{12}{\frac{10+16}{2} \cdot 1,0 + 0,10 \cdot 10} = \frac{12}{14} = 0,86 \text{ м/с}$$

Сужаем русло до ширины $b = 5,0$ м с таким расчетом, чтобы получить глубину в межень $A = 0,20$ м. Тогда скорости в паводок составят

$$v_{\text{идея паводка}} = \frac{12}{1,1 \cdot 5,0} \approx 2,2 \text{ м/с}$$

Так как средние скорости в паводок в суженном сечении существенно превосходят предельно-допустимую величину для глинистого грунта (1,0 м/сек), то предусматриваем устройство одиночной мостовой (см. таблицу), что позволяет иметь скорости до 2,5 м/сек.

Перепад z составит

$$z = 0,057 \cdot 2,2^2 = 0,28 \text{ м}$$

Верх ограждающих стенок или дамб должен превышать отметку дна русла на $1,1 + 0,28 + 0,5 = 1,88 \text{ м}$.

Приложение Д
(обязательное)

**Таблицы для вычисления расходов воды, протекающей через
гидрометрические лотки Паршала**

Таблица Д.1 – Расходы воды в м³/с, протекающей через гидрометрические лотки при режиме свободного истечения, в зависимости от высоты уровня воды h_v над дном приемного раструба

h_v , м	Ширина горловины, м									
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,030	0,003	0,006								
0,035	0,004	0,007								
0,040	0,005	0,009	0,015							
0,045	0,006	0,011	0,017							
0,050	0,007	0,013	0,018	0,024						
0,055	0,008	0,015	0,021	0,028						
0,060	0,008	0,017	0,024	0,032	0,038	0,046				
0,065	0,010	0,019	0,027	0,036	0,044	0,052				
0,070	0,011	0,021	0,030	0,040	0,050	0,058	0,068	0,076	0,086	0,095
0,075	0,012	0,023	0,033	0,044	0,054	0,064	0,075	0,085	0,095	0,105
0,080	0,013	0,026	0,037	0,048	0,060	0,070	0,085	0,095	0,105	0,115
0,085	0,014	0,028	0,040	0,052	0,066	0,078	0,090	0,100	0,115	0,125
0,090	0,015	0,030	0,044	0,058	0,072	0,086	0,100	0,115	0,125	0,140
0,095	0,017	0,033	0,048	0,064	0,078	0,094	0,110	0,125	0,140	0,150
0,100	0,018	0,035	0,052	0,068	0,084	0,100	0,115	0,130	0,150	0,165
0,105	0,019	0,038	0,056	0,074	0,090	0,105	0,125	0,140	0,160	0,175
0,110	0,021	0,041	0,070	0,078	0,095	0,115	0,135	0,155	0,175	0,190
0,115	0,022	0,044	0,064	0,084	0,100	0,125	0,145	0,165	0,185	0,205
0,120	0,024	0,046	0,068	0,090	0,110	0,130	0,155	0,175	0,200	0,215
0,125	0,025	0,049	0,072	0,096	0,115	0,140	0,165	0,185	0,210	0,230
0,130	0,027	0,052	0,076	0,102	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,245
0,135	0,028	0,055	0,080	0,108	0,135	0,160	0,185	0,210	0,240	0,260
0,140	0,030	0,059	0,086	0,114	0,140	0,170	0,195	0,225	0,250	0,275
0,145	0,031	0,061	0,090	0,120	0,150	0,175	0,210	0,235	0,265	0,290
0,150	0,033	0,065	0,096	0,126	0,155	0,185	0,220	0,250	0,280	0,305
0,155	0,034	0,068	0,100	0,132	0,165	0,195	0,230	0,260	0,295	0,330
0,160	0,036	0,071	0,106	0,138	0,175	0,205	0,240	0,275	0,310	0,340
0,165	0,038	0,075	0,110	0,146	0,180	0,215	0,255	0,290	0,325	0,360
0,170	0,039	0,078	0,116	0,154	0,190	0,225	0,265	0,300	0,340	0,370
0,175	0,041	0,081	0,120	0,160	0,200	0,235	0,280	0,315	0,355	0,390
0,180	0,043	0,085	0,126	0,166	0,205	0,245	0,290	0,330	0,370	0,410
0,185	0,045	0,089	0,130	0,174	0,215	0,255	0,300	0,345	0,390	0,430
0,190	0,046	0,092	0,136	0,180	0,225	0,265	0,315	0,360	0,405	0,440
0,195	0,048	0,096	0,142	0,188	0,235	0,280	0,330	0,370	0,425	0,460
0,200	0,050	0,100	0,148	0,196	0,245	0,290	0,340	0,390	0,440	0,480

Продолжение таблицы Д.1

	Ширина горловины, м
--	---------------------

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,205	0,052	0,102	0,154	0,205	0,255	0,300	0,355	0,400	0,460	0,500
0,210	0,054	0,106	0,160	0,210	0,260	0,310	0,370	0,415	0,480	0,520
0,215	0,056	0,110	0,164	0,220	0,270	0,325	0,380	0,430	0,490	0,540
0,220	0,058	0,114	0,170	0,225	0,280	0,335	0,395	0,450	0,510-	0,560
0,225	0,060	0,118	0,176	0,235	0,290	0,345	0,410	0,465	0,530	0,580
0,230	0,062	0,122	0,182	0,245	0,300	0,360	0,425	0,480	0,550	0,600
0,235	0,064	0,126	0,188	0,250	0,310	0,370	0,440	0,495	0,560	0,620
0,240	0,066	0,130	0,194	0,260	0,320	0,385	0,450	0,515	0,580	0,640
0,245	0,068	0,134	0,200	0,265	0,330	0,395	0,465	0,530	0,600	0,660
0,250	0,070	0,138	0,206	0,275	0,345	0,410	0,480	0,545	0,620	0,680
0,255	0,072	0,142	0,212	0,285	0,355	0,420	0,495	0,565	0,640	0,700
0,260	0,074	0,146	0,218	0,295	0,365	0,435	0,510	0,580	0,660	0,720
0,265	0,076	0,150	0,224	0,300	0,375	0,445	0,525	0,600	0,680	0,750
0,270	0,078	0,154	0,232	0,310	0,385	0,460	0,540	0,615	0,700	0,770
0,275	0,080	0,160	0,238	0,315	0,395	0,470	0,555	0,635	0,720	0,790
0,280	0,082	0,164	0,244	0,325	0,410	0,485	0,570	0,650	0,740	0,810
0,285	0,085	0,168	0,250	0,335	0,420	0,500	0,590	0,670	0,760	0,840
0,290	0,087	0,172	0,258	0,345	0,430	0,515	0,605	0,690	0,780	0,860
0,295	0,089	0,178	0,266	0,355	0,440	0,525	0,620	0,705	0,800	0,880
0,300	0,091	0,182	0,272	0,365	0,455	0,540	0,635	0,725	0,820	0,910
0,305	0,093	0,186	0,278	0,370	0,465	0,555	0,650	0,740	0,840	0,930
0,310	0,095	0,190	0,284	0,380	0,475	0,565	0,670	0,760	0,870	0,950
0,315	0,098	0,196	0,292	0,390	0,490	0,580	0,680	0,780	0,890	0,980
0,320	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	0,595	0,700	0,800	0,910	1,000
0,325	0,102	0,204	0,306	0,410	0,515	0,610	0,720	0,825	0,940	1,030
0,330	0,105	0,208	0,312	0,420	0,525	0,625	0,740	0,840	0,960	1,05
0,335	0,107	0,214	0,320	0,430	0,535	0,640	0,750	0,860	0,980	1,08
0,340	0,109	0,220	0,328	0,440	0,550	0,655	0,770	0,885	1,00	1,10
0,345	0,112	0,224	0,336	0,450	0,560	0,670	0,790	0,900	1,02	1,13
0,350	0,114	0,228	0,342	0,460	0,575	0,685	0,810	0,915	1,04	1,15
0,355	0,116	0,234	0,350	0,470	0,585	0,695	0,830	0,940	1,07	1,18
0,360	0,119	0,240	0,358	0,480	0,600	0,715	0,840	0,960	1,09	1,20
0,365	0,121	0,244	0,366	0,490	0,610	0,730	0,860	0,985	1,11	1,22
0,370	0,124	0,248	0,372	0,500	0,625	0,745	0,880	1,00	1,14	1,26
0,375	0,126	0,254	0,380	0,510	0,640	0,760	0,900	1,02	1,16	1,28
0,380	0,128	0,260	0,388	0,520	0,650	0,780	0,920	1,05	1,19	1,31
0,385	0,131	0,264	0,396	0,535	0,665	0,795	0,940	1,07	1,22	1,34
0,390	0,134	0,268	0,404	0,545	0,680	0,810	0,950	1,09	1,24	1,36
0,395	0,136	0,276	0,412	0,555	0,690	0,825	0,980	1,11	1,27	1,39
0,400	0,139	0,280	0,420	0,565	0,705	0,840	0,990	1,13	1,29	1,42

Продолжение таблицы Д.1

h _в , м	Ширина горловины, м									
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,405	0,142	0,286	0,428	0,575	0,720	0,860	1,01	1,16	1,32	1,45
0,410	0,144	0,290	0,436	0,585	0,730	0,880	1,03	1,18	1,34	1,48
0,415	0,146	0,296	0,444	0,595	0,745	0,890	1,05	1,20	1,36	1,50
0,420	0,149	0,300	0,452	0,605	0,755	0,910	1,07	1,22	1,39	1,53
0,425	0,152	0,306	0,460	0,615	0,770	0,920	1,09	1,24	1,42	1,56
0,430	0,155	0,312	0,470	0,630	0,785	0,940	1,11	1,27	1,44	1,59
0,435	0,157	0,316	0,478	0,640	0,800	0,960	1,13	1,29	1,47	1,62
0,440	0,160	0,322	0,486	0,650	0,815	0,980	1,15	1,31	1,50	1,65
0,445	0,162	0,328	0,494	0,660	0,830	0,990	1,17	1,33	1,52	1,68
0,450	0,165	0,332	0,500	0,675	0,845	1,01	1,19	1,36	1,55	1,70
0,455	0,168	0,338	0,510	0,685	0,860	1,03	1,21	1,38	1,57	1,74
0,460	0,171	0,344	0,518	0,700	0,875	1,04	1,23	1,40	1,60	1,77
0,465	0,174	0,350	0,528	0,710	0,890	1,06	1,25	1,43	1,63	1,80
0,470	0,176	0,356	0,536	0,720	0,900	1,08	1,27	1,45	1,65	1,83
0,475	0,179	0,360	0,544	0,730	0,915	1,09	1,29	1,48	1,68	1,86
0,480	0,181	0,366	0,552	0,745	0,930	1,11	1,32	1,50	1,72	1,89
0,485	0,185	0,372	0,562	0,755	0,945	1,13	1,34	1,53	1,74	1,92
0,490	0,187	0,378	0,570	0,765	0,960	1,15	1,36	1,55	1,77	1,95
0,495	0,190	0,384	0,580	0,780	0,975	1,17	1,38	1,58	1,80	1,98
0,400	0,193	0,390	0,588	0,790	0,990	1,19	1,40	1,60	1,82	2,01
0,505	0,196	0,398	0,598	0,805	1,01	1,21	1,42	1,63	1,86	2,05
0,510	0,198	0,402	0,608	0,815	1,02	1,23	1,44	1,65	1,88	2,08
0,515	0,202	0,406	0,616	0,830	1,04	1,24	1,46	1,68	1,91	2,11
0,520	0,204	0,414	0,622	0,840	1,05	1,26	1,48	1,70	1,94	2,14
0,525	0,207	0,420	0,632	0,850	1,07	1,28	1,51	1,72	1,97	2,17
0,530	0,210	0,426	0,642	0,865	1,08	1,30	1,53	1,75	1,99	2,21
0,535	0,213	0,432	0,650	0,875	1,10	1,32	1,55	1,78	2,02	2,23
0,540	0,216	0,438	0,658	0,890	1,11	1,34	1,57	1,80	2,05	2,26
0,545	0,218	0,444	0,668	0,900	1,13	1,36	1,60	1,83	2,08	2,30
0,550	0,222	0,448	0,678	0,915	1,14	1,37	1,62	1,85	2,11	2,33
0,555	0,225	0,454	0,688	0,925	1,16	1,39	1,63	1,88	2,14	2,36
0,560	0,228	0,462	0,698	0,940	1,18	1,41	1,66	1,91	2,18	2,40
0,565	0,231	0,468	0,708	0,955	1,20	1,43	1,68	1,93	2,20	2,43
0,570	0,234	0,474	0,716	0,970	1,21	1,45	1,71	1,96	2,24	2,47
0,575	0,237	0,480	0,726	0,980	1,23	1,47	1,73	1,99	2,28	2,50
0,580	0,240	0,486	0,736	0,990	1,24	1,49	1,75	2,01	2,30	2,53
0,585	0,243	0,492	0,746	1,00	1,26	1,51	1,78	2,04	2,32	2,57
0,590	0,246	0,498	0,756	1,02	1,28	1,53	1,80	2,07	2,36	2,60
0,595	0,249	0,504	0,766	1,03	1,29	1,55	1,82	2,10	2,38	2,63
0,600	0,252	0,512	0,776	1,04	1,31	1,57	1,85	2,12	2,42	2,67

Окончание таблицы Д.1

h _в , м	Ширина горловины, м									
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,605		0,520	0,786	1,06	1,33	1,59	1,88	2,15	2,46	2,71
0,610		0,526	0,796	1,07	1,34	1,61	1,90	2,18	2,48	2,74
0,615		0,530	0,806	1,08	1,36	1,63	1,92	2,21	2,52	2,78
0,620		0,538	0,814	1,10	1,38	1,65	1,94	2,24	2,55-	2,81
0,625		0,544	0,824	1,11	1,40	1,67	1,97	2,26	2,58	2,85
0,630		0,550	0,834	1,12	1,41	1,69	1,99	2,29	2,62	2,88
0,635		0,556	0,844	1,14	1,43	1,71	2,02	2,32	2,64	2,92
0,640		0,562	0,854	1,15	1,44	1,73	2,04	2,35	2,68	2,95
0,645		0,570	0,864	1,17	1,46	1,76	2,07	2,38	2,72	3,00
0,650		0,576	0,874	1,18	1,48	1,78	2,09	2,40	2,74	3,03
0,655		0,584	0,884	1,19	1,49	1,80	2,12	2,43	2,78	3,06
0,660		0,590	0,894	1,21	1,52	1,82	2,15	2,47	2,81	3,11
0,665		0,596	0,904	1,22	1,53	1,84	2,17	2,49	2,84	3,14
0,670		0,602	0,916	1,23	1,55	1,86	2,19	2,52	2,88	3,17
0,675		0,610	0,926	1,25	1,57	1,88	2,22	2,54	2,90	3,21
0,680		0,616	0,936	1,26	1,58	1,90	2,24	2,58	2,94	3,24
0,685		0,624	0,946	1,28	1,60	1,93	2,27	2,61	2,98	3,29
0,690		0,632	0,956	1,29	1,62	1,95	2,30	2,64	3,02	3,32
0,695		0,638	0,966	1,31	1,64	1,97	2,32	2,67	3,04	3,36
0,700		0,644	0,976	1,32	1,66	1,99	2,34	2,69	3,08	3,40
0,705		0,650	0,986	1,33	1,68	2,01	2,37	2,72	3,11	3,44
0,710		0,658	1,00	1,35	1,69	2,04	2,40	2,75	3,14	3,47
0,715		0,664	1,01	1,36	1,71	2,06	2,42	2,78	3,18	3,51
0,720		0,672	1,02	1,37	1,72	2,08	2,45	2,82	3,21	3,55
0,725		0,678	1,03	1,39	1,75	2,10	2,47	2,85	3,25	3,59
0,730		0,684	1,04	1,41	1,77	2,12	2,50	2,88	3,28	3,63
0,735		0,692	1,05	1,42	1,78	2,14	2,53	2,91	3,32	3,66
0,740		0,700	1,16	1,44	1,80	2,17	2,55	2,94	3,35	3,70
0,745		0,706	1,17	1,45	1,82	2,19	2,58	2,96	3,40	3,74
0,750		0,714	1,08	1,47	1,84	2,22	2,61	3,00	3,42	3,78
0,755		0,720	1,09	1,48	1,86	2,24	2,64	3,04	3,46	3,83
0,760		0,730	1,11	1,50	1,88	2,26	2,67	3,06	3,50	3,87
0,765		0,735	1,12	1,52	1,90	2,29	2,69	3,10	3,54	3,91
0,770		0,740	1,13	1,53	1,91	2,30	2,71	3,12	3,56	3,94
0,775		0,745	1,14	1,54	1,94	2,32	2,74	3,16	3,60	3,98
0,780-		0,755	1,15	1,55	1,95	2,35	2,77	3,19	3,64	4,02
0,785		0,765	1,16	1,57	1,98	2,38	2,80	3,22	3,68	4,07
0,790		0,770	1,17	1,59	2,00	2,40	2,83	3,26	3,72	4,11
0,795		0,775	1,18	1,60	2,01	2,42	2,85	3,28	3,74	4,14
0,800		0,785	1,19	1,62	2,03	2,44	2,88	3,32	3,78	4,19

Таблица Д.2 - Поправки на затопление для лотка с шириной горловины
 $\Delta_1 = 1,00 \text{ м}$ Δ_1 в $\text{м}^3/\text{с}$

$h_b, \text{ м}$	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$						$h_b, \text{ м}$	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95		0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,050	0,005	0,005	0,006	0,007	0,009	0,014	0,250	0,008	0,012	0,019	0,031	0,053	0,095
0,055	0,005	0,005	0,006	0,007	0,010	0,015	0,255	0,008	0,012	0,019	0,032	0,055	0,098
0,060	0,005	0,005	0,006	0,008	0,010	0,016	0,260	0,008	0,012	0,020	0,033	0,056	0,100
0,065	0,005	0,006	0,006	0,008	0,011	0,017	0,265	0,009	0,013	0,020	0,034	0,058	0,103
0,070	0,005	0,006	0,007	0,008	0,011	0,018	0,270	0,009	0,013	0,021	0,035	0,060	0,106
0,075	0,005	0,006	0,007	0,009	0,012	0,020	0,275	0,009	0,013	0,022	0,036	0,062	0,109
0,080	0,005	0,006	0,007	0,009	0,013	0,021	0,280	0,009	0,014	0,022	0,037	0,063	0,112
0,085	0,005	0,006	0,007	0,009	0,013	0,023	0,285	0,009	0,014	0,023	0,038	0,065	0,115
0,090	0,005	0,006	0,007	0,010	0,014	0,024	0,290	0,009	0,014	0,023	0,039	0,067	0,118
0,095	0,005	0,006	0,007	0,010	0,015	0,025	0,295	0,010	0,015	0,024	0,040	0,069	0,121
0,100	0,005	0,006	0,008	0,010	0,016	0,027	0,300	0,010	0,015	0,025	0,041	0,071	0,124
0,105	0,005	0,006	0,008	0,011	0,017	0,028	0,305	0,010	0,015	0,025	0,042	0,073	0,127
0,110	0,005	0,006	0,008	0,011	0,018	0,030	0,310	0,010	0,016	0,026	0,044	0,074	0,130
0,115	0,005	0,006	0,008	0,012	0,018	0,032	0,315	0,010	0,016	0,027	0,045	0,076	0,134
0,120	0,005	0,007	0,009	0,012	0,019	0,034	0,320	0,011	0,017	0,027	0,046	0,078	0,137
0,125	0,006	0,007	0,009	0,013	0,020	0,036	0,325	0,011	0,017	0,028	0,047	0,080	0,140
0,130	0,006	0,007	0,009	0,013	0,021	0,038	0,330	0,011	0,017	0,029	0,048	0,082	0,143
0,135	0,006	0,007	0,009	0,014	0,022	0,040	0,335	0,011	0,018	0,029	0,049	0,084	0,146
0,140	0,006	0,007	0,010	0,014	0,023	0,042	0,340	0,011	0,018	0,030	0,051	0,086	0,150
0,145	0,006	0,007	0,010	0,015	0,024	0,044	0,345	0,012	0,019	0,031	0,052	0,088	0,153
0,150	0,006	0,007	0,010	0,015	0,026	0,046	0,350	0,012	0,019	0,032	0,053	0,090	0,157
0,155	0,006	0,008	0,010	0,016	0,027	0,048	0,355	0,012	0,020	0,032	0,055	0,093	0,160
0,160	0,006	0,008	0,011	0,017	0,028	0,050	0,360	0,012	0,020	0,033	0,056	0,095	0,164
0,165	0,006	0,008	0,011	0,017	0,029	0,052	0,365	0,013	0,020	0,034	0,057	0,097	0,167
0,170	0,006	0,008	0,011	0,018	0,030	0,054	0,370	0,013	0,021	0,035	0,059	0,099	0,171
0,175	0,006	0,008	0,012	0,019	0,032	0,057	0,375	0,013	0,021	0,036	0,060	0,101	0,174
0,180	0,006	0,008	0,012	0,019	0,033	0,059	0,380	0,014	0,022	0,037	0,061	0,104	0,178
0,185	0,006	0,009	0,013	0,020	0,034	0,061	0,385	0,014	0,022	0,037	0,063	0,106	0,181
0,190	0,007	0,009	0,013	0,021	0,035	0,064	0,390	0,014	0,023	0,038	0,064	0,108	0,185
0,195	0,007	0,009	0,013	0,022	0,037	0,066	0,395	0,014	0,023	0,039	0,065	0,110	0,188
0,200	0,007	0,009	0,014	0,022	0,038	0,068	0,400	0,015	0,024	0,040	0,067	0,113	0,192
0,205	0,007	0,009	0,014	0,023	0,040	0,071	0,405	0,015	0,024	0,041	0,068	0,115	0,196
0,210	0,007	0,010	0,015	0,024	0,041	0,073	0,410	0,015	0,025	0,042	0,070	0,117	0,200
0,215	0,007	0,010	0,015	0,025	0,042	0,076	0,415	0,015	0,025	0,043	0,071	0,120	0,203
0,220	0,007	0,010	0,016	0,026	0,044	0,078	0,420	0,016	0,026	0,044	0,073	0,122	0,207
0,225	0,007	0,010	0,016	0,026	0,045	0,081	0,425	0,016	0,026	0,045	0,074	0,124	0,211
0,230	0,008	0,011	0,017	0,027	0,047	0,084	0,430	0,016	0,027	0,045	0,076	0,127	0,215
0,235	0,008	0,011	0,017	0,028	0,048	0,086	0,435	0,017	0,027	0,046	0,078	0,129	0,219
0,240	0,008	0,011	0,018	0,029	0,050	0,089	0,440	0,017	0,028	0,047	0,079	0,132	0,223
0,245	0,008	0,012	0,018	0,030	0,052	0,092	0,445	0,017	0,029	0,048	0,081	0,134	0,226

Продолжение таблицы Д.2

h _в , м	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$						h _в , м	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95		0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,450	0,018	0,029	0,049	0,082	0,137	0,230	0,675	0,038	0,064	0,106	0,171	0,271	0,432
0,455	0,018	0,030	0,050	0,084	0,139	0,234	0,680	0,039	0,065	0,108	0,173	0,275	0,437
0,460	0,018	0,031	0,051	0,086	0,142	0,238	0,685	0,039	0,066	0,109	0,175	0,278	0,442
0,465	0,019	0,031	0,052	0,087	0,145	0,242	0,690	0,040	0,067	0,111	0,178	0,281	0,447
0,470	0,019	0,032	0,053	0,089	0,147	0,246	0,695	0,041	0,068	0,112	0,180	0,285	0,453
0,475	0,019	0,032	0,054	0,091	0,150	0,250	0,700	0,041	0,069	0,114	0,182	0,288	0,458
0,480	0,020	0,033	0,056	0,092	0,152	0,254	0,705	0,042	0,070	0,116	0,185	0,292	0,463
0,485	0,020	0,034	0,057	0,094	0,155	0,258	0,710	0,043	0,072	0,117	0,187	0,296	0,468
0,490	0,021	0,034	0,058	0,096	0,158	0,263	0,715	0,043	0,073	0,119	0,190	0,299	0,473
0,495	0,021	0,035	0,059	0,098	0,160	0,267	0,720	0,044	0,074	0,120	0,192	0,303	0,478
0,500	0,021	0,036	0,060	0,099	0,163	0,271	0,725	0,044	0,075	0,122	0,195	0,306	0,483
0,505	0,022	0,036	0,061	0,101	0,166	0,275	0,730	0,045	0,076	0,124	0,197	0,310	0,489
0,510	0,022	0,037	0,062	0,103	0,169	0,280	0,735	0,046	0,077	0,126	0,200	0,313	0,494
0,515	0,022	0,038	0,063	0,104	0,171	0,284	0,740	0,046	0,078	0,127	0,202	0,317	0,499
0,520	0,023	0,038	0,065	0,106	0,171	0,288	0,745	0,047	0,079	0,129	0,205	0,321	0,504
0,525	0,024	0,039	0,066	0,108	0,177	0,292	0,750	0,048	0,080	0,131	0,207	0,325	0,510
0,530	0,024	0,040	0,067	0,110	0,180	0,297	0,755	0,048	0,081	0,132	0,210	0,328	0,515
0,535	0,024	0,041	0,068	0,112	0,183	0,301	0,760	0,049	0,082	0,134	0,212	0,332	0,520
0,540	0,025	0,041	0,069	0,114	0,186	0,305	0,765	0,050	0,083	0,136	0,215	0,336	0,526
0,545	0,025	0,042	0,070	0,116	0,189	0,310	0,770	0,051	0,085	0,138	0,218	0,339	0,531
0,550	0,025	0,043	0,072	0,118	0,192	0,314	0,775	0,051	0,086	0,139	0,220	0,343	0,537
0,555	0,026	0,044	0,073	0,119	0,195	0,319	0,780	0,052	0,087	0,141	0,223	0,347	0,542
0,560	0,026	0,045	0,074	0,121	0,197	0,323	0,785	0,053	0,088	0,143	0,226	0,351	0,548
0,565	0,027	0,045	0,075	0,123	0,200	0,328	0,790	0,053	0,089	0,145	0,228	0,355	0,553
0,570	0,027	0,046	0,077	0,125	0,203	0,332	0,795	0,054	0,090	0,147	0,231	0,359	0,559
0,575	0,028	0,047	0,078	0,127	0,207	0,337	0,800	0,055	0,092	0,148	0,234	0,362	0,564
0,580	0,028	0,048	0,079	0,129	0,210	0,341	0,805	0,056	0,093	0,150	0,236	0,366	0,570
0,585	0,029	0,048	0,081	0,131	0,213	0,346	0,810	0,056	0,094	0,152	0,239	0,370	0,575
0,590	0,029	0,049	0,082	0,134	0,216	0,350	0,815	0,057	0,095	0,154	0,242	0,374	0,581
0,595	0,030	0,050	0,083	0,136	0,219	0,355	0,820	0,058	0,096	0,156	0,244	0,378	0,586
0,600	0,030	0,051	0,085	0,138	0,222	0,360	0,825	0,059	0,098	0,158	0,247	0,382	0,592
0,605	0,031	0,052	0,086	0,140	0,225	0,364	0,830	0,059	0,099	0,160	0,250	0,386	0,598
0,610	0,031	0,053	0,087	0,142	0,228	0,369	0,835	0,060	0,100	0,162	0,253	0,390	0,603
0,615	0,032	0,053	0,089	0,144	0,231	0,374	0,840	0,061	0,102	0,163	0,256	0,394	0,609
0,620	0,032	0,054	0,090	0,146	0,235	0,379	0,845	0,062	0,103	0,165	0,258	0,398	0,615
0,625	0,033	0,055	0,092	0,148	0,238	0,383	0,850	0,063	0,104	0,167	0,261	0,402	0,620
0,630	0,033	0,056	0,093	0,150	0,241	0,388	0,855	0,063	0,105	0,169	0,264	0,406	0,626
0,635	0,034	0,057	0,094	0,153	0,244	0,393	0,860	0,064	0,107	0,171	0,267	0,410	0,632
0,640	0,034	0,058	0,096	0,155	0,248	0,398	0,865	0,065	0,108	0,173	0,270	0,414	0,637
0,645	0,035	0,059	0,097	0,157	0,251	0,403	0,870	0,066	0,109	0,175	0,273	0,418	0,643
0,650	0,035	0,060	0,099	0,159	0,254	0,408	0,875	0,067	0,111	0,177	0,276	0,423	0,649
0,655	0,036	0,061	0,100	0,162	0,258	0,413	0,880	0,068	0,112	0,179	0,279	0,427	0,655
0,660	0,037	0,062	0,102	0,164	0,261	0,417	0,885	0,068	0,113	0,181	0,282	0,431	0,661
0,665	0,037	0,063	0,103	0,166	0,264	0,422	0,890	0,069	0,115	0,183	0,285	0,435	0,667
0,670	0,038	0,064	0,105	0,168	0,268	0,427	0,895	0,070	0,116	0,186	0,288	0,439	0,673

Окончание таблицы Д.2

h _в , м	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$						h _в , м	Коэффициент подтопления $\eta = h_i / h_a$					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95		0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,900	0,071	0,117	0,188	0,290	0,444	0,679	0,950	0,080	0,132	0,209	0,321	0,487	0,739
0,905	0,072	0,119	0,190	0,293	0,448	0,684	0,955	0,081	0,133	0,211	0,325	0,491	0,745
0,910	0,073	0,120	0,192	0,296	0,452	0,690	0,960	0,082	0,135	0,213	0,328	0,496	0,751
0,915	0,074	0,122	0,194	0,299	0,456	0,696	0,965	0,083	0,136	0,216	0,331	0,500	0,757
0,920	0,075	0,123	0,196	0,302	0,461	0,702	0,970	0,084	0,138	0,218	0,334	0,505	0,764
0,925	0,075	0,124	0,198	0,306	0,465	0,708	0,975	0,085	0,139	0,220	0,337	0,509	0,770
0,930	0,076	0,126	0,200	0,309	0,469	0,715	0,980	0,086	0,141	0,222	0,341	0,514	0,776
0,935	0,077	0,127	0,202	0,312	0,474	0,721	0,985	0,087	0,142	0,225	0,344	0,518	0,782
0,940	0,078	0,129	0,204	0,315	0,478	0,727	0,990	0,088	0,144	0,227	0,347	0,523	0,788
0,945	0,079	0,130	0,207	0,318	0,482	0,733	0,995	0,089	0,145	0,229	0,350	0,527	0,795
							1,000	0,090	0,147	0,232	0,354	0,532	0,801

Таблица Д.3 - Значения переходных коэффициентов Δ_A / Δ_1 для определения поправки на затопление лотка с шириной горловины A

A, м	0,25	0,50	0,75	1,000	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
Δ_A / Δ_1	0,323	0,568	0,83	1,000	1,23	1,392	1,60	1,759	1,92	2,10

Таблица Д.4 - Вычисление расходов воды, проходящей через гидрометрический лоток при затопленном истечении

Ширина горловины A=0,25 м; $\Delta_A / \Delta_1 = 0.323$

Число	Время		Отсчеты по рейкам		$k = h_i / h_a$	Δ_1	Δ_w	Q _{св}	Q _з
	ч	мин	h _в	h _н					
1	8		0,095	0,065	0,68			0,016	
2	20		0,070	0,045	0,64			0,010	
	8		0,090	0,065	0,72	0,005	0,002	0,015	0,013
	12		0,140	0,105	0,75	0,007	0,002	0,029	0,027
	13		0,275	0,220	0,80	0,022	0,007	0,080	0,073
	13	30	0,310	0,260	0,84	0,040	0,013	0,095	0,082
	14		0,290	0,245	0,85	0,039	0,013	0,086	0,073
	16		0,200	0,165	0,82	0,017	0,005	0,049	0,044
	20		0,110	0,085	0,77	0,007	0,002	0,020	0,018
3	8		0,080	0,060	0,75	0,006	0,002	0,012	0,010

Таблица Д.5 - Поправочные значения расхода Q_c при подтопленном истечении через лотки Паршала с размером горловины 3,0 м

h_b	Коэффициент подтопления $\eta = h_t / h_a$			
	0,80	0,85	0,90	0,95
0,15			0,014	0,049
0,20			0,036	0,077
0,30		0,028	0,082	0,193
0,40		0,048	0,128	0,270
0,50	0,016	0,073	0,193	0,426
0,60	0,026	0,111	0,312	0,681
0,70	0,037	0,147	0,411	0,883
0,80	0,048	0,199	0,553	1,136
0,90	0,062	0,256	0,685	1,478
1,00	0,073	0,329	0,880	1,870
1,10	0,088	0,368	1,080	2,270
1,20	0,108	0,469	1,220	2,700
1,30	0,115	0,510	1,420	3,120
1,40	0,142	0,625	1,648	3,970
1,50	0,164	0,710	1,870	4,680
1,60	0,179	0,795	2,120	5,110
1,70	0,199	0,910	2,500	5,500
1,80	0,227	1,040	2,720	5,960

Таблица Д.6

Размер горловины, м	3.0	4.5	6.0	7.5
Поправочный коэффициент k_s	1.05	1.5	2.0	2.5

Приложение Е
(обязательное)

**Таблицы для вычисления расходов воды(м³/с), протекающей через лотки
Вентури**

Таблица Е.1 - Расходы воды при $b/B=0,2$; $p=0$

h, м	Ширина горловины, м				h, м	Ширина горловины, м				h, м	Ширина горловины, м			
	0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00
0,050	0,004	0,008	0,012	0,016	0,175	0,030	0,059	0,090	0,120	0,295	0,066	0,132	0,200	0,270
0,055	0,005	0,009	0,014	0,019	0,180	0,031	0,062	0,094	0,126	0,300	0,068	0,136	0,206	0,275
0,060	0,006	0,011	0,017	0,020	0,185	0,032	0,065	0,098	0,130	0,305	0,069	0,140	0,210	0,280
0,065	0,006	0,013	0,019	0,025	0,190	0,034	0,067	0,102	0,136	0,310	0,071	0,142	0,214	0,290
0,070	0,007	0,014	0,021	0,028	0,195	0,035	0,070	0,106	0,142	0,315	0,073	0,146	0,220	0,300
0,075	0,008	0,016	0,024	0,032	0,200	0,036	0,073	0,110	0,148	0,320	0,075	0,150	0,226	0,305
0,080	0,009	0,017	0,026	0,035	0,205	0,038	0,076	0,114	0,154	0,325	0,076	0,154	0,230	0,310
0,085	0,009	0,019	0,029	0,040	0,210	0,039	0,079	0,120	0,160	0,330	0,078	0,158	0,236	0,320
0,090	0,011	0,021	0,032	0,042	0,215	0,041	0,082	0,124	0,164	0,335	0,080	0,160	0,242	0,325
0,095	0,012	0,023	0,035	0,046	0,220	0,042	0,084	0,128	0,170	0,340	0,082	0,164	0,243	0,330
0,100	0,013	0,025	0,037	0,050	0,225	0,044	0,088	0,132	0,178	0,345	0,084	0,168	0,254	0,340
0,105	0,014	0,027	0,040	0,054	0,230	0,045	0,091	0,138	0,184	0,350	0,086	0,172	0,260	0,350
0,110	0,015	0,029	0,043	0,058	0,235	0,047	0,094	0,140	0,190	0,355	0,087	0,176	0,266	0,355
0,115	0,016	0,031	0,046	0,062	0,240	0,048	0,097	0,146	0,195	0,360	0,089	0,180	0,270	0,360
0,120	0,017	0,033	0,050	0,066	0,245	0,050	0,100	0,150	0,200	0,365	0,091	0,184	0,276	0,370
0,125	0,018	0,035	0,053	0,070	0,250	0,051	0,102	0,156	0,210	0,370	0,093	0,188	0,282	0,380
0,130	0,019	0,038	0,056	0,076	0,255	0,053	0,106	0,160	0,215	0,375	0,095	0,190	0,288	0,385
0,135	0,020	0,040	0,060	0,080	0,260	0,054	0,110	0,166	0,220	0,380	0,097	0,194	0,294	0,395
0,140	0,021	0,042	0,064	0,086	0,265	0,056	0,112	0,170	0,230	0,385	0,099	0,198	0,300	0,400
0,145	0,022	0,044	0,067	0,090	0,270	0,058	0,116	0,176	0,235	0,390	0,101	0,202	0,306	0,410
0,150	0,024	0,047	0,071	0,096	0,275	0,059	0,120	0,180	0,240	0,395	0,103	0,206	0,312	0,415
0,155	0,025	0,049	0,074	0,100	0,280	0,061	0,122	0,186	0,250	0,400	0,105	0,210	0,318	0,425
0,160	0,026	0,052	0,078	0,106	0,285	0,063	0,126	0,190	0,255	0,405	0,107	0,214	0,324	0,435
0,165	0,027	0,054	0,082	0,110	0,290	0,064	0,130	0,194	0,260					
0,170	0,028	0,057	0,086	0,116										

Продолжение таблицы Е.1

h, м	Ширина горловины, м				h, м	Ширина горловины, м				h, м	Ширина горловины, м			
	0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00
0,410	0,109	0,218	0,330	0,440	0,510	0,151	0,304	0,458	0,615	0,610	0,198	0,398	0,600	0,805
0,415	0,111	0,222	0,336	0,450	0,515	0,152	0,310	0,466	0,625	0,615	0,200	0,402	0,610	0,815
0,420	0,113	0,226	0,342	0,460	0,520	0,156	0,314	0,472	0,630	0,620	0,203	0,408	0,615	0,825
0,425	0,115	0,230	0,348	0,465	0,525	0,158	0,318	0,480	0,640	0,625	0,205	0,414	0,625	0,835
0,430	0,117	0,236	0,354	0,475	0,530	0,160	0,322	0,486	0,650	0,630	0,208	0,418	0,630	0,845
0,435	0,119	0,240	0,360	0,480	0,535	0,162	0,328	0,492	0,660	0,635	0,210	0,424	0,640	0,855
0,440	0,121	0,244	0,366	0,490	0,540	0,165	0,332	0,500	0,670	0,640	0,213	0,428	0,645	0,865
0,445	0,123	0,248	0,372	0,500	0,545	0,167	0,336	0,510	0,680	0,645	0,215	0,432	0,655	0,875
0,450	0,125	0,252	0,380	0,510	0,550	0,169	0,342	0,515	0,690	0,650	0,218	0,438	0,660	0,885
0,455	0,127	0,256	0,386	0,515	0,555	0,172	0,346	0,520	0,700	0,655	0,220	0,442	0,670	0,895
0,460	0,129	0,260	0,392	0,525	0,560	0,174	0,350	0,530	0,705	0,660	0,223	0,448	0,680	0,905
0,465	0,131	0,264	0,398	0,535	0,565	0,176	0,356	0,535	0,715	0,665	0,226	0,454	0,685	0,915
0,470	0,134	0,268	0,406	0,540	0,570	0,179	0,360	0,540	0,725	0,670	0,228	0,460	0,690	0,925
0,475	0,136	0,274	0,412	0,550	0,575	0,181	0,364	0,550	0,735	0,675	0,231	0,464	0,700	0,940
0,480	0,138	0,278	0,418	0,560	0,580	0,183	0,370	0,555	0,745	0,680	0,233	0,470	0,710	0,950
0,485	0,140	0,282	0,426	0,570	0,585	0,186	0,374	0,565	0,755	0,685	0,236	0,474	0,715	0,960
0,490	0,142	0,286	0,432	0,575	0,590	0,188	0,380	0,570	0,765	0,690	0,238	0,480	0,725	0,970
0,495	0,144	0,290	0,438	0,590	0,595	0,191	0,384	0,580	0,775	0,695	0,241	0,486	0,730	0,980
0,500	0,147	0,296	0,446	0,595	0,600	0,193	0,388	0,585	0,785	0,700	0,243	0,490	0,740	0,990
0,505	0,149	0,300	0,450	0,605	0,605	0,196	0,392	0,595	0,795	0,705	0,246	0,496	0,750	1,000

Продолжение таблицы Е.1

h м	Ширина горловины, м				h м	Ширина горловины, м				h м	Ширина горловины, м			
	0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00		0,25	0,50	0,75	1,00
0,710	0,249	0,500	0,755	1,01	0,810		0,612	0,920	1,24	0,910		0,729	1,10	1,47 1,48
0,715	0,252	0,506	0,765	1,02	0,815		0,618	0,930	1,25	0,915		0,735	1,11	1,50 1,51
0,720	0,254	0,512	0,770	1,03	0,820		0,622	0,940	1,26	0,920		0,741	1,12	1,52 1,53
0,725	0,257	0,518	0,780	1,04	0,825		0,628	0,950	1,27	0,925		0,747	1,13	1,54 1,56
0,750	0,260	0,522	0,790	1,06	0,830		0,634	0,955	1,28	0,930		0,754	1,14	1,57 1,58
0,735	0,262	0,528	0,795	1,07	0,835		0,640	0,965	1,29	0,935		0,760	1,14	1,60 1,61
0,740	0,265	0,534	0,806	1,08	0,840		0,646	0,975	1,30	0,940		0,766	1,15	1,62 1,63
0,746	0,268	0,538	0,815	1,09	0,845		0,652	0,985	1,32	0,945		0,772	1,16	1,64 1,66
0,750	0,270	0,544	0,820	1,10	0,850		0,658	0,990	1,33	0,950		0,778	1,17	1,67 1,68
0,755		0,550	0,830	1,11	0,855		0,664	1,000	1,34	0,955		0,784	1,18	1,70
0,760		0,556	0,835	1,12	0,860		0,670	1,010	1,35	0,960		0,790	1,19	
0,765		0,560	0,845	1,13	0,865		0,674	1,020	1,36	0,965		0,796	1,20	
0,770		0,566	0,855	1,14	0,870		0,680	1,030	1,37	0,970		0,802	1,21	
0,775		0,572	0,860	1,16	0,875		0,687	1,04	1,39	0,975		0,809	1,22	
0,780		0,578	0,870	1,17	0,880		0,693	1,05	1,40	0,980		0,815	1,23	
0,785		0,582	0,880	1,18	0,885		0,699	1,05	1,41	0,985		0,821	1,24	
0,790		0,590	0,890	1,19	0,890		0,704	1,06	1,42	0,990		0,827	1,25	
0,795		0,594	0,895	1,20	0,895		0,711	1,07	1,43	0,995		0,834	1,26	
0,800		0,600	0,905	1,21	0,900		0,716	1,08	1,45	1,000		0,840	1,27	
0,805		0,606	0,915	1,22	0,905		0,723	1,09	1,46					

Таблица Е.2 - Расходы воды при b/B=0,4; p=0

h, м	Ширина горловины, м							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
0,050	0,0044	0,0083	0,0126	0,017	0,021	0,025	0,030	0,034
0,055	0,0051	0,0097	0,0147	0,020	0,024	0,030	0,034-	0,039
0,060	0,0058	0,0112	0,0169	0,023	0,028	0,035	0,040	0,045
0,065	0,0065	0,0128	0,0195	0,026	0,032	0,039	0,046	0,052
0,070	0,0074	0,0145	0,0218	0,029	0,037	0,044	0,051	0,059
0,075	0,0082	0,0163	0,0245	0,033	0,041	0,049	0,058	0,066
0,080	0,0091	0,0179	0,0272	0,036	0,046	0,055	0,064	0,073
0,085	0,0100	0,0198	0,0300	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080
0,090	0,0110	0,0217	0,0326	0,044	0,055	0,066	0,077	0,088
0,095	0,0119	0,0237	0,0356	0,048	0,060	0,071	0,084	0,095
0,100	0,0129	0,0257	0,0355	0,051	0,064	0,077	0,090	0,103
0,105	0,014	0,028	0,042	0,056	0,070	0,084	0,098	0,111
0,110	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090	0,105	0,120
0,115	0,016	0,032	0,048	0,064	0,080	0,096	0,113	0,129
0,120	0,017	0,034	0,051	0,069	0,086	0,103	0,120	0,138
0,125	0,018	0,036	0,055	0,073	0,092	0,110	0,128	0,147
0,130	0,019	0,039	0,058	0,078	0,097	0,117	0,137	0,156
0,135	0,020	0,041	0,062	0,083	0,103	0,124	0,145	0,166
0,140	0,022	0,044	0,066	0,088	0,110	0,133	0,154	0,176
0,145	0,023	0,046	0,069	0,092	0,116	0,139	0,162	0,186
0,150	0,024	0,048	0,073	0,098	0,122	0,147	0,171	0,196
0,155	0,025	0,051	0,077	0,102	0,128	0,154	0,180	0,206
0,160	0,027	0,053	0,081	0,108	0,135	0,162	0,189	0,216
0,165	0,028	0,056	0,084	0,113	0,141	0,170	0,198	0,226
0,170	0,029	0,058	0,088	0,118	0,148	0,178	0,208	0,237
0,175	0,031	0,061	0,093	0,124	0,155	0,186	0,217	0,248
0,180	0,032	0,064	0,096	0,129	0,162	0,194	0,227	0,269
0,185	0,033	0,067	0,101	0,135	0,169	0,203	0,237	0,270

Продолжение таблицы Е.2

h, м	Ширина горловины, м							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
0,190	0,035	0,069	0,105	0,140	0,176	0,211	0,246	0,282
0,195	0,036	0,072	0,109	0,146	0,183	0,220	0,256	0,293
0,200	0,038	0,075	0,113	0,152	0,190	0,228	0,267	0,305
0,205	0,039	0,078	0,118	0,158	0,197	0,237	0,277	0,316
0,210	0,040	0,081	0,122	0,164	0,205	0,246	0,287	0,328
0,215	0,042	0,084	0,127	0,170	0,212	0,255	0,298	0,341
0,220	0,044	0,087	0,131	0,176	0,220	0,265	0,309	0,353
0,225	0,045	0,090	0,136	0,182	0,228	0,274	0,320	0,365
0,230	0,046	0,093	0,141	0,188	0,236	0,283	0,331	0,378
0,235	0,048	0,096	0,146	0,194	0,244	0,292	0,342	0,390
0,240	0,050	0,100	0,150	0,201	0,251	0,302	0,353	0,403
0,245	0,051	0,103	0,155	0,207	0,260	0,312	0,364	0,416
0,250	0,053	0,106	0,160	0,214	0,268	0,321	0,375	0,429
0,255	0,055	0,109	0,165	0,221	0,276	0,331	0,387	0,442
0,260	0,056	0,113	0,170	0,227	0,284	0,341	0,399	0,456
0,265	0,058	0,116	0,175	0,234	0,293	0,351	0,410	0,469
0,270	0,059	0,119	0,180	0,240	0,301	0,361	0,422	0,482
0,275	0,061	0,122	0,185	0,247	0,310	0,372	0,434	0,496
0,280	0,063	0,126	0,190	0,254	0,318	0,382	0,446	0,510
0,285	0,064	0,129	0,195	0,261	0,327	0,393	0,459	0,524
0,290	0,066	0,133	0,200	0,268	0,336	0,403	0,471	0,538

h м	Ширина горловины, м							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00

0,295	0,068	0,136	0,206	0,275	0,345	0,414	0,484	0,552
0,300	0,070	0,140	0,211	0,282	0,354	0,425	0,496	0,567
0,305	0,071	0,143	0,216	0,290	0,362	0,435	0,508	0,581
0,310	0,073	0,147	0,222	0,297	0,372	0,446	0,522	0,596
0,315	0,075	0,151	0,227	0,304	0,381	0,457	0,534	0,611
0,320	0,077	0,154	0,233	0,312	0,390	0,468	0,547	0,625
0,325	0,079	0,158	0,238	0,319	0,399	0,479	0,560	0,640
0,330	0,081	0,163	0,244	0,327	0,409	0,491	0,573	0,655
0,335	0,082	0,165	0,250	0,334	0,418	0,502	0,586	0,670
0,340	0,084	0,169	0,255	0,342	0,428	0,514	0,600	0,685
0,345	0,086	0,173	0,261	0,349	0,437	0,525	0,613	0,700
0,350	0,088	0,177	0,267	0,357	0,447	0,537	0,627	0,717
0,355	0,090	0,181	0,272	0,365	0,456	0,548	0,640	0,732
0,360	0,092	0,184	0,278	0,372	0,466	0,560	0,654	0,747
0,365	0,094	0,188	0,284	0,380	0,476	0,572	0,668	0,763
0,370	0,096	0,192	0,290	0,389	0,486	0,584	0,682	0,780
0,375	0,098	0,196	0,296	0,396	0,496	0,596	0,696	0,795
0,380	0,100	0,200	0,302	0,404	0,506	0,608	0,710	0,811
0,385	0,102	0,204	0,308	0,413	0,516	0,620	0,724	0,828
0,390	0,104	0,208	0,314	0,421	0,526	0,632	0,738	0,844
0,395	0,106	0,212	0,320	0,429	0,537	0,644	0,753	0,860
0,400	0,108	0,217	0,327	0,437	0,547	0,657	0,767	0,876
0,405	0,110	0,221	0,333	0,446	0,558	0,670	0,782	0,894
0,410	0,112	0,225	0,339	0,454	0,568	0,682	0,796	0,910
0,415	0,114	0,229	0,346	0,462	0,578	0,695	0,811	0,927
0,420	0,116	0,233	0,352	0,470	0,589	0,707	0,826	0,944
0,425	0,118	0,238	0,358	0,479	0,600	0,720	0,842	0,962
0,430	0,120	0,242	0,364	0,488	0,611	0,733	0,856	0,979
0,435	0,122	0,246	0,371	0,496	0,621	0,746	0,871	0,996
0,440	0,124	0,250	0,378	0,505	0,632	0,759	0,886	1,01
0,445	0,127	0,255	0,384	0,514	0,643	0,773	0,903	1,03
0,450	0,129	0,259	0,390	0,523	0,654	0,786	0,918	1,05
0,455	0,131	0,263	0,397	0,632	0,665	0,799	0,933	1,07
0,460	0,133	0,268	0,404	0,540	0,676	0,812	0,948	1,08
0,465	0,135	0,272	0,410	0,549	0,687	0,826	0,965	1,10
0,470	0,138	0,276	0,417	0,558	0,699	0,840	0,980	1,12
0,475	0,140	0,281	0,424	0,568	0,710	0,853	0,996	1,14
0,480	0,142	0,285	0,431	0,576	0,721	0,866	1,01	1,16
0,485	0,144	0,290	0,437	0,586	0,733	0,880	1,03	1,18
0,490	0,146	0,294	0,444	0,595	0,744	0,894	1,04	1,19
0,495	0,149	0,299	0,451	0,604	0,755	0,908	1,06	1,21
0,500	0,151	0,304	0,458	0,613	0,767	0,921	1,08	1,23
0,505	0,153	0,308	0,465	0,622	0,779	0,935	1,09	1,25
0,510	0,156	0,313	0,472	0,632	0,791	0,950	1,11	1,27
0,515	0,158	0,318	0,479	0,641	0,803	0,964	1,13	1,29
0,520	0,160	0,322	0,486	0,651	0,814	0,978	1,14	1,31
0,525	0,162	0,327	0,493	0,660	0,826	0,992	1,16	1,33
0,530	0,165	0,332	0,500	0,670	0,838	1,01	1,18	1,34
0,535	0,167	0,336	0,507	0,679	0,850	1,02	1,19	1,36
0,540	0,170	0,341	0,514	0,689	0,862	1,04	1,21	1,38
0,545	0,172	0,346	0,522	0,699	0,874	1,05	1,23	1,40
0,550	0,174	0,351	0,529	0,708	0,887	1,06	1,24	1,42
0,555	0,177	0,356	0,536	0,718	0,899	1,08	1,26	1,44
0,560	0,179	0,360	0,544	0,728	0,911	1,09	1,28	1,46

Продолжение таблицы Е.2

Продолжение таблицы Е.2

h, м	Ширина горловины, м
------	---------------------

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
0,565	0,182	0,366	0,551	0,738	0,923	1,11	1,29	1,48
0,570	0,184	0,370	0,558	0,747	0,935	1,12	1,31	1,50
0,575	0,186	0,375	0,566	0,757	0,948	1,14	1,33	1,52
0,580	0,189	0,380	0,573	0,767	0,960	1,15	1,35	1,54
0,585	0,191	0,385	0,581	0,778	0,974	1,17	1,37	1,56
0,590	0,194	0,390	0,589	0,788	0,986	1,18	1,38	1,58
0,595	0,196	0,395	0,596	0,798	0,999	1,20	1,40	1,60
0,600	0,199	0,400	0,604	0,808	1,01	1,22	1,43	1,62
0,605	0,201	0,405	0,611	0,818	1,02	1,23	1,44	1,64
0,610	0,204	0,410	0,619	0,828	1,04	1,24	1,45	1,66
0,615	0,206	0,415	0,626	0,839	1,05	1,26	1,47	1,68
0,620	0,209	0,420	0,634	0,849	1,06	1,28	1,49	1,70
0,625	0,212	0,425	0,642	0,859	1,08	1,29	1,51	1,72
0,630	0,214	0,430	0,649	0,869	1,09	1,31	1,53	1,74
0,635	0,217	0,435	0,657	0,880	1,10	1,33	1,54	1,76
0,640	0,219	0,441	0,666	0,891	1,12	1,34	1,56	1,79
0,645	0,222	0,446	0,674	0,902	1,13	1,36	1,58	1,81
0,650	0,224	0,452	0,681	0,912	1,14	1,37	1,60	1,83
0,655	0,227	0,457	0,689	0,923	1,16	1,39	1,62	1,85
0,660	0,230	0,462	0,697	0,933	1,17	1,40	1,64	1,87
0,665	0,232	0,467	0,705	0,944	1,18	1,42	1,66	1,89
0,670	0,235	0,472	0,713	0,955	1,19	1,44	1,68	1,92
0,675	0,237	0,478	0,721	0,965	1,21	1,45	1,70	1,94
0,680	0,240	0,483	0,729	0,976	1,22	1,47	1,71	1,96
0,685	0,243	0,488	0,737	0,987	1,24	1,48	1,73	1,98
0,690	0,245	0,494	0,745	0,998	1,25	1,50	1,75	2,00
0,695	0,248	0,499	0,753	1,01	1,26	1,52	1,77	2,02
0,700	0,251	0,505	0,762	1,02	1,28	1,53	1,79	2,04
0,705	0,254	0,510	0,770	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07
0,710	0,256	0,516	0,778	1,04	1,30	1,56	1,83	2,09
0,715	0,259	0,521	0,787	1,05	1,32	1,58	1,85	2,11
0,720	0,262	0,527	0,795	1,06	1,33	1,60	1,87	2,14
0,725	0,264	0,532	0,803	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16
0,730	0,267	0,538	0,812	1,09	1,36	1,63	1,91	2,18
0,735	0,270	0,544	0,820	1,10	1,37	1,65	1,93	2,20
0,740	0,273	0,549	0,829	1,11	1,39	1,67	1,95	2,22
0,745	0,276	0,554	0,837	1,12	1,40	1,68	1,97	2,25
0,750	0,278	0,560	0,845	1,13	1,42	1,70	1,99	2,27
0,755		0,566	0,854	1,14	1,43	1,72	2,01	2,29
0,760		0,571	0,862	1,16	1,44	1,74	2,03	2,32
0,765		0,577	0,871	1,17	1,46	1,75	2,04	2,34
0,770		0,583	0,879	1,18	1,47	1,77	2,07	2,66
0,775		0,588	0,888	1,19	1,49	1,79	2,09	2,38
0,780		0,594	0,897	1,20	1,50	1,80	2,11	2,41
0,785		0,600	0,905	1,21	1,52	1,82	2,13	2,43
0,790		0,606	0,915	1,22	1,53	1,84	2,16	2,46
0,795		0,612	0,923	1,24	1,55	1,86	2,17	2,48
0,800		0,618	0,932	1,25	1,56	1,88	2,19	2,50
0,805		0,624	0,941	1,26	1,58	1,89	2,21	2,53
0,810		0,629	0,950	1,27	1,59	1,91	2,23	2,55
0,815		0,635	0,959	1,28	1,61	1,93	2,25	2,57
0,820		0,641	0,968	1,30	1,62	1,95	2,27	2,60
0,825		0,647	0,976	1,31	1,64	1,96	2,29	2,62

Окончание таблицы Е.2

	Ширина горловины, м							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
0,830		0,653	0,985	1,32	1,65	1,98	2,32	2,65
0,835		0,659	0,994	1,33	1,66	2,00	2,34	2,67
0,840		0,665	1,00	1,34	1,68	2,02	2,36	2,69
0,845		0,671	1,01	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72
0,850		0,677	1,02	1,37	1,71	2,06	2,40	2,74
0,855		0,683	1,03	1,38	1,73	2,08	2,42	2,77
0,860		0,688	1,04	1,39	1,74	2,10	2,44	2,79
0,865		0,694	1,05	1,40	1,76	2,11	2,47	2,82
0,870		0,701	1,06	1,42	1,77	2,13	2,49	2,84
0,875		0,707	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,87
0,880		0,713	1,08	1,44	1,80	2,16	2,53	2,89
0,885		0,720	1,09	1,45	1,82	2,18	2,55	2,92
0,890		0,726	1,10	1,46	1,83	2,20	2,57	2,94
0,895		0,732	1,10	1,48	1,85	2,20	2,60	2,97
0,900		0,738	1,11	1,49	1,86	2,24	2,62	2,99
0,905		0,745	1,12	1,50	1,88	2,26	2,64	3,02
0,910		0,751	1,13	1,51	1,90	2,28	2,66	3,04
0,915		0,757	1,14	1,53	1,91	2,30	2,68	3,06
0,920		0,763	1,15	1,54	1,93	2,32	2,70	3,09
0,925		0,770	1,16	1,55	1,94	2,34	2,73	3,12
0,930		0,776	1,17	1,56	1,96	2,35	2,75	3,14
0,935		0,782	1,18	1,58	1,98	2,37	2,77	3,17
0,940		0,788	1,19	1,59	1,99	2,39	2,79	3,19
0,945		0,795	1,20	1,60	2,01	2,41	2,82	3,22
0,950		0,801	1,21	1,62	2,02	2,43	2,84	3,24
0,955		0,807	1,22	1,63	2,04	2,45	2,86	3,27
0,960		0,814	1,23	1,64	2,06	2,47	2,88	3,30
0,965		0,820	1,24	1,66	2,07	2,49	2,91	3,32
0,970		0,826	1,25	1,67	2,09	2,51	2,93	3,35
0,975		0,833	1,26	1,68	2,10	2,53	2,95	3,37
0,980		0,839	1,26	1,69	2,12	2,55	2,97	3,40
0,985		0,846	1,28	1,71	2,14	2,56	3,00	3,42
0,990		0,852	1,28	1,72	2,15	2,58	3,02	3,45
0,995		0,858	1,29	1,73	2,17	2,60	3,04	3,48
1,000		0,865	1,30	1,75	2,18	2,62	3,06	3,50

Таблица Е.3 - Расходы воды при $b/B=0,6$; $p=0$

h, м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2-75,	3,00
0,050	0,0047	0,009	0,013	0,018	0,022	0,027	0,031	0,036	0,040	0,044	0,049	0,054
0,055	0,0054	0,010	0,015	0,021	0,026	0,031	0,036	0,042	0,047	0,052	0,057	0,062
0,060	0,0061	0,012	0,018	0,024	0,030	0,037	0,042	0,048	0,054	0,060	0,066	0,072
0,065	0,0069	0,014	0,021	0,027	0,034	0,041	0,048	0,055	0,062	0,069	0,076	0,083
0,070	0,0078	0,015	0,023	0,031	0,039	0,046	0,054	0,062	0,070	0,078	0,085	0,093
0,075	0,0087	0,017	0,026	0,035	0,044	0,052	0,061	0,070	0,078	0,087	0,096	0,105
0,080	0,0096	0,019	0,029	0,038	0,048	0,058	0,067	0,077	0,087	0,096	0,106	0,116
0,085	0,0106	0,021	0,032	0,042	0,053	0,064	0,074	0,085	0,096	0,106	0,117	0,128
0,090	0,0116	0,023	0,034	0,046	0,058	0,069	0,081	0,093	0,104	0,116	0,128	0,139
0,095	0,0126	0,025	0,038	0,050	0,063	0,076	0,088	0,101	0,114	0,126	0,139	0,152
0,100	0,0136	0,027	0,041	0,054	0,068	0,082	0,095	0,109	0,123	0,137	0,150	0,164
0,105	0,015	0,029	0,044	0,059	0,075	0,088	0,103	0,118	0,133	0,147	0,162	0,177
0,110	0,016	0,032	0,047	0,063	0,079	0,095	0,111	0,127	0,143	0,159	0,175	0,191
0,115	0,017	0,034	0,051	0,067	0,085	0,102	0,119	0,136	0,153	0,170	0,187	0,204
0,120	0,018	0,036	0,054	0,072	0,091	0,109	0,127	0,146	0,164	0,182	0,200	0,219
0,125	0,019	0,038	0,058	0,077	0,097	0,116	0,136	0,155	0,175	0,194	0,213	0,233
0,130	0,020	0,041	0,062	0,082	0,103	0,124	0,144	0,165	0,186	0,206	0,227	0,248
0,135	0,022	0,043	0,065	0,087	0,109	0,131	0,153	0,175	0,197	0,219	0,241	0,263
0,140	0,023	0,046	0,069	0,092	0,116	0,139	0,162	0,186	0,209	0,232	0,256	0,279
0,145	0,024	0,049	0,073	0,098	0,122	0,147	0,172	0,196	0,221	0,246	0,270	0,295
0,150	0,026	0,051	0,077	0,103	0,129	0,155	0,181	0,207	0,233	0,259	0,285	0,311
0,155	0,027	0,054	0,081	0,108	0,136	0,163	0,190	0,218	0,245	0,272	0,299	0,327
0,160	0,028	0,056	0,085	0,114	0,142	0,171	0,200	0,228	0,257	0,286	0,315	0,344
0,165	0,030	0,059	0,089	0,119	0,149	0,180	0,210	0,239	0,269	0,300	0,330	0,360
0,170	0,031	0,062	0,093	0,125	0,156	0,188	0,219	0,250	0,282	0,314	0,345	0,377
0,175	0,032	0,065	0,098	0,130	0,163	0,196	0,229	0,262	0,295	0,328	0,361	0,394
0,180	0,034	0,068	0,102	0,136	0,171	0,205	0,240	0,274	0,308	0,343	0,377	0,412
0,185	0,035	0,070	0,106	0,142	0,178	0,214	0,250	0,286	0,322	0,358	0,393	0,429
0,190	0,037	0,073	0,11	0,148	0,186	0,223	0,260	0,298	0,335	0,372	0,410	0,447
0,195	0,038	0,076	0,115	0,154	0,193	0,232	0,271	0,310	0,349	0,387	0,426	0,465
0,200	0,040	0,079	0,120	0,160	0,201	0,241	0,282	0,322	0,363	0,403	0,443	0,484
0,205	0,041	0,083	0,124	0,166	0,209	0,250	0,293	0,332	0,377	0,418	0,460	0,503
0,210	0,043	0,086	0,129	0,173	0,216	0,260	0,304	0,347	0,391	0,434	0,478	0,522
0,215	0,044	0,089	0,134	0,179	0,225	0,270	0,315	0,360	0,406	0,451	0,496	0,541
0,220	0,046	0,092	0,139	0,186	0,233	0,280	0,327	0,373	0,420	0,467	0,514	0,561
0,225	0,048	0,095	0,144	0,192	0,241	0,289	0,338	0,386	0,435	0,483	0,532	0,580
0,230	0,049	0,098	0,149	0,199	0,249	0,299	0,349	0,399	0,450	0,500	0,550	0,600
0,235	0,051	0,102	0,154	0,206	0,257	0,309	0,361	0,412	0,465	0,516	0,563	0,620
0,240	0,052	0,105	0,159	0,212	0,266	0,319	0,373	0,426	0,480	0,533	0,586	0,640
0,245	0,054	0,108	0,164	0,219	0,274	0,329	0,385	0,440	0,495	0,550	0,605	0,661
0,250	0,056	0,112	0,169	0,226	0,283	0,340	0,397	0,453	0,510	0,567	0,624	0,681
0,255	0,058	0,116	0,174	0,233	0,292	0,350	0,409	0,468	0,526	0,585	0,643	0,703

Продолжение таблицы Е.3

		h м	Ширина горловины, м											
			0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,260	0,059	0,505	0,162	3,326	0,491	3,657	0,823	0,988	1,16	1,32	1,49	1,65	1,82	1,98
0,265	0,061	0,510	0,164	3,331	0,499	0,668	0,836	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,85	2,02
0,270	0,063	0,515	0,167	3,336	0,506	0,678	0,848	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,05
0,275	0,065	0,520	0,169	0,341	0,514	0,688	0,860	1,03	1,21	1,38	1,56	1,73	1,90	2,08
0,280	0,066	0,525	0,172	0,346	0,521	0,698	0,873	1,05	0,23	1,40	1,58	1,75	1,93	2,11
0,285	0,068	0,530	0,174	0,350	0,528	0,708	0,885	1,06	1,24	1,42	1,60	1,78	1,96	2,14
0,290	0,070	0,535	0,177	0,356	0,536	0,718	0,898	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,17
0,295	0,072	0,540	0,180	0,360	0,544	0,728	0,911	1,09	1,28	1,46	1,65	1,83	2,01	2,20
0,300	0,074	0,545	0,182	0,366	0,552	0,739	0,924	1,11	1,30	1,48	1,67	1,85	2,04	2,23
0,305	0,076	0,550	0,184	0,370	0,559	0,749	0,937	1,12	1,31	1,50	1,69	1,88	2,07	2,26
0,310	0,077	0,555	0,187	0,376	0,567	0,759	0,950	1,14	1,33	1,52	1,72	1,90	2,10	2,29
0,315	0,079	0,560	0,189	0,381	0,575	0,769	0,963	1,16	1,35	1,54	1,74	1,93	2,12	2,32
0,320	0,081	0,565	0,192	0,386	0,582	0,780	0,976	1,17	1,37	1,57	1,76	1,96	2,16	2,35
0,325	0,083	0,570	0,194	0,391	0,590	0,790	0,988	1,19	1,39	1,59	1,79	1,98	2,18	2,38
0,330	0,085	0,575	0,197	0,397	0,598	0,800	1,00	1,20	1,41	1,61	1,81	2,01	2,21	2,42
0,335	0,087	0,580	0,200	0,402	0,606	0,811	1,02	1,22	1,42	1,63	1,83	2,04	2,24	2,45
0,340	0,089	0,585	0,202	0,407	0,614	0,822	1,03	1,24	1,44	1,65	1,86	2,06	2,27	2,48
0,345	0,091	0,590	0,205	0,412	0,622	0,833	1,04	1,25	1,46	1,67	1,88	2,09	2,30	2,51
0,350	0,093	0,595	0,208	0,417	0,630	0,843	1,06	1,27	1,48	1,69	1,91	2,12	2,33	2,54
0,355	0,095	0,600	0,210	0,423	0,638	0,854	1,07	1,28	1,50	1,71	1,93	2,14	2,36	2,58
0,360	0,097	0,605	0,213	0,428	0,646	0,865	1,08	1,30	1,52	1,74	1,96	2,17	2,39	2,61
0,365	0,099	0,610	0,215	0,433	0,654	0,875	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64
0,370	0,101	0,615	0,218	0,439	0,662	0,886	1,11	1,33	1,56	1,78	2,00	2,23	2,45	2,68
0,375	0,103	0,620	0,221	0,444	0,670	0,897	1,12	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	2,48	2,71
0,380	0,106	0,625	0,224	0,449	0,678	0,908	1,14	1,36	1,59	1,82	2,05	2,28	2,51	2,74
0,385	0,108	0,630	0,226	0,455	0,686	0,919	1,15	1,38	1,61	1,84	2,08	2,31	2,54	2,77
0,390	0,110	0,635	0,229	0,460	0,694	0,930	1,16	1,40	1,63	1,86	2,10	2,34	2,57	2,81
0,395	0,112	0,640	0,232	0,466	0,704	0,942	1,18	1,42	1,65	1,89	2,13	2,36	2,60	2,84
0,400	0,114	0,645	0,234	0,472	0,712	0,953	1,19	1,43	1,67	1,91	2,15	2,39	2,63	2,87
0,405	0,116	0,650	0,237	0,477	0,720	0,964	1,21	1,45	1,69	1,93	2,18	2,42	2,66	2,91
0,410	0,118	0,655	0,240	0,483	0,728	0,975	1,22	1,47	1,71	1,96	2,20	2,45	2,70	2,94
0,415	0,120	0,660	0,242	0,488	0,737	0,986	1,23	1,48	1,73	1,98	2,23	2,48	2,73	2,98
0,420	0,120	0,665	0,245	0,494	0,745	0,998	1,25	1,50	1,75	2,00	2,26	2,51	2,76	3,01
0,425	0,125	0,670	0,248	0,499	0,754	1,01	1,26	1,52	1,77	2,02	2,28	2,54	2,79	3,04
0,430	0,127	0,675	0,251	0,505	0,762	1,02	1,28	1,53	1,79	2,05	2,31	2,56	2,82	3,08
0,435	0,129	0,680	0,254	0,510	0,770	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59	2,85	3,11
0,440	0,132	0,685	0,257	0,516	0,779	1,04	1,30	1,57	1,83	2,09	2,36	2,62	2,88	3,15
0,445	0,134	0,690	0,259	0,522	0,788	1,05	1,32	1,58	1,85	2,12	2,38	2,65	2,91	3,18
0,450	0,136	0,695	0,262	0,527	0,796	1,07	1,33	1,60	1,87	2,14	2,41	2,68	2,95	3,22
0,455	0,138	0,700	0,265	0,533	0,805	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,44	2,71	2,98	3,25
0,460	0,141	0,705	0,268	0,539	0,813	1,09	1,36	1,64	1,91	2,18	2,46	2,74	3,01	3,29
0,465	0,143	0,710	0,271	0,545	0,822	1,10	1,33	1,65	1,93	2,21	2,49	2,77	3,04	3,32
0,470	0,145	0,715	0,274	0,551	0,832	1,11	1,39	1,67	1,95	2,23	2,52	2,80	3,07	3,36
0,475	0,148	0,720	0,277	0,557	0,840	1,12	1,41	1,69	1,98	2,26	2,54	2,83	3,11	3,40
0,480	0,150	0,725	0,280	0,563	0,849	1,14	1,42	1,71	2,00	2,28	2,57	2,86	3,14	3,43
0,485	0,153	0,730	0,282	0,568	0,858	1,15	1,44	1,73	2,02	2,30	2,60	2,89	3,17	3,47
0,490	0,155	0,735	0,285	0,574	0,867	1,16	1,45	1,74	2,04	2,33	2,62	2,92	3,21	3,50
0,495	0,157	0,740	0,288	0,580	0,876	1,17	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,54
0,500	0,160	0,745	0,291	0,586	0,884	1,18	1,48	1,78	2,08	2,38	2,68	2,98	3,27	3,57

Продолжение таблицы Е.3

Окончание таблицы Е.3

h м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,750	0,294	0,592	0,893	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,01	3,31	3,61
0,755		0,598	0,902	1,21	1,51	1,82	2,12	2,42	2,73	3,04	3,34	3,65
0,760		0,604	0,911	1,22	1,53	1,83	2,14	2,45	2,76	3,07	3,37	3,68
0,765		0,610	0,920	1,23	1,54	1,85	2,16	2,47	2,79	3,10	3,40	3,72
0,770		0,616	0,929	1,24	1,56	1,87	2,18	2,50	2,81	3,13	3,44	3,76
0,775		0,622	0,938	1,26	1,57	1,89	2,20	2,52	2,84	3,16	3,47	3,79
0,780		0,628	0,948	1,27	1,59	1,91	2,23	2,54	2,87	3,19	3,51	3,83
0,785		0,634	0,957	1,28	1,60	1,92	2,25	2,57	2,90	3,22	3,54	3,87
0,790		0,641	0,967	1,29	1,62	1,95	2,27	2,60	2,92	3,25	3,57	3,91
0,795		0,647	0,976	1,31	1,64	1,96	2,29	2,62	2,95	3,28	3,61	3,94
0,800		0,653	0,985	1,32	1,65	1,98	2,32	2,65	2,97	3,31	3,64	3,98
0,805		0,659	0,994	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,01	3,34	3,68	4,02
0,810		0,665	1,00	1,34	1,68	2,02	2,36	2,70	3,04	3,37	3,71	4,06
0,815		0,671	1,01	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	3,74	4,10
0,820		0,677	1,02	1,37	1,71	2,06	2,40	2,75	3,09	3,44	3,78	4,13
0,825		0,684	1,03	1,38	1,73	2,08	2,42	2,77	3,12	3,47	3,81	4,17
0,830		0,690	1,04	1,39	1,74	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	4,21
0,835		0,696	1,05	1,40	1,76	2,11	2,47	2,82	3,18	3,53	3,88	4,24
0,840		0,702	1,06	1,42	1,78	2,13	2,49	2,85	3,20	3,56	3,92	4,28
0,845		0,709	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,87	3,24	3,59	3,95	4,32
0,850		0,715	1,08	1,44	1,81	2,17	2,54	2,90	3,26	3,63	3,99	4,36
0,855		0,721	1,09	1,46	1,82	2,19	2,56	2,92	3,29	3,66	4,02	4,40
0,860		0,728	1,10	1,47	1,84	2,21	2,58	2,95	3,32	3,69	4,06	4,44
0,865		0,734	1,17	1,48	1,86	2,23	2,61	2,98	3,35	3,73	4,10	4,48
0,870		0,741	1,12	1,50	1,87	2,25	2,63	3,00	3,38	3,76	4,13	4,52
0,875		0,747	1,13	1,51	1,89	2,27	2,65	3,03	4,41	3,79	4,17	4,55
0,880		0,754	1,14	1,52	1,00	2,29	2,67	3,06	3,44	3,82	4,21	4,60
0,885		0,760	1,15	1,54	1,92	2,31	2,70	3,08	3,47	3,86	4,24	4,63
0,890		0,767	1,16	1,55	1,94	2,33	2,72	3,11	3,50	3,89	4,28	4,67
0,895		0,773	1,17	1,56	1,95	2,35	2,74	3,13	3,53	3,92	4,31	4,71
0,900		0,780	1,18	1,57	1,97	2,37	2,77	3,16	3,56	3,95	4,33	4,75
0,905		0,787	1,19	1,59	1,99	2,39	3,79	3,19	3,59	3,99	4,39	4,79
0,910		0,794	1,20	1,60	2,00	2,41	2,81	3,21	3,62	4,02	4,42	4,83
0,915		0,800	1,21	1,61	2,02	2,43	2,83	3,24	3,65	4,05	4,46	4,87
0,920		0,807	1,22	1,63	2,04	2,45	2,86	3,27	3,68	4,09	4,50	4,91
0,925		0,813	1,23	1,64	2,05	2,47	2,88	3,29	3,71	4,12	4,53	4,95
0,930		0,820	1,24	1,65	2,07	2,49	2,90	3,32	3,74	4,15	4,57	4,99
0,935		0,826	1,25	1,67	2,09	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19	4,61	5,03
0,940		0,833	1,26	1,68	2,10	2,53	2,95	3,37	3,80	4,23	4,65	5,08
0,945		0,840	1,27	1,70	2,12	2,55	2,98	3,40	3,83	4,26	4,68	5,12
0,950		0,846	1,28	1,71	2,14	2,57	3,00	3,43	3,86	4,29	4,72	5,16
0,955		0,853	1,29	1,72	2,16	2,59	3,02	3,46	3,89	4,33	4,76	5,20
0,960		0,860	1,30	1,74	2,17	2,61	3,05	3,48	3,92	4,36	4,80	5,24
0,965		0,867	1,31	1,75	2,19	2,63	3,07	3,51	3,96	4,40	4,84	5,28
0,970		0,873	1,32	1,76	2,21	2,65	3,09	3,53	3,99	4,43	4,87	5,32
0,975		0,880	1,33	1,78	2,22	2,67	3,12	3,56	4,02	4,46	4,91	5,36
0,980		0,887	1,34	1,79	2,24	2,69	3,14	3,59	4,05	4,50	4,95	5,40
0,985		0,894	1,35	1,80	2,26	2,71	3,17	3,62	4,08	4,53	4,99	5,44
0,990		0,900	1,36	1,82	2,27	2,73	3,19	3,64	4,11	4,57	5,02	5,48
0,995		0,907	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,67	4,14	4,60	5,06	5,53
1,000		0,914	1,38	1,84	2,31	2,77	3,24	3,70	4,18	4,69	5,10	5,57

Таблица Е.4 - Расходы воды при $b/B=0,6$; $p=0,30$ м

Н, м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,050	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,041	0,045	0,049
0,055	0,005	0,009	0,014	0,019	0,024	0,028	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057
0,060	0,006	0,011	0,016	0,022	0,027	0,033	0,038	0,044	0,049	0,055	0,060	0,066
0,065	0,006	0,012	0,019	0,025	0,031	0,038	0,044	0,050	0,057	0,063	0,069	0,075
0,070	0,007	0,014	0,021	0,028	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,071	0,078	0,085
0,075	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,080	0,088	0,096
0,080	0,009	0,017	0,026	0,035	0,044	0,053	0,062	0,070	0,079	0,088	0,097	0,106
0,085	0,010	0,019	0,029	0,039	0,048	0,058	0,068	0,078	0,087	0,097	0,107	0,117
0,090	0,010	0,021	0,032	0,042	0,053	0,064	0,074	0,085	0,096	0,106	0,117	0,127
0,095	0,012	0,023	0,034	0,046	0,058	0,069	0,081	0,092	0,104	0,116	0,127	0,139
0,100	0,012	0,025	0,037	0,050	0,062	0,075	0,087	0,100	0,112	0,125	0,137	0,150
0,105	0,014	0,027	0,040	0,054	0,067	0,081	0,094	0,108	0,121	0,135	0,148	0,162
0,110	0,014	0,029	0,043	0,058	0,072	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146	0,160	0,175
0,115	0,016	0,031	0,046	0,062	0,078	0,093	0,109	0,124	0,140	0,156	0,172	0,187
0,120	0,017	0,033	0,050	0,066	0,083	0,100	0,117	0,133	0,150	0,167	0,184	0,200
0,125	0,018	0,035	0,053	0,071	0,089	0,107	0,124	0,142	0,160	0,178	0,196	0,214
0,130	0,019	0,038	0,056	0,076	0,094	0,113	0,132	0,151	0,171	0,190	0,209	0,228
0,135	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,121	0,141	0,161	0,181	0,201	0,222	0,242
0,140	0,021	0,042	0,064	0,085	0,106	0,128	0,149	0,171	0,192	0,214	0,235	0,256
0,145	0,022	0,045	0,067	0,090	0,112	0,135	0,158	0,180	0,203	0,226	0,248	0,271
0,150	0,024	0,047	0,071	0,095	0,119	0,142	0,166	0,190	0,214	0,238	0,262	0,286
0,155	0,025	0,049	0,074	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	0,275	0,301
0,160	0,026	0,052	0,078	0,105	0,131	0,158	0,184	0,210	0,237	0,263	0,290	0,316
0,165	0,027	0,054	0,082	0,110	0,137	0,165	0,193	0,220	0,248	0,276	0,303	0,331
0,170	0,028	0,057	0,086	0,115	0,144	0,173	0,202	0,231	0,260	0,289	0,318	0,347
0,175	0,030	0,060	0,090	0,120	0,151	0,181	0,221	0,241	0,272	0,302	0,332	0,363
0,180	0,031	0,062	0,094	0,126	0,157	0,189	0,221	0,252	0,284	0,316	0,347	0,389
0,185	0,033	0,066	0,098	0,131	0,164	0,197	0,230	0,263	0,296	0,329	0,362	0,396
0,190	0,034	0,068	0,102	0,136	0,171	0,205	0,240	0,274	0,309	0,343	0,377	0,412
0,195	0,035	0,070	0,106	0,142	0,178	0,214	0,250	0,285	0,322	0,357	0,393	0,429
0,200	0,037	0,073	0,110	0,148	0,185	0,222	0,260	0,297	0,334	0,372	0,409	0,446
0,205	0,038	0,076	0,115	0,154	0,193	0,231	0,270	0,309	0,348	0,386	0,425	0,464
0,210	0,040	0,079	0,119	0,160	0,200	0,240	0,280	0,320	0,361	0,401	0,441	0,482
0,215	0,041	0,082	0,124	0,166	0,207	0,249	0,291	0,333	0,374	0,416	0,458	0,500
0,220	0,042	0,085	0,128	0,172	0,215	0,258	0,302	0,345	0,388	0,431	0,474	0,518
0,225	0,044	0,088	0,133	0,178	0,222	0,267	0,312	0,357	0,402	0,447	0,491	0,536
0,230	0,046	0,091	0,138	0,184	0,230	0,277	0,323	0,369	0,416	0,462	0,508	0,555
0,235	0,047	0,094	0,142	0,190	0,238	0,286	0,334	0,388	0,429	0,478	0,526	0,574
0,240	0,049	0,097	0,147	0,196	0,246	0,295	0,345	0,394	0,444	0,493	0,542	0,592
0,245	0,050	0,100	0,152	0,203	0,254	0,305	0,356	0,407	0,459	0,510	0,561	0,612
0,250	0,052	0,104	0,157	0,209	0,262	0,315	0,368	0,420	0,473	0,526	0,578	0,632
0,255	0,053	0,107	0,162	0,216	0,270	0,325	0,379	0,434	0,488	0,542	0,597	0,651
0,260	0,055	0,110	0,166	0,222	0,278	0,334	0,390	0,446	0,502	0,558	0,614	0,671
0,265	0,057	0,114	0,171	0,229	0,287	0,345	0,402	0,460	0,518	0,576	0,633	0,692
0,270	0,058	0,117	0,176	0,236	0,295	0,355	0,414	0,473	0,533	0,592	0,651	0,711

Продолжение таблицы Е.4

Н, м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,275	0,060	0,120	0,181	0,243	0,304	0,365	0,426	0,487	0,548	0,609	0,670	0,732
0,280	0,062	0,124	0,187	0,250	0,312	0,375	0,438	0,501	0,564	0,627	0,689	0,753
0,285	0,063	0,127	0,192	0,257	0,321	0,386	0,450	0,515	0,580	0,644	0,708	0,774
0,290	0,065	0,130	0,197	0,263	0,330	0,396	0,462	0,528	0,595	0,661	0,727	0,794
0,295	0,067	0,134	0,202	0,270	0,338	0,406	0,475	0,542	0,611	0,679	0,747	0,816
0,300	0,068	0,137	0,207	0,278	0,347	0,417	0,487	0,557	0,627	0,697	0,767	0,837
0,305	0,070	0,141	0,212	0,285	0,356	0,428	0,499	0,571	0,643	0,714	0,786	0,858
0,310	0,072	0,144	0,218	0,292	0,366	0,439	0,513	0,586	0,660	0,734	0,807	0,881
0,315	0,074	0,148	0,224	0,299	0,375	0,450	0,526	0,600	0,676	0,751	0,827	0,903
0,320	0,076	0,152	0,229	0,306	0,383	0,461	0,538	0,615	0,770	0,847	0,925	0,925
0,325	0,078	0,156	0,235	0,314	0,393	0,472	0,551	0,630	0,710	0,789	0,868	0,948
0,330	0,080	0,159	0,240	0,322	0,403	0,484	0,565	0,646	0,727	0,808	0,889	0,971
0,335	0,081	0,163	0,246	0,329	0,412	0,495	0,578	0,661	0,745	0,828	0,911	0,994
0,340	0,083	0,167	0,252	0,337	0,421	0,506	0,591	0,675	0,761	0,846	0,931	1,02
0,345	0,085	0,170	0,257	0,344	0,430	0,517	0,604	0,690	0,778	0,864	0,951	1,04
0,350	0,087	0,174	0,263	0,352	0,441	0,530	0,618	0,707	0,796	0,885	0,973	1,06
0,355	0,089	0,178	0,269	0,360	0,450	0,541	0,632	0,722	0,814	0,904	0,995	1,09
0,360	0,091	0,182	0,275	0,368	0,460	0,553	0,646	0,738	0,832	0,924	1,02	1,11
0,365	0,093	0,186	0,280	0,376	0,470	0,564	0,659	0,754	0,849	0,944	1,04	1,13
0,370	0,095	0,190	0,287	0,384	0,480	0,577	0,674	0,770	0,868	0,964	1,06	1,16
0,375	0,097	0,194	0,292	0,391	0,490	0,588	0,687	0,785	0,885	0,984	1,08	1,18
0,380	0,099	0,198	0,298	0,400	0,500	0,601	0,701	0,802	0,904	1,004	1,104	1,21
0,385	0,101	0,202	0,305	0,408	0,510	0,613	0,716	0,818	0,922	1,024	1,13	1,23
0,390	0,103	0,206	0,311	0,416	0,521	0,625	0,730	0,835	0,941	1,05	1,16	1,26
0,395	0,105	0,210	0,317	0,424	0,531	0,638	0,744	0,851	0,959	1,07	1,17	1,28
0,400	0,107	0,214	0,323	0,432	0,541	0,650	0,759	0,867	0,977	1,09	1,19	1,30
0,405	0,109	0,218	0,330	0,441	0,552	0,663	0,774	0,884	0,997	1,11	1,22	1,33
0,410	0,111	0,222	0,336	0,449	0,562	0,675	0,788	0,901	1,02	1,13	1,24	1,36
0,415	0,113	0,227	0,342	0,458	0,573	0,688	0,803	0,918	1,04	1,15	1,26	1,38
0,420	0,115	0,231	0,349	0,466	0,584	0,701	0,819	0,936	1,06	1,17	1,29	1,41
0,425	0,117	0,236	0,355	0,475	0,594	0,714	0,834	0,953	1,08	1,19	1,31	1,43
0,430	0,119	0,240	0,361	0,484	0,605	0,727	0,849	0,970	1,09	1,22	1,34	1,46
0,435	0,121	0,244	0,368	0,492	0,616	0,739	0,864	0,987	1,11	1,24	1,360	1,48
0,440	0,124	0,248	0,374	0,501	0,626	0,752	0,879	1,00	1,13	1,26	1,38	1,51
0,445	0,126	0,253	0,381	0,510	0,638	0,767	0,896	1,02	1,15	1,28	1,41	1,54
0,450	0,128	0,257	0,387	0,519	0,649	0,780	0,911	1,04	1,17	1,30	1,43	1,57
0,455	0,130	0,262	0,394	0,528	0,661	0,794	0,927	1,06	1,19	1,33	1,46	1,59
0,460	0,132	0,266	0,401	0,537	0,672	0,807	0,942	1,08	1,21	1,35	1,48	1,62
0,465	0,134	0,270	0,407	0,546	0,683	0,820	0,958	1,10	1,23	1,37	1,51	1,65
0,470	0,137	0,274	0,414	0,555	0,694	0,834	0,974	1,11	1,25	1,39	1,53	1,67
0,475	0,139	0,279	0,421	0,564	0,705	0,847	0,990	1,13	1,28	1,42	1,56	1,70
0,480	0,141	0,283	0,428	0,572	0,716	0,860	1,00	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73
0,485	0,143	0,288	0,434	0,582	0,729	0,874	1,02	1,17	1,32	1,46	1,61	1,76
0,490	0,146	0,293	0,442	0,591	0,740	0,889	1,04	1,19	1,34	1,47	1,63	1,78
0,495	0,148	0,297	0,448	0,600	0,751	0,902	1,06	1,21	1,36	1,51	1,66	1,81
0,500	0,150	0,302	0,456	0,610	0,763	0,917	1,07	1,22	1,38	1,53	1,69	1,84
0,505	0,153	0,307	0,462	0,619	0,775	0,931	1,09	1,24	1,40	1,56	1,71	1,87
0,510	0,155	0,312	0,470	0,630	0,788	0,946	1,11	1,26	1,42	1,58	1,74	1,90
0,515	0,157	0,316	0,477	0,639	0,799	0,960	1,12	1,28	1,44	1,60	1,77	1,93

Продолжение таблицы Е.4

Н м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,520	0,160	0,322	0,485	0,649	0,812	0,975	1,14	1,30	1,47	1,63	1,79	1,96
0,525	0,162	0,326	0,492	0,658	0,824	0,989	1,16	1,32	1,49	1,65	1,82	1,99
0,530	0,164	0,331	0,499	0,668	0,835	1,00	1,17	1,34	1,51	1,68	1,84	2,02
0,535	0,167	0,336	0,506	0,677	0,847	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	1,67	2,04
0,540	0,169	0,340	0,513	0,687	0,859	1,03	1,21	1,38	1,55	1,72	1,90	2,07
0,545	0,172	0,345	0,520	0,697	0,872	1,05	1,22	1,40	1,57	1,75	1,92	2,10
0,550	0,174	0,350	0,528	0,707	0,884	1,06	1,24	1,42	1,60	1,77	1,95	2,13
0,555	0,176	0,355	0,536	0,717	0,897	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,16
0,560	0,179	0,360	0,543	0,727	0,909	1,09	1,28	1,46	1,64	1,82	2,01	2,19
0,565	0,181	0,365	0,550	0,737	0,922	1,11	1,30	1,48	1,67	1,85	2,04	2,22
0,570	0,184	0,370	0,558	0,747	0,934	1,12	1,31	1,50	1,69	1,88	2,06	2,25
0,575	0,186	0,375	0,565	0,757	0,947	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28
0,580	0,189	0,380	0,573	0,766	0,959	1,15	1,35	1,54	1,73	1,93	2,12	2,31
0,585	0,191	0,385	0,581	0,777	0,973	1,17	1,36	1,56	1,76	1,95	2,15	2,34
0,590	0,194	0,390	0,583	0,787	0,985	1,18	1,38	1,58	1,78	1,98	2,17	2,37
0,595	0,196	0,395	0,596	0,797	0,998	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
0,600	0,199	0,400	0,603	0,807	1,01	1,21	1,42	1,62	1,82	2,03	2,23	2,43
0,605	0,202	0,405	0,611	0,818	1,02	1,23	1,44	1,64	1,85	2,06	2,26	2,47
0,610	0,204	0,410	0,619	0,828	1,04	1,24	1,45	1,66	1,87	2,08	2,29	2,50
0,615	0,206	0,415	0,626	0,839	1,05	1,26	1,47	1,68	1,90	2,11	2,32	2,53
0,620	0,209	0,421	0,635	0,850	1,06	1,28	1,49	1,70	1,92	2,14	2,35	2,56
0,625	0,212	0,426	0,642	0,860	1,08	1,29	1,51	1,72	1,94	2,16	2,38	2,60
0,630	0,214	0,431	0,650	0,870	1,09	1,31	1,53	1,75	1,97	2,19	2,41	2,63
0,635	0,217	0,436	0,658	0,881	1,10	1,32	1,55	1,77	1,99	2,21	2,43	2,66
0,640	0,219	0,442	0,666	0,892	1,12	1,34	1,57	1,79	2,02	2,24	2,46	2,69
0,645	0,222	0,447	0,674	0,902	1,13	1,36	1,58	1,81	2,04	2,26	2,49	2,72
0,650	0,225	0,452	0,682	0,914	1,14	1,37	1,60	1,83	2,06	2,29	2,52	2,76
0,655	0,227	0,458	0,691	0,924	1,16	1,39	1,62	1,85	2,09	2,32	2,56	2,79
0,660	0,230	0,463	0,699	0,936	1,17	1,41	1,64	1,88	2,12	2,35	2,59	2,82
0,665	0,233	0,468	0,707	0,947	1,18	1,42	1,66	1,90	2,14	2,38	2,62	2,86
0,670	0,236	0,474	0,715	0,957	1,30	1,44	1,68	1,92	2,16	2,41	2,65	2,89
0,675	0,238	0,479	0,723	0,968	1,21	1,46	1,70	1,94	2,19	2,43	2,68	2,92
0,680	0,241	0,484	0,731	0,979	1,22	1,47	1,72	1,96	2,21	2,46	2,71	2,95
0,685	0,243	0,490	0,739	0,990	1,24	1,49	1,74	1,98	2,24	2,49	2,74	2,99
0,690	0,246	0,495	0,747	1,00	1,25	1,50	1,76	2,01	2,26	2,51	2,77	3,02
0,695	0,249	0,501	0,756	1,01	1,27	1,52	1,78	2,03	2,29	2,54	2,80	3,06
0,700	0,252	0,506	0,764	1,02	1,28	1,36	1,80	2,05	2,31	2,57	2,83	3,09
0,705	0,255	0,512	0,773	1,03	1,29	1,55	1,82	2,08	2,34	2,60	2,86	3,12
0,710	0,258	0,518	0,782	1,05	1,31	1,57	1,84	2,10	2,37	2,63	2,89	3,16
0,715	0,260	0,524	0,791	1,06	1,32	1,59	1,86	2,12	2,39	2,66	2,92	3,19
0,720	0,263	0,529	0,799	1,07	1,34	1,61	1,88	2,15	2,42	2,69	2,96	3,23
0,725	0,266	0,535	0,807	1,08	1,35	1,62	1,90	2,17	2,44	2,72	2,99	3,26
0,730	0,268	0,540	0,816	1,09	1,37	1,64	1,92	2,19	2,47	2,74	3,02	3,30
0,735	0,271	0,546	0,824	1,10	1,38	1,66	1,94	2,21	2,50	2,77	3,05	3,33
0,740	0,274	0,552	0,832	1,11	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,08	3,36
0,745	0,277	0,560	0,842	1,13	1,41	1,69	1,98	2,26	2,55	2,83	3,11	3,40
0,750	0,280	0,563	0,850	1,14	1,42	1,71	2,00	2,28	2,57	2,86	3,15	3,44
0,755		0,569	0,859	1,15	1,44	1,73	2,02	2,31	2,60	2,89	3,18	3,47
0,760		0,575	0,868	1,16	1,45	1,75	2,04	2,33	2,63	2,92	3,21	3,51

Окончание таблицы Е.4

Н м	Ширина горловины, м											
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,765		0,581	0,877	1,17	1,47	1,76	2,06	2,36	2,65	2,95	3,24	3,54
0,770		0,587	0,884	1,18	1,48	1,78	2,08	2,38	2,68	2,98	3,28	3,58
0,775		0,592	0,894	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,71	3,01	3,31	3,61
0,780		0,598	0,903	1,21	1,51	1,82	2,12	2,42	2,73	3,04	3,34	3,65
0,785		0,604	0,911	1,22	1,53	1,83	2,14	2,45	2,76	3,07	3,37	3,68
0,790		0,611	0,922	1,23	1,54	1,86	2,17	2,48	2,79	3,10	3,41	3,72
0,795		0,617	0,931	1,25	1,56	1,87	2,19	2,50	2,81	3,13	3,44	3,76
0,800		0,622	0,939	1,26	1,57	1,89	2,21	2,52	2,84	3,16	3,47	3,80
0,805		0,629	0,949	1,27	1,59	1,91	2,23	2,55	2,87	3,19	3,51	3,84
0,810		0,635	0,958	1,28	1,60	1,93	2,25	2,57	2,90	3,22	3,54	3,87
0,815		0,641	0,967	1,29	1,62	1,95	2,27	2,60	2,92	3,25	3,57	3,91
0,820		0,646	0,976	1,31	1,63	1,96	2,29	2,62	2,95	3,28	3,61	3,94
0,825		0,652	0,985	1,32	1,65	1,98	2,31	2,64	2,98	3,31	3,64	3,98
0,830		0,658	0,994	1,33	1,66	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3,67	4,02
0,835		0,664	1,00	1,34	1,68	2,02	2,36	2,69	3,03	3,37	3,71	4,05
0,840		0,670	1,01	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	3,74	4,09
0,845		0,677	1,02	1,37	1,71	2,06	2,40	2,74	3,09	3,43	3,78	4,13
0,850		0,683	1,03	1,38	1,73	2,07	2,42	2,77	3,12	3,46	3,81	4,16
0,855		0,689	1,04	1,39	1,74	2,09	2,44	2,79	3,14	3,50	3,84	4,20
0,860		0,695	1,05	1,40	1,76	2,11	2,46	2,82	3,17	3,52	3,88	4,24
0,865		0,701	1,06	1,42	1,77	2,13	2,49	2,84	3,20	3,56	3,92	4,28
0,870		0,709	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,87	3,23	3,59	3,95	4,32
0,875		0,715	1,08	1,44	1,80	2,17	2,54	2,90	3,26	3,62	3,99	4,36
0,880		0,721	1,09	1,46	1,82	2,19	2,56	2,92	3,29	3,65	4,02	4,39
0,885		0,727	1,10	1,47	1,84	2,21	2,58	2,95	3,32	3,69	4,06	4,43
0,890		0,733	1,11	1,48	1,85	2,22	2,60	2,97	3,35	3,72	4,09	4,47
0,895		0,739	1,12	1,49	1,87	2,24	2,62	3,00	3,38	3,75	4,12	4,50
0,900		0,746	1,12	1,50	1,88	2,26	2,64	3,02	3,40	3,78	4,16	4,54
0,905		0,752	1,14	1,52	1,90	2,28	2,67	3,05	3,43	3,81	4,19	4,58
0,910		0,759	1,14	1,53	1,92	2,30	2,69	3,07	3,46	3,84	4,23	4,62
0,915		0,765	1,15	1,54	1,93	2,32	2,71	3,10	3,49	3,88	4,26	4,67
0,920		0,772	1,16	1,56	1,95	2,34	2,74	3,13	3,52	3,91	4,30	4,70
0,925		0,778	1,17	1,57	1,97	2,36	2,76	3,15	3,55	3,94	4,34	4,74
0,930		0,785	1,18	1,58	1,98	2,38	2,78	3,18	3,58	3,98	4,37	4,78
0,935		0,795	1,19	1,60	2,00	2,40	2,81	3,21	3,61	4,01	4,41	4,82
0,940		0,798	1,20	1,61	2,02	2,42	2,84	3,23	3,64	4,05	4,45	4,86
0,945		0,805	1,21	1,62	2,03	2,44	2,85	3,26	3,67	4,08	4,49	4,90
0,950		0,811	1,22	1,64	2,05	2,46	2,87	3,28	3,70	4,11	4,52	4,94
0,955		0,817	1,23	1,65	2,06	2,48	2,90	3,31	3,73	4,15	4,56	4,98
0,960		0,824	1,24	1,66	2,08	2,50	2,92	3,34	3,76	4,18	4,60	5,02
0,965		0,830	1,25	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,79	4,21	4,63	5,06
0,970		0,837	1,26	1,69	2,12	2,54	2,97	3,39	3,82	4,25	4,67	5,10
0,975		0,844	1,27	1,70	2,13	2,56	2,99	3,42	3,85	4,28	4,71	5,14
0,980		0,851	1,28	1,72	2,15	2,58	3,01	3,44	3,88	4,31	4,74	5,18
0,985		0,857	1,29	1,73	2,16	2,60	3,04	3,47	3,91	4,35	4,78	5,22
0,990		0,864	1,30	1,74	2,18	2,62	3,06	3,50	3,94	4,38	4,82	5,27
0,995		0,871	1,31	1,76	2,20	2,64	3,09	3,53	3,98	4,42	4,86	5,31
1,00		0,878	1,32	1,77	2,22	2,66	3,11	3,55	4,00	4,45	4,90	5,35

Таблица Е.5 - Значения коэффициента скорости C_v в зависимости от b/B , напора и глубины в подводящем канале (для лотков с боковым и донным сжатием и для лотков только с донным сжатием)

b/B	$\frac{h}{h+p}$								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
0,10	1,002	1,002	1,001	1,001	1,001	1,001	1,000	1,000	1,000
0,15	1,005	1,004	1,003	1,003	1,002	1,001	1,001	1,001	1,000
0,20	1,009	1,007	1,006	1,004	1,003	1,002	1,001	1,001	1,000
0,25	1,014	1,012	1,009	1,007	1,005	1,004	1,002	1,001	1,001
0,30	1,021	1,017	1,013	1,010	1,007	1,005	1,003	1,002	1,001
0,35	1,029	1,023	1,018	1,014	1,010	1,007	1,004	1,003	1,001
0,40	1,039	1,031	1,024	1,018	1,013	1,010	1,006	1,003	1,001
0,45	1,050	1,040	1,031	1,023	1,017	1,012	1,007	1,004	1,002
0,50	1,064	1,050	1,039	1,029	1,021	1,014	1,010	1,005	1,002
0,55	1,079	1,062	1,048	1,036	1,026	1,018	1,011	1,006	1,003
0,60	1,098	1,076	1,058	1,043	1,031	1,021	1,013	1,007	1,003
0,65	1,120	1,092	1,070	1,050	1,037	1,025	1,016	1,009	1,004
0,70	1,147	1,111	1,063	1,061	1,043	1,029	1,018	1,010	1,004
0,75		1,133	1,098	1,071	1,050	1,034	1,021	1,012	1,005
0,80			1,116	1,083	1,058	1,039	1,024	1,013	1,006
0,85			1,136	1,096	1,066	1,044	1,027	1,015	1,007
0,90				1,111	1,076	1,050	1,031	1,017	1,007
0,95				1,128	1,086	1,056	1,035	1,019	1,008
1,00				1,147	1,098	1,064	1,039	1,021	1,009

Таблица Е.6 - Значение C_1 для разных напоров h в зависимости от ширины b и длины l горловины лотка

l/b	h/l													
	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
0,2	0,992	0,992	0,991	0,991	0,990	0,989	0,988	0,986	0,984	0,981	0,976	0,969	0,954	0,910
0,4	0,991	0,991	0,990	0,990	0,989	0,988	0,986	0,985	0,983	0,980	0,975	0,968	0,953	0,909
0,6	0,990	0,990	0,989	0,988	0,988	0,987	0,985	0,984	0,982	0,979	0,974	0,967	0,952	0,908
0,8	0,989	0,988	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,980	0,977	0,973	0,966	0,951	0,907
1,0	0,988	0,987	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,981	0,979	0,976	0,972	0,964	0,950	0,906
1,2	0,987	0,986	0,985	0,985	0,984	0,982	0,980	0,980	0,978	0,975	0,971	0,963	0,949	0,906
1,4	0,985	0,984	0,984	0,984	0,983	0,982	0,981	0,979	0,977	0,974	0,970	0,962	0,947	0,904
1,6	0,984	0,984	0,983	0,982	0,982	0,981	0,979	0,978	0,976	0,973	0,968	0,961	0,946	0,903
1,8	0,983	0,982	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,975	0,972	0,967	0,960	0,945	0,902
2,0	0,982	0,981	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,975	0,973	0,970	0,966	0,959	0,944	0,901
2,2	0,981	0,980	0,980	0,979	0,978	0,977	0,976	0,974	0,972	0,970	0,965	0,958	0,943	0,900
2,4	0,979	0,979	0,978	0,978	0,977	0,976	0,975	0,973	0,971	0,968	0,964	0,956	0,942	0,898
2,6	0,978	0,978	0,977	0,977	0,976	0,975	0,974	0,972	0,970	0,967	0,963	0,955	0,941	0,897
2,8	0,977	0,977	0,976	0,975	0,975	0,974	0,973	0,971	0,969	0,966	0,961	0,954	0,940	0,896
3,0	0,976	0,976	0,975	0,974	0,972	0,972	0,971	0,970	0,968	0,965	0,960	0,953	0,938	0,895
3,2	0,975	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,966	0,964	0,959	0,952	0,937	0,894
3,4	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,967	0,965	0,962	0,958	0,951	0,936	0,893
3,6	0,973	0,972	0,971	0,971	0,970	0,969	0,968	0,966	0,964	0,961	0,957	0,950	0,935	0,892
3,8	0,971	0,971	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967	0,965	0,963	0,960	0,956	0,948	0,934	0,891
4,0	0,970	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967	0,966	0,964	0,962	0,959	0,955	0,947	0,933	0,890
4,2	0,969	0,969	0,968	0,967	0,967	0,966	0,964	0,963	0,961	0,958	0,953	0,946	0,932	0,889
4,4	0,968	0,967	0,967	0,966	0,965	0,964	0,963	0,962	0,960	0,957	0,952	0,945	0,931	0,888
4,6	0,967	0,966	0,966	0,965	0,964	0,963	0,962	0,961	0,958	0,956	0,951	0,944	0,930	0,887
4,8	0,966	0,965	0,965	0,964	0,963	0,962	0,961	0,959	0,957	0,954	0,950	0,943	0,928	0,886
5,0	0,965	0,964	0,963	0,963	0,962	0,961	0,960	0,958	0,956	0,953	0,949	0,942	0,927	0,885

Приложение Ж
(обязательное)

Расходы воды (м³/с) через водослив с треугольным профилем порога
на 1 м ширины гребня

<i>h</i> , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	<i>h</i> , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,03	0,0102	0,0112	0,0123	0,0134	0,0145	0,50	0,693	0,697	0,701	0,705	0,710
0,04	0,0157	0,0169	0,0181	0,0193	0,0206	0,51	0,714	0,718	0,722	0,726	0,731
0,05	0,0219	0,0232	0,0246	0,0260	0,0274	0,52	0,735	0,739	0,743	0,748	0,752
0,06	0,0288	0,0303	0,0317	0,0332	0,0348	0,53	0,756	0,761	0,765	0,769	0,773
0,07	0,0363	0,0379	0,0394	0,0411	0,0427	0,54	0,778	0,782	0,786	0,791	0,795
0,08	0,0444	0,0460	0,0477	0,0494	0,0512	0,55	0,799	0,804	0,808	0,813	0,817
0,09	0,0529	0,0547	0,0565	0,0583	0,0601	0,56	0,821	0,826	0,830	0,835	0,839
0,10	0,0620	0,0638	0,0657	0,0676	0,0696	0,57	0,843	0,848	0,852	0,857	0,861
0,11	0,0715	0,0735	0,0754	0,0774	0,0794	0,58	0,866	0,870	0,875	0,879	0,884
0,12	0,0815	0,0835	0,0856	0,0877	0,0898	0,59	0,888	0,893	0,897	0,902	0,906
0,13	0,0919	0,0940	0,0961	0,0983	0,100	0,60	0,911	0,915	0,920	0,925	0,929
0,14	0,103	0,105	0,107	0,109	0,112	0,61	0,934	0,938	0,943	0,948	0,952
0,15	0,114	0,116	0,118	0,121	0,123	0,62	0,957	0,961	0,966	0,971	0,975
0,16	0,125	0,128	0,130	0,133	0,135	0,63	0,980	0,985	0,989	0,994	0,998
0,17	0,137	0,140	0,142	0,145	0,147	0,64	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02
0,18	0,150	0,152	0,155	0,157	0,160	0,65	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05
0,19	0,162	0,165	0,167	0,170	0,173	0,66	1,05	1,06	1,06	1,06	1,07
0,20	0,175	0,178	0,181	0,183	0,186	0,67	1,08	1,08	1,08	1,09	1,09
0,21	0,187	0,191	0,194	0,197	0,200	0,68	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12
0,22	0,202	0,205	0,208	0,211	0,213	0,69	1,12	1,13	1,13	1,14	1,14
0,23	0,216	0,219	0,222	0,225	0,228	0,70	1,15	1,15	1,16	1,16	1,17
0,24	0,230	0,233	0,236	0,239	0,242	0,71	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19
0,25	0,245	0,248	0,251	0,254	0,257	0,72	1,20	1,20	1,21	1,21	1,22
0,26	0,260	0,263	0,266	0,269	0,272	0,73	1,22	1,23	1,23	1,24	1,24
0,27	0,275	0,278	0,281	0,284	0,287	0,74	1,25	1,25	1,26	1,26	1,27
0,28	0,290	0,294	0,297	0,300	0,303	0,75	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29
0,29	0,306	0,309	0,312	0,316	0,319	0,76	1,30	1,30	1,31	1,31	1,32
0,30	0,322	0,325	0,329	0,332	0,335	0,77	1,32	1,33	1,34	1,34	1,34
0,31	0,338	0,342	0,345	0,348	0,351	0,78	1,35	1,36	1,36	1,37	1,37
0,32	0,355	0,358	0,361	0,365	0,368	0,79	1,38	1,38	1,39	1,39	1,40
0,33	0,372	0,375	0,378	0,382	0,385	0,80	1,40	1,41	1,41	1,42	1,42
0,34	0,389	0,392	0,395	0,399	0,402	0,81	1,43	1,43	1,44	1,44	1,45
0,35	0,406	0,409	0,413	0,416	0,420	0,82	1,46	1,46	1,47	1,47	1,48
0,36	0,423	0,427	0,430	0,434	0,438	0,83	1,48	1,49	1,49	1,50	1,50
0,37	0,441	0,445	0,448	0,452	0,456	0,84	1,51	1,51	1,52	1,52	1,5a
0,38	0,459	0,463	0,466	0,470	0,474	0,85	1,54	1,54	1,55	1,55	1,56
0,39	0,477	0,481	0,485	0,488	0,492	0,86	1,56	1,57	1,58	1,58	1,58.
0,40	0,496	0,500	0,503	0,507	0,511	0,87	1,59	1,60	1,60	1,61	1,61
0,41	0,515	0,518	0,522	0,526	0,530	0,88	1,62	1,62	1,63	1,64	1,64
0,42	0,533	0,537	0,541	0,545	0,549	0,89	1,65	1,65	1,66	1,66	1,67
0,43	0,553	0,557	0,560	0,564	0,568	0,90	1,67	1,68	1,68	1,69	1,70
0,44	0,572	0,576	0,580	0,584	0,588	0,91	1,70	1,71	1,71	1,72	1,72
0,45	0,592	0,596	0,600	0,604	0,608	0,92	1,73	1,74	1,74	1,75	1,75.
0,46	0,611	0,615	0,619	0,623	0,628	0,93	1,76	1,76	1,77	1,78	1,78
0,47	0,632	0,636	0,640	0,644	0,648	0,94	1,79	1,79	1,80	1,80	1,81
0,48	0,652	0,656	0,660	0,664	0,668	0,95	1,82	1,82	1,83	1,83	1,84
0,49	0,673	0,676	0,681	0,685	0,689	0,96	1,84	1,85	1,86	1,86	1,87

Продолжение таблицы

h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,97	1,87	1,88	1,88	1,89	1,90	1,48	3,53	3,54	3,54	3,55	3,56
0,98	1,90	1,91	1,91	1,92	1,92	1,49	3,56	3,57	3,58	3,59	3,59
0,99	1,93	1,94	1,94	1,95	1,95	1,50	3,60	3,61	3,62	3,62	3,63
1,00	1,96	1,97	1,97	1,98	1,98	1,51	3,64	3,64	3,65	3,66	3,67
1,01	1,99	2,00	2,00	2,01	2,01	1,52	3,67	3,68	3,69	3,70	3,70
1,02	2,02	2,02	2,03	2,04	2,04	1,53	3,71	3,72	3,72	3,73	3,74
1,03	2,05	2,06	2,06	2,07	2,07	1,54	3,75	3,75	3,76	3,77	3,78
1,04	2,08	2,08	2,09	2,10	2,10	1,55	3,78	3,79	3,80	3,80	3,81
1,05	2,11	2,12	2,12	2,13	2,13	1,56	3,82	3,83	3,83	3,84	3,85
1,06	2,14	2,14	2,15	2,16	2,16	1,57	3,86	3,86	3,87	3,88	3,88
1,07	2,17	2,18	2,18	2,19	2,19	1,58	3,89	3,90	3,91	3,92	3,92
1,08	2,20	2,21	2,21	2,22	2,22	1,59	3,93	3,94	3,94	3,95	3,96
1,09	2,23	2,24	2,24	2,25	2,26	1,60	3,97	3,97	3,98	3,99	4,00
1,10	2,26	2,27	2,27	2,28	2,29	1,61	4,00	4,01	4,02	4,03	4,03
1,11	2,29	2,30	2,30	2,31	2,32	1,62	4,04	4,05	4,06	4,06	4,07
1,12	2,32	2,33	2,34	2,34	2,35	1,63	4,08	4,09	4,09	4,10	4,11
1,13	2,35	2,36	2,37	2,37	2,38	1,64	4,12	4,12	4,13	4,14	4,15
1,14	2,39	2,39	2,40	2,40	2,41	1,65	4,15	4,16	4,17	4,18	4,18
1,15	2,42	2,42	2,43	2,44	2,44	1,66	4,19	4,20	4,21	4,22	4,22
1,16	2,45	2,46	2,46	2,47	2,47	1,67	4,23	4,24	4,24	4,25	4,26
1,17	2,48	2,49	2,49	2,50	2,51	1,68	4,27	4,28	4,28	4,29	4,30
1,18	2,51	2,52	2,52	2,53	2,54	1,69	4,31	4,32	4,32	4,33	4,34
1,19	2,54	2,55	2,56	2,56	2,57	1,70	4,34	4,35	4,36	4,37	4,38
1,20	2,58	2,58	2,59	2,60	2,60	1,71	4,38	4,39	4,40	4,41	4,41
1,21	2,61	2,62	2,62	2,63	2,64	1,72	4,42	4,43	4,44	4,44	4,45
1,22	2,64	2,65	2,65	2,66	2,67	1,73	4,46	4,47	4,48	4,48	4,49
1,23	2,67	2,68	2,69	2,69	2,70	1,74	4,50	4,51	4,51	4,52	4,53
1,24	2,71	2,71	2,72	2,73	2,73	1,75	4,54	4,54	4,55	4,56	4,57
1,25	2,74	2,75	2,75	2,76	2,76	1,76	4,58	4,58	4,59	4,60	4,61
1,26	2,77	2,78	2,78	2,79	2,80	1,77	4,62	4,62	4,63	4,64	4,65
1,27	2,80	2,81	2,82	2,82	2,83	1,78	4,65	4,66	4,67	4,68	4,69
1,28	2,84	2,84	2,85	2,86	2,86	1,79	4,69	4,70	4,71	4,72	4,72
1,29	2,87	2,88	2,88	2,89	2,90	1,80	4,73	4,74	4,75	4,76	4,76
1,30	2,90	2,91	2,92	2,92	2,93	1,81	4,77	4,78	4,79	4,80	4,80
1,31	2,94	2,94	2,95	2,96	2,97	1,82	4,81	4,82	4,83	4,84	4,84
1,32	2,97	2,98	2,99	2,99	3,00	1,83	4,85	4,86	4,87	4,88	4,88
1,33	3,01	3,01	3,02	3,03	3,03	1,84	4,89	4,90	4,91	4,92	4,92
1,34	3,04	3,05	3,05	3,06	3,07	1,85	4,93	4,94	4,95	4,96	4,96
1,35	3,07	3,08	3,09	3,10	3,10	1,86	4,97	4,98	4,99	5,00	5,00
1,36	3,11	3,12	3,12	3,13	3,14	1,87	5,01	5,02	5,03	5,04	5,04
1,37	3,14	3,15	3,16	3,16	3,17	1,88	5,05	5,06	5,07	5,08	5,08
1,38	3,18	3,18	3,19	3,20	3,20	1,89	5,09	5,10	5,11	5,12	5,12
1,39	3,21	3,22	3,23	3,23	3,24	1,90	5,13	5,14	5,15	5,16	5,17
1,40	3,25	3,25	3,26	3,27	3,28	1,91	5,17	5,18	5,19	5,20	5,21
1,41	3,28	3,29	3,30	3,30	3,31	1,92	5,21	5,22	5,23	5,24	5,25
1,42	3,32	3,32	3,33	3,34	3,34	1,93	5,26	5,26	5,27	5,28	5,29
1,43	3,35	3,36	3,37	3,37	3,38	1,94	5,30	5,30	5,31	5,32	5,33
1,44	3,39	3,39	3,40	3,41	3,42	1,95	5,34	5,34	5,35	5,36	5,37
1,45	3,42	3,43	3,44	3,44	3,45	1,96	5,38	5,37	5,40	5,40	5,41
1,46	3,46	3,46	3,47	3,48	3,49	1,97	5,42	5,43	5,44	5,44	5,45
1,47	3,49	3,50	3,51	3,52	3,52	1,98	5,46	5,47	5,48	5,49	5,49
						1,99	5,50	5,51	5,52	5,53	5,54

Окончание таблицы

h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
2,00	5,54	5,55	5,56	5,57	5,58	2,15	6,18	6,19	6,20	6,20	6,21
2,01	5,58	5,59	5,60	5,61	5,62	2,16	6,22	6,23	6,24	6,25	6,26
2,02	5,63	5,64	5,64	5,65	5,66	2,17	6,26	6,27	6,28	6,29	6,30
2,03	5,67	5,68	5,69	5,69	5,70	2,18	6,31	6,32	6,33	6,34	6,34
2,04	5,71	5,72	5,73	5,74	5,74	2,19	6,35	6,36	6,37	6,38	6,39
2,05	5,75	5,76	5,77	5,78	5,79	2,20	6,40	6,40	6,41	6,42	6,43
2,06	5,80	5,80	5,81	5,82	5,83	2,21	6,44	6,45	6,46	6,47	6,47
2,07	5,84	5,85	5,85	5,86	5,87	2,22	6,48	6,49	6,50	6,51	6,52
2,08	5,88	5,89	5,90	5,90	5,91	2,23	6,53	6,54	6,54	6,55	6,56
2,09	5,92	5,93	5,94	5,95	5,96	2,24	6,57	6,58	6,59	6,60	6,61
2,10	5,96	5,97	5,98	5,99	6,00	2,25	6,62	6,62	6,63	6,64	6,65
2,11	6,01	6,02	6,02	6,03	6,04	2,26	6,66	6,67	6,68	6,69	6,69
2,12	6,05	6,06	6,07	6,08	6,08	2,27	6,70	6,71	6,72	6,73	6,74
2,13	6,09	6,10	6,11	6,12	6,13	2,28	6,75	6,76	6,76	6,77	6,78
2,14	6,14	6,14	6,15	6,16	6,17	2,29	6,79	6,80	6,81	6,82	6,83

Приложение К
(обязательное)

**Значения $\sqrt{2gh}^{3/2}$ и коэффициента расхода m для прямоугольного водослива
без бокового сжатия ($b/B=1,0$)**

Таблица К.1

h, м	$\sqrt{2gh}^{3/2}$	Значения m при высоте ребра верхнего бьефа водослива над дном p , м						
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
0,05	0,0495	0,426	0,422	0,420	0,418	0,418	0,416	0,416
0,06	0,0651	0,426	0,421	0,418	0,417	0,416	0,414	0,414
0,07	0,0820	0,426	0,421	0,417	0,415	0,415	0,413	0,412
0,08	0,1002	0,428	0,421	0,417	0,415	0,414	0,412	0,411
0,09	0,1196	0,430	0,422	0,419	0,416	0,415	0,412	0,412
0,10	0,140	0,433	0,424	0,420	0,417	0,416	0,413	0,412
0,11	0,162	0,435	0,426	0,421	0,418	0,416	0,414	0,412
0,12	0,184	0,437	0,426	0,421	0,419	0,417	0,414	0,413
0,13	0,208	0,439	0,428	0,422	0,420	0,417	0,414	0,413
0,14	0,232	0,441	0,429	0,423	0,420	0,418	0,414	0,413
0,15	0,257	0,443	0,431	0,424	0,420	0,418	0,415	0,413
0,16	0,283	0,445	0,432	0,425	0,421	0,418	0,415	0,413
0,17	0,310	0,447	0,433	0,426	0,422	0,418	0,415	0,413
0,18	0,338	0,450	0,434	0,427	0,422	0,419	0,416	0,413
0,19	0,367	0,451	0,436	0,428	0,423	0,420	0,416	0,413
0,20	0,396	0,454	0,437	0,429	0,424	0,420	0,416	0,413
0,22	0,457	0,456	0,438	0,429	0,423	0,420	0,415	0,413
0,24	0,521	0,461	0,441	0,431	0,425	0,421	0,416	0,413
0,26	0,587	0,467	0,445	0,434	0,427	0,423	0,417	0,414
0,28	0,656	0,471	0,448	0,436	0,429	0,425	0,419	0,415
0,30	0,728	0,476	0,451	0,439	0,431	0,427	0,420	0,416
0,32	0,802	0,481	0,455	0,441	0,433	0,428	0,421	0,417
0,34	0,878	0,486	0,458	0,444	0,435	0,429	0,422	0,419
0,36	0,957	0,491	0,461	0,447	0,437	0,431	0,424	0,419
0,88	1,038	0,496	0,465	0,449	0,440	0,433	0,425	0,420
0,40	1,13	0,501	0,468	0,451	0,441	0,435	0,427	0,421
0,45	1,34		0,476	0,457	0,447	0,439	0,429	0,424
0,50	1,57		0,485	0,464	0,451	0,443	0,433	0,427
0,55	1,81		0,493	0,470	0,456	0,447	0,436	0,429
0,60	2,06		0,501	0,476	0,461	0,451	0,439	0,431
0,65	2,32			0,483	0,467	0,455	0,442	0,434
0,70	2,59			0,489	0,471	0,460	0,445	0,436
0,75	2,88			0,495	0,476	0,464	0,448	0,439
0,80	3,17			0,501	0,481	0,468	0,451	0,441
0,85	3,47				0,487	0,472	0,455	0,444
0,90	3,78				0,491	0,475	0,457	0,447
0,95	4,10				0,491	0,480	0,461	0,449
1,00	4,43				0,501	0,485	0,464	0,451

Приложение Л
(обязательное)

Образец рабочей таблицы $Q=f(H)$ для водослива

Номер _____ тип _____
 Гидрологическое подразделение
 (пост) _____
 Река (ручей) _____
 Тип водослива _____

Таблица расходов воды ($\text{м}^3/\text{с}$)

Н м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05					
0,06					
0,07					
-					
-					

Таблицу составил _____
 проверил _____
 Начальник
 гидрологического подразделения _____

Приложение М
(обязательное)

**Величины удельного расхода воды q (м³/с), протекающей через
прямоугольный водослив с боковым сжатием b/B от 0,40 до 0,20 на 1 м ширины
водослива**

Таблица М.1

h, м	q	h, м	q	h, м	q	h, м	q
0,05	0,022	0,30	0,289	0,55	0,717	0,80	1,26
0,06	0,028	0,31	0,303	0,56	0,737	0,81	1,28
0,07	0,035	0,32	0,318	0,57	0,757	0,82	1,31
0,08	0,042	0,33	0,333	0,58	0,777	0,83	1,33
0,09	0,050	0,34	0,348	0,59	0,797	0,84	1,36
0,10	0,058	0,35	0,364	0,60	0,817	0,85	1,38
0,11	0,066	0,36	0,380	0,61	0,838	0,86	1,40
0,12	0,075	0,37	0,396	0,62	0,859	0,87	1,43
0,13	0,084	0,38	0,412	0,63	0,879	0,88	1,45
0,14	0,094	0,39	0,428	0,64	0,900	0,89	1,48
0,15	0,104	0,40	0,444	0,65	0,921	0,90	1,50
0,16	0,114	0,41	0,460	0,66	0,943	0,91	1,53
0,17	0,125	0,42	0,477	0,67	0,965	0,92	1,55
0,18	0,136	0,43	0,495	0,68	0,987	0,93	1,58
0,19	0,147	0,44	0,513	0,69	1,01	0,94	1,60
0,20	0,158	0,45	0,531	0,70	1,03	0,95	1,63
0,21	0,170	0,46	0,549	0,71	1,05	0,96	1,66
0,22	0,182	0,47	0,567	0,72	1,07	0,97	1,68
0,23	0,194	0,48	0,585	0,73	1,10	0,98	1,71
0,24	0,207	0,49	0,603	0,74	1,12	0,99	1,73
0,25	0,220	0,50	0,622	0,75	1,14	1,00	1,76
0,26	0,234	0,51	0,641	0,76	1,16		
0,27	0,247	0,52	0,660	0,77	1,19		
0,28	0,261	0,53	0,679	0,78	1,21		
0,29	0,275	0,54	0,698	0,79	1,24		

Примечания: 1. Значениями, приведенными в таблице, можно пользоваться при отношении $h_{\text{макс}}/p$ не более двух.

2. При минимальной ширине ребра водослива $b=0,25$ м величины расходов следует умножать на коэффициент 1,02.

Приложение Н
(обязательное)

Таблица Н.1 - Значения $\sqrt{2gh}^{3/2}$ и коэффициента расхода m для прямоугольного водослива с боковым сжатием $b/B=0,6$

h, м	$\sqrt{2gh}^{3/2}$	Значения m при высоте ребра водослива над дном верхнего бьефа p в м						
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
0,05	0,0485	0,410	0,409	0,408	0,408	0,408	0,407	0,407
0,06	0,0651	0,408	0,406	0,406	0,405	0,405	0,404	0,404
0,07	0,0820	0,406	0,405	0,404	0,404	0,403	0,403	0,403
0,08	0,1002	0,406	0,404	0,403	0,403	0,402	0,402	0,402
0,09	0,1196	0,406	0,404	0,404	0,403	0,403	0,402	0,402
0,10	0,140	0,407	0,405	0,404	0,403	0,403	0,402	0,402
0,11	0,162	0,407	0,404	0,404	0,403	0,402	0,402	0,402
0,12	0,184	0,408	0,405	0,404	0,403	0,403	0,402	0,402
0,13	0,208	0,408	0,405	0,404	0,403	0,402	0,402	0,401
0,14	0,232	0,408	0,405	0,403	0,402	0,402	0,401	0,401
0,15	0,257	0,408	0,405	0,404	0,402	0,402	0,401	0,401
0,16	0,283	0,408	0,405	0,403	0,402	0,402	0,401	0,400
0,17	0,310	0,408	0,404	0,403	0,402	0,401	0,400	0,400
0,18	0,338	0,409	0,405	0,403	0,403	0,401	0,400	0,400
0,19	0,367	0,409	0,405	0,404	0,403	0,402	0,400	0,400
0,20	0,396	0,409	0,405	0,403	0,402	0,401	0,400	0,400
0,22	0,457	0,408	0,404	0,401	0,400	0,399	0,398	0,398
0,24	0,521	0,410	0,404	0,402	0,401	0,400	0,398	0,398
0,26	0,587	0,410	0,405	0,403	0,401	0,400	0,399	0,398
0,28	0,656	0,412	0,406	0,403	0,402	0,400	0,399	0,398
0,30	0,728	0,412	0,407	0,404	0,402	0,401	0,399	0,398
0,32	0,802	0,414	0,408	0,404	0,402	0,401	0,400	0,399
0,34	0,878	0,416	0,408	0,405	0,403	0,402	0,400	0,399
0,36	0,957	0,416	0,409	0,406	0,404	0,402	0,400	0,399
0,38	1,038	0,418	0,410	0,406	0,404	0,402	0,400	0,400
0,40	1,13	0,419	0,411	0,407	0,404	0,403	0,401	0,400
0,45	1,34	0,422	0,413	0,408	0,406	0,404	0,401	0,400
0,50	1,57	0,425	0,415	0,410	0,407	0,405	0,402	0,401
0,55	1,81	0,428	0,417	0,412	0,408	0,406	0,403	0,402
0,60	2,06	0,431	0,419	0,413	0,409	0,407	0,404	0,402
0,65	2,32	0,434	0,421	0,414	0,410	0,408	0,404	0,403
0,70	2,59	0,437	0,423	0,416	0,412	0,409	0,405	0,404
0,75	2,88	0,440	0,425	0,418	0,413	0,410	0,406	0,404
0,80	3,17	0,443	0,427	0,419	0,414	0,411	0,407	0,404
0,85	3,47	0,446	0,429	0,420	0,415	0,412	0,408	0,405
0,90	3,78	0,449	0,431	0,422	0,416	0,413	0,408	0,406
0,95	4,10	0,452	0,433	0,424	0,418	0,414	0,409	0,406
1,00	4,43	0,455	0,435	0,425	0,419	0,415	0,410	0,407

Примечание. При минимальной длине гребня водослива $b=25$ см коэффициенты расхода должны быть умножены на 1,02.

Таблица Н.1 - Значения $\sqrt{2gh}^{3/2}$ и коэффициента расхода m для
прямоугольного водослива с боковым сжатием $b/B=0,8$

h м	$\sqrt{2gh}^{3/2}$	Значения m при высоте ребра водослива над дном верхнего бьефа p в м						
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
0,05	0,0495	0,416	0,414	0,413	0,412	0,412	0,411	0,410
0,06	0,0651	0,416	0,412	0,410	0,409	0,409	0,408	0,408
0,07	0,0820	0,415	0,411	0,410	0,408	0,407	0,407	0,406
0,08	0,1002	0,415	0,411	0,409	0,408	0,407	0,406	0,406
0,09	0,1196	0,416	0,412	0,410	0,408	0,408	0,406	0,406
0,10	0,140	0,418	0,413	0,410	0,409	0,408	0,407	0,406
0,11	0,162	0,419	0,413	0,410	0,409	0,408	0,406	0,406
0,12	0,184	0,420	0,414	0,412	0,409	0,408	0,407	0,405
0,13	0,208	0,421	0,415	0,412	0,410	0,408	0,406	0,406
0,14	0,232	0,422	0,415	0,412	0,410	0,408	0,406	0,405
0,15	0,257	0,424	0,416	0,412	0,410	0,408	0,406	0,406
0,16	0,283	0,425	0,417	0,413	0,410	0,408	0,406	0,405
0,17	0,310	0,425	0,417	0,413	0,410	0,409	0,406	0,405
0,18	0,338	0,427	0,418	0,413	0,410	0,409	0,406	0,405
0,19	0,367	0,428	0,419	0,414	0,411	0,409	0,407	0,405
0,20	0,396	0,429	0,419	0,414	0,411	0,409	0,407	0,405
0,22	0,457	0,430	0,418	0,414	0,410	0,410	0,405	0,404
0,24	0,521	0,433	0,421	0,415	0,411	0,409	0,406	0,404
0,26	0,587	0,436	0,423	0,416	0,412	0,410	0,407	0,405
0,28	0,656	0,439	0,425	0,418	0,414	0,411	0,408	0,405
0,30	0,728	0,369	0,427	0,420	0,415	0,412	0,408	0,406
0,32	0,802	0,445	0,429	0,421	0,416	0,413	0,409	0,406
0,34	0,878	0,441	0,431	0,422	0,417	0,414	0,410	0,407
0,36	0,957	0,451	0,433	0,424	0,418	0,415	0,410	0,408
0,38	1,038	0,454	0,435	0,426	0,420	0,409	0,411	0,408
0,40	1,13	0,457	0,437	0,427	0,421	0,417	0,412	0,409
0,45	1,34	0,464	0,442	0,431	0,424	0,420	0,414	0,410
0,50	1,57	0,472	0,447	0,434	0,427	0,422	0,416	0,412
0,55	1,81	0,480	0,452	0,438	0,423	0,424	0,418	0,414
0,60	2,06	0,487	0,457	0,442	0,433	0,427	0,420	0,415
0,65	2,32	0,494	0,455	0,446	0,429	0,430	0,414	0,410
0,70	2,59	0,495	0,467	0,450	0,439	0,432	0,416	0,418
0,75	2,88	0,509	0,472	0,453	0,440	0,434	0,425	0,420
0,80	3,17	0,517	0,477	0,457	0,445	0,437	0,427	0,421
0,85	3,47	0,524	0,482	0,461	0,441	0,440	0,429	0,422
0,90	3,78	0,531	0,487	0,464	0,451	0,442	0,431	0,424
0,95	4,10	0,541	0,492	0,468	0,447	0,444	0,432	0,426
1,00	4,43	0,547	0,497	0,472	0,457	0,447	0,434	0,427

Приложение П
(обязательное)

Величины удельного расхода воды q (м³/с), протекающей через трапецеидальный, на 1 м ширины водослива

Таблица П.1

h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,021	0,022	0,023	0,025	0,026	0,45	0,560	0,564	0,567	0,571	0,574
0,06	0,027	0,029	0,030	0,032	0,033	0,46	0,578	0,582	0,586	0,589	0,593
0,07	0,034	0,036	0,037	0,039	0,040	0,47	0,597	0,601	0,605	0,609	0,613
0,08	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,48	0,617	0,621	0,625	0,629	0,633
0,09	0,050	0,052	0,054	0,055	0,057	0,49	0,637	0,641	0,645	0,649	0,653
0,10	0,059	0,060	0,062	0,064	0,066	0,50	0,657	0,661	0,665	0,669	0,673
0,11	0,068	0,070	0,072	0,074	0,075	0,51	0,677	0,681	0,685	0,689	0,693
0,12	0,077	0,079	0,081	0,083	0,085	0,52	0,697	0,701	0,705	0,709	0,713
0,13	0,087	0,089	0,092	0,094	0,096	0,53	0,717	0,721	0,725	0,729	0,733
0,14	0,098	0,100	0,102	0,104	0,106	0,54	0,737	0,741	0,745	0,749	0,753
0,15	0,108	0,110	0,112	0,115	0,117	0,55	0,757	0,761	0,765	0,769	0,773
0,16	0,119	0,121	0,124	0,126	0,128	0,56	0,777	0,781	0,786	0,790	0,794
0,17	0,130	0,133	0,135	0,137	0,140	0,57	0,799	0,803	0,808	0,812	0,817
0,18	0,142	0,144	0,147	0,149	0,152	0,58	0,821	0,825	0,830	0,834	0,839
0,19	0,154	0,157	0,159	0,162	0,164	0,59	0,843	0,847	0,852	0,856	0,861
0,20	0,167	0,169	0,172	0,174	0,177	0,60	0,865	0,869	0,874	0,878	0,883
0,21	0,179	0,182	0,184	0,187	0,190	0,61	0,887	0,891	0,896	0,900	0,905
0,22	0,192	0,195	0,197	0,200	0,203	0,62	0,909	0,913	0,918	0,922	0,927
0,23	0,205	0,208	0,211	0,213	0,216	0,63	0,931	0,935	0,940	0,944	0,949
0,24	0,219	0,221	0,224	0,227	0,230	0,64	0,953	0,957	0,962	0,966	0,971
0,25	0,232	0,235	0,238	0,241	0,244	0,65	0,975	0,979	0,984	0,988	0,993
0,26	0,246	0,249	0,252	0,255	0,258	0,66	0,997	1,00	1,01	1,01	1,02
0,27	0,261	0,264	0,267	0,270	0,273	0,67	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04
0,28	0,276	0,279	0,282	0,285	0,288	0,68	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06
0,29	0,291	0,294	0,297	0,300	0,303	0,69	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08
0,30	0,306	0,309	0,312	0,315	0,318	0,70	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11
0,31	0,321	0,324	0,327	0,330	0,334	0,71	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13
0,32	0,337	0,340	0,343	0,346	0,350	0,72	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16
0,33	0,353	0,356	0,359	0,362	0,366	0,73	1,16	1,16	1,17	1,17	1,18
0,34	0,369	0,372	0,375	0,379	0,382	0,74	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20
0,35	0,385	0,389	0,392	0,395	0,398	0,75	1,21	1,21	1,22	1,22	1,23
0,36	0,402	0,405	0,409	0,412	0,416	0,76	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25
0,37	0,419	0,422	0,426	0,429	0,432	0,77	1,26	1,26	1,27	1,27	1,28
0,38	0,436	0,439	0,443	0,446	0,450	0,78	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30
0,39	0,453	0,456	0,460	0,464	0,467	0,79	1,30	1,31	1,31	1,32	1,32
0,40	0,470	0,474	0,477	0,481	0,484	0,80	1,33	1,33	1,34	1,34	1,35
0,41	0,488	0,492	0,495	0,499	0,502	0,81	1,36	1,36	1,37	1,37	1,38
0,42	0,506	0,510	0,513	0,517	0,520	0,82	1,38	1,39	1,39	1,40	1,40
0,43	0,524	0,528	0,531	0,535	0,538	0,83	1,41	1,41	1,42	1,42	1,43
0,44	0,542	0,546	0,549	0,553	0,556	0,84	1,43	1,44	1,44	1,45	1,45

Продолжение таблицы П.1

h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,85	1,46	1,46	1,47	1,47	1,48	0,85	1,72	1,73	1,73	1,74	1,74
0,86	1,48	1,49	1,50	1,50	1,51	0,96	1,75	1,75	1,76	1,76	1,77
0,87	1,51	1,52	1,52	1,53	1,53	0,97	1,78	1,78	1,79	1,79	1,80
0,88	1,54	1,54	1,55	1,55	1,56	0,98	1,80	1,81	1,82	1,82	1,83
0,89	1,56	1,57	1,57	1,58	1,58	0,99	1,83	1,84	1,84	1,85	1,85»
0,90	1,59	1,59	1,60	1,60	1,61	1,00	1,86				
0,91	1,62	1,62	1,63	1,63	1,64						
0,92	1,64	1,65	1,65	1,66	1,66						
0,93	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69						
0,94	1,69	1,70	1,70	1,71	1,72						

Приложение Р
(обязательное)

Величины удельного расхода воды q (м³/с), протекающей через треугольный водослив, на 1 м ширины водослива

Таблица Р.1 - Величины расхода воды q (м³/с), протекающей через треугольный водослив с углом при вершине $b = 120^\circ$

h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,0015	0,0016	0,0018	0,0019	0,0020	0,53	0,500	0,505	0,510	0,515	0,520
0,06	0,0022	0,0024	0,0026	0,0028	0,0030	0,54	0,525	0,530	0,535	0,540	0,545
0,07	0,0032	0,0034	0,0037	0,0039	0,0041	0,55	0,550	0,555	0,560	0,565	0,570
0,08	0,0044	0,0047	0,0050	0,0053	0,0056	0,56	0,575	0,580	0,585	0,590	0,595
0,09	0,0060	0,0063	0,0067	0,0070	0,0074	0,57	0,600	0,605	0,611	0,616	0,622
0,10	0,0077	0,0081	0,0085	0,0090	0,0094	0,58	0,627	0,633	0,638	0,644	0,649
0,11	0,0098	0,010	0,011	0,011	0,012	0,59	0,655	0,661	0,666	0,672	0,677
0,12	0,012	0,013	0,013	0,014	0,014	0,60	0,683	0,689	0,694	0,700	0,705
0,13	0,015	0,016	0,016	0,017	0,017	0,61	0,711	0,717	0,723	0,729	0,735
0,14	0,018	0,019	0,019	0,020	0,020	0,62	0,741	0,747	0,753	0,759	0,765
0,15	0,021	0,022	0,023	0,024	0,024	0,63	0,771	0,777	0,783	0,790	0,796
0,16	0,025	0,026	0,027	0,027	0,028	0,64	0,802	0,808	0,815	0,821	0,828
0,17	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,65	0,834	0,840	0,847	0,853	0,860
0,18	0,034	0,035	0,036	0,037	0,038	0,66	0,866	0,873	0,879	0,886	0,892
0,19	0,039	0,040	0,041	0,042	0,043	0,67	0,899	0,906	0,913	0,919	0,926
0,20	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	0,68	0,933	0,940	0,947	0,954	0,961
0,21	0,049	0,050	0,051	0,053	0,054	0,69	0,968	0,975	0,982	0,989	0,997
0,22	0,055	0,056	0,058	0,059	0,061	0,70	1,00	1,01	1,02	1,02	1,03
0,23	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067	0,71	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07
0,24	0,069	0,070	0,072	0,073	0,075	0,72	1,08	1,08	1,09	1,10	1,11
0,25	0,076	0,078	0,079	0,081	0,082	0,73	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15
0,26	0,084	0,086	0,088	0,089	0,091	0,74	1,15	1,16	1,17	1,18	1,18
0,27	0,093	0,095	0,097	0,098	0,100	0,75	1,19	1,20	1,21	1,22	1,22
0,28	0,102	0,104	0,106	0,107	0,109	0,76	1,23	1,24	1,25	1,26	1,26
0,29	0,111	0,113	0,115	0,117	0,119	0,77	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31
0,30	0,121	0,123	0,125	0,127	0,129	0,78	1,32	1,32	1,33	1,34	1,35
0,31	0,131	0,133	0,135	0,138	0,140	0,79	1,36	1,37	1,38	38	1,39
0,32	0,142	0,144	0,146	0,149	0,151	0,80	1,40	1,41	1,42	1,43	1,44
0,33	0,153	0,155	0,158	0,160	0,163	0,81	1,45	1,46	1,46	1,47	1,48
0,34	0,165	0,167	0,170	0,172	0,175	0,82	1,49	1,50	1,51	1,52	1,53
0,35	0,177	0,180	0,182	0,185	0,187	0,83	1,54	1,55	1,56	1,56	1,57
0,36	0,190	0,193	0,196	0,198	0,201	0,84	1,58	1,59	1,60	1,61	1,62
0,37	0,204	0,207	0,210	0,212	0,215	0,85	1,63	1,64	1,65	1,66	1,67
0,38	0,218	0,221	0,224	0,227	0,230	0,86	1,68	1,69	1,70	1,71	1,72
0,39	0,233	0,236	0,239	0,242	0,245	0,87	1,73	1,74	1,75	1,76	1,77
0,40	0,248	0,251	0,254	0,257	0,260	0,88	1,78	1,79	1,80	1,81	1,82
0,41	0,263	0,266	0,270	0,273	0,277	0,89	1,83	1,84	1,85	1,86	1,87
0,42	0,280	0,283	0,287	0,290	0,294	0,90	1,88	1,89	1,90	1,91	1,92
0,43	0,297	0,300	0,304	0,307	0,311	0,91	1,93	1,94	1,96	1,97	1,98
0,44	0,314	0,318	0,321	0,325	0,328	0,92	1,99	2,00	2,01	2,02	2,03
0,45	0,332	0,336	0,340	0,343	0,347	0,93	2,04	2,05	2,06	2,08	2,09
0,46	0,351	0,355	0,359	0,363	0,367	0,94	2,10	2,11	2,12	2,13	2,14
0,47	0,371	0,375	0,379	0,383	0,387	0,95	2,15	2,16	2,18	2,19	2,20
0,48	0,391	0,395	0,399	0,403	0,407	0,96	2,21	2,22	2,23	2,24	2,26
0,49	0,411	0,415	0,420	0,424	0,428	0,97	2,27	2,28	2,29	2,30	2,31
0,50	0,432	0,436	0,441	0,445	0,450	0,98	2,33	2,34	2,35	2,36	2,38
0,51	0,454	0,459	0,463	0,468	0,472	0,99	2,39	2,40	2,41	2,42	2,44
0,52	0,477	0,482	0,486	0,491	0,495	1,00	2,45				

Таблица Р.2 - Величины расхода воды q ($\text{м}^3/\text{с}$), протекающей через треугольный водослив с углом при вершине $b = 90^\circ$

h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0012	0,53	0,278	0,281	0,284	0,286	0,290
0,06	0,0013	0,0014	0,0015	0,0016	0,0017	0,54	0,292	0,295	0,292	0,300	0,303
0,07	0,0018	0,0020	0,0021	0,0022	0,0024	0,55	0,306	0,309	0,312	0,315	0,318
0,08	0,0026	0,0027	0,0029	0,0030	0,0034	0,56	0,321	0,324	0,326	0,328	0,331
0,09	0,0034	0,0036	0,0038	0,0040	0,0042	0,57	0,334	0,337 0	0,340	0,344	0,347
0,10	0,0044	0,0046	0,0049	0,0051	0,0053	0,58	0,350	353	0,356	0,359	0,362
0,11	0,0056	0,0058	0,0061	0,0064	0,0067	0,59	0,364	0,368 0	0,370	0,374	0,377
0,12	0,0069	0,0072	0,0075	0,0078	0,0081	0,60	0,380	383	0,387	0,390	0,394
0,13	0,0085	0,0088	0,0091	0,0095	0,0098	0,61	0,396	0,400	0,403	0,406	0,410
0,14	0,0102	0,0105	0,0109	0,0113	0,0117	0,62	0,413	0,416 0	0,420	0,423	0,427
0,15	0,0121	0,0125	0,0129	0,0133	0,0137	0,63	0,430	434	0,436	0,440	0,444
0,16	0,0142	0,0146	0,0151	0,0155	0,0160	0,64	0,448	0,451	0,454	0,458	0,461
0,17	0,0165	0,0170	0,0175	0,0180	0,0185	0,65	0,465	0,468 0	0,472	0,475	0,478
0,18	0,0190	0,0195	0,0200	0,0206	0,0212	0,66	0,482	486 0	0,490	0,493	0,497
0,19	0,0217	0,0223	0,0229	0,0235	0,0241	0,67	0,500	505	0,509	0,513	0,517
0,20	0,0247	0,0253	0,0260	0,0266	0,0272	0,68	0,520	0,524	0,528	0,532	0,536
0,21	0,0279	0,0286	0,0293	0,0300	0,0307	0,69	0,540	0,544	0,548	0,552	0,555
0,22	0,0314	0,0321	0,0328	0,0335	0,0343	0,70	0,560	0,564 0	0,568	0,572	0,576
0,23	0,0350	0,0358	0,0366	0,0374	0,0382	0,71 0	0,580	583	0,587 0	0,592	0,597
0,24	0,0390	0 0398	0,0406	0,0415	0,0423	72 0 73	0,600	0,604	608	0,613	0,617
0,25	0,0432	0 0440	0,0450	0,0458	0,0467	0,74	0,620	0,626	0,630	0,635	0,638
0,26	0,0476	0,0485	0,0495	0,0504	0,0514	0,75	0,643	0,647 0	0,652	0,655	0,660
0,27	0,0523	0,0533	0,0543	0,0553	0,0563	0,76	0,665	670 0	0,674	0,678	0,682
0,28	0,0573	0,0583	0,0594	0,0604	0,0615	0,77	0,687	692 0	0,695	0,700	0,705
0,29	0,0626	0,0636	0,0647	0,0659	0,0670	0,78 0	0,710	714	0,719	0,723	0,728
0,30	0,0681	0,0692	0,0704	0,0716	0,0728	79 0,80	0,733	0,737	0,743	0,747	0,752
0,31	0,0739	0,0751	0,0763	0,0776	0,0788	0,81 0	0,757	0,762 0	0,767	0,772	0,777
0,32	0,0801	0,0813	0,0826	0,0839	0,0852	82 0,83	0,782	796	0,792	0,796	0,800
0,33	0,0865	0,0878	0,0881	0,0904	0,0918	0,84	0,806	0,811	0,816	0,820	0,825
0,34	0,0932	0,0946	0,0959	0,0973	0,0988	0,85	0,830	0,835 0	0,840	0,845	0,851
0,35	0,100	0,102	0,103	0,105	0,106	0,86	0,856	861 0	0,866	0,872	0,876
0,36	0,108	0,109	0,110	0,112	0,114	0,87	0,882	886	0,892	0,897	0,904
0,37	0,115	0,117	0,118	0,120	0,122	0,88	0,909	0,914 0	0,919	0,924	0,928
0,38	0,123	0,123	0,125	0,127	0,128	0,89	0,935	941 0	0,946	0,951	0,958
0,39	0,130	0,132	0,132	0,134	0,136	0,90	0,962	968	0,975	0,975	0,984
0,40	0,138	0,139	0 141	0,143	0,145	0,91	0,994	0,994	1,00	1,00	1,01
0,41	0,147	0,149	0,151	0,152	0,154	0,92	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04

Таблица Р.3 - Величины расхода воды q ($\text{м}^3/\text{с}$), протекающей через треугольный водослив с углом при вершине $b = 60^\circ$

h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h , м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,003
0,05	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0007	0,53	0,160	0,161	0,163	0,165	0,166
0,06	0,0007	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010	0,54	0,168	0,170	0,172	0,174	0,174
0,07	0,0011	0,0012	0,0013	0,0013	0,0014	0,55	0,176	0,177	0,179	0,181	0,183
0,08	0,0014	0,0015	0,0016	0,0017	0,0018	0,56	0,184	0,186	0,188	0,189	0,191
0,09	0,0019	0,0020	0,0021	0,0023	0,0024	0,57	0,193	0,195	0,197	0,198	0,200
0,10	0,0025	0,0026	0,0028	0,0029	0,0031	0,58	0,202	0,202	0,204	0,206	0,208
0,11	0,0032	0,0033	0,0035	0,0036	0,0038	0,59	0,210	0,210	0,212	0,214	0,218
0,12	0,0039	0,0040	0,0042	0,0044	0,0046	0,60	0,219	0,221	0,223	0,224	0,227
0,13	0,0048	0,0050	0,0052	0,0054	0,0056	0,61	0,229	0,231	0,232	0,234	0,236
0,14	0,0058	0,0060	0,0062	0,0063	0,0065	0,62	0,238	0,240	0,242	0,244	0,246
0,15	0,0066	0,0069	0,0071	0,0074	0,0077	0,63	0,248	0,250	0,252	0,254	0,256
0,16	0,0080	0,0083	0,0086	0,0089	0,0092	0,64	0,258	0,260	0,262	0,263	0,265
0,17	0,0094	0,0096	0,0096	0,011	0,011	0,65	0,267	0,270	0,272	0,274	0,276
0,18	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012	0,66	0,278	0,280	0,282	0,284	0,286
0,19	0,013	0,013	0,014	0,014	0,014	0,67	0,288	0,290	0,292	0,295	0,297
0,20	0,014	0,014	0,014	0,015	0,015	0,68	0,299	0,302	0,304	0,306	0,309
0,21	0,015	0,016	0,016	0,017	0,017	0,69	0,310	0,312	0,315	0,317	0,320
0,22	0,017	0,018	0,018	0,019	0,020	0,70	0,322	0,325	0,327	0,330	0,332
0,23	0,020	0,020	0,021	0,021	0,022	0,71	0,334	0,336	0,338	0,340	0,343
0,24	0,022	0,023	0,023	0,024	0,024	0,72	0,345	0,348	0,350	0,353	0,355
0,25	0,024	0,025	0,025	0,026	0,026	0,73	0,358	0,360	0,363	0,364	0,367
0,26	0,027	0,027	0,028	0,028	0,029	0,74	0,370	0,372	0,374	0,377	0,379
0,27	0,030	0,031	0,031	0,032	0,032	0,75	0,382	0,384	0,388	0,390	0,392
0,28	0,033	0,033	0,034	0,034	0,035	0,76	0,395	0,398	0,401	0,403	0,406
0,29	0,036	0,036	0,037	0,038	0,039	0,77	0,409	0,412	0,415	0,417	0,419
0,30	0,039	0,040	0,040	0,040	0,041	0,78	0,422	0,425	0,428	0,430	0,433
0,31	0,042	0,042	0,043	0,044	0,044	0,79	0,436	0,438	0,441	0,444	0,447
0,32	0,045	0,045	0,046	0,047	0,048	0,80	0,449	0,452	0,455	0,458	0,461
0,33	0,049	0,050	0,051	0,051	0,052	0,81	0,464	0,467	0,470	0,473	0,475
0,34	0,053	0,054	0,055	0,055	0,056	0,82	0,478	0,481	0,485	0,487	0,490
0,35	0,057	0,058	0,059	0,059	0,060	0,83	0,493	0,495	0,498	0,502	0,504
0,36	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,84	0,507	0,510	0,513	0,516	0,519
0,37	0,066	0,067	0,068	0,068	0,068	0,85	0,523	0,526	0,528	0,531	0,535
0,38	0,069	0,070	0,071	0,072	0,073	0,86	0,538	0,541	0,545	0,548	0,552
0,39	0,074	0,075	0,076	0,077	0,078	0,87	0,555	0,557	0,562	0,564	0,567
0,40	0,079	0,080	0,081	0,082	0,083	0,88	0,570	0,573	0,577	0,580	0,584
0,41	0,085	0,086	0,087	0,088	0,089	0,89	0,587	0,590	0,593	0,596	0,600
0,42	0,090	0,091	0,092	0,093	0,094	0,90	0,603	0,605	0,610	0,613	0,616
0,43	0,096	0,097	0,098	0,099	0,100	0,91	0,620	0,625	0,627	0,630	0,634
0,44	0,101	0,103	0,104	0,105	0,106	0,92	0,637	0,642	0,644	0,648	0,651
0,45	0,107	0,109	0,110	0,111	0,112	0,93	0,655	0,659	0,662	0,664	0,668
0,46	0,113	0,115	0,116	0,116	0,118	0,94	0,672	0,676	0,680	0,684	0,687
0,47	0,119	0,120	0,120	0,122	0,124	0,95	0,691	0,695	0,698	0,703	0,707
0,48	0,125	0,127	0,128	0,129	0,130	0,96	0,709	0,712	0,717	0,720	0,723
0,49	0,132	0,134	0,135	0,136	0,138	0,97	0,727	0,730	0,735	0,740	0,743
0,50	0,139	0,140	0,142	0,143	0,144	0,98	0,745	0,750	0,755	0,758	0,762
0,51	0,146	0,147	0,148	0,150	0,151	0,99	0,765	0,770	0,774	0,777	0,781
0,52	0,153	0,154	0,156	0,157	0,159	1,00	0,785				

Таблица Р.4 - Величины расхода воды q (м³/с), протекающей через треугольный водослив с углом при вершине $b = 45^\circ$

h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,53	0,118	0,119	0,120	0,121	0,122
0,06	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0008	0,54	0,123	0,124	0,125	0,127	0,128
0,07	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	0,55	0,129	0,130	0,131	0,133	0,134
0,08	0,0011	0,0012	0,0012	0,0013	0,0014	0,56	0,135	0,136	0,137	0,139	0,140
0,09	0,0015	0,0016	0,0017	0,0017	0,0018	0,57	0,141	0,142	0,144	0,145	0,147
0,10	0,0019	0,0020	0,0021	0,0022	0,0023	0,58	0,148	0,149	0,150	0,152	0,153
0,11	0,0024	0,0025	0,0026	0,0027	0,0029	0,59	0,154	0,155	0,157	0,158	0,160
0,12	0,0030	0,0031	0,0032	0,0034	0,0035	0,60	0,161	0,162	0,164	0,165	0,167
0,13	0,0036	0,0037	0,0039	0,0040	0,0041	0,61	0,168	0,169	0,171	0,172	0,174
0,14	0,0043	0,0045	0,0046	0,0048	0,0049	0,62	0,175	0,177	0,178	0,180	0,181
0,15	0,0051	0,0053	0,0055	0,0056	0,0058	0,63	0,183	0,184	0,186	0,187	0,189
0,16	0,0060	0,0062	0,0064	0,0065	0,0067	0,64	0,190	0,191	0,193	0,194	0,196
0,17	0,0069	0,0071	0,0073	0,0076	0,0078	0,65	0,197	0,199	0,200	0,202	0,203
0,18	0,0080	0,0083	0,0086	0,0088	0,0090	0,66	0,205	0,206	0,208	0,209	0,211
0,19	0,0092	0,0094	0,0097	0,0099	0,010	0,67	0,212	0,214	0,215	0,217	0,218
0,20	0,010	0,011	0,011	0,011	0,012	0,68	0,220	0,222	0,223	0,225	0,226
0,21	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,69	0,228	0,230	0,231	0,233	0,234
0,22	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,70	0,236	0,238	0,240	0,241	0,243
0,23	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,71	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252
0,24	0,016	0,016	0,017	0,017	0,018	0,72	0,254	0,256	0,258	0,259	0,261
0,25	0,018	0,018	0,019	0,019	0,020	0,73	0,263	0,265	0,267	0,268	0,270
0,26	0,020	0,020	0,021	0,021	0,022	0,74	0,272	0,274	0,276	0,277	0,279
0,27	0,022	0,022	0,023	0,023	0,024	0,75	0,281	0,283	0,285	0,286	0,288
0,28	0,024	0,024	0,025	0,025	0,026	0,76	0,290	0,292	0,294	0,296	0,298
0,29	0,026	0,027	0,027	0,027	0,028	0,77	0,300	0,302	0,304	0,306	0,308
0,30	0,028	0,029	0,029	0,030	0,031	0,78	0,310	0,312	0,314	0,316	0,318
0,31	0,031	0,032	0,032	0,033	0,033	0,79	0,320	0,322	0,324	0,326	0,328
0,32	0,034	0,034	0,035	0,035	0,036	0,80	0,330	0,332	0,334	0,336	0,338
0,33	0,037	0,037	0,038	0,038	0,039	0,81	0,340	0,342	0,344	0,347	0,349
0,34	0,039	0,040	0,041	0,041	0,042	0,82	0,351	0,353	0,355	0,358	0,360
0,35	0,042	0,043	0,043	0,044	0,044	0,83	0,362	0,364	0,366	0,369	0,371
0,36	0,045	0,046	0,046	0,047	0,048	0,84	0,373	0,375	0,377	0,380	0,382
0,37	0,049	0,050	0,050	0,051	0,051	0,85	0,384	0,386	0,389	0,391	0,394
0,38	0,052	0,053	0,053	0,054	0,054	0,86	0,396	0,398	0,401	0,403	0,406
0,39	0,055	0,056	0,057	0,058	0,058	0,87	0,408	0,410	0,413	0,415	0,418
0,40	0,059	0,060	0,060	0,061	0,062	0,88	0,420	0,422	0,425	0,427	0,430
0,41	0,063	0,064	0,065	0,066	0,067	0,89	0,432	0,434	0,437	0,439	0,442
0,42	0,067	0,068	0,069	0,070	0,070	0,90	0,444	0,446	0,449	0,451	0,454
0,43	0,071	0,072	0,073	0,074	0,075	0,91	0,456	0,459	0,461	0,464	0,466
0,44	0,075	0,076	0,077	0,077	0,078	0,92	0,469	0,472	0,474	0,477	0,479
0,45	0,079	0,080	0,081	0,082	0,083	0,93	0,482	0,485	0,487	0,490	0,492
0,46	0,084	0,085	0,086	0,087	0,088	0,94	0,495	0,498	0,501	0,503	0,506
0,47	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092	0,95	0,509	0,512	0,514	0,517	0,519
0,48	0,093	0,094	0,095	0,096	0,097	0,96	0,522	0,525	0,528	0,530	0,533
0,49	0,097	0,098	0,099	0,100	0,101	0,97	0,536	0,539	0,541	0,544	0,546
0,50	0,102	0,103	0,104	0,105	0,106	0,98	0,549	0,552	0,555	0,557	0,560
0,51	0,107	0,108	0,109	0,110	0,111	0,99	0,563	0,566	0,569	0,571	0,574
0,52	0,112	0,113	0,114	0,116	0,117	1,00	0,577				

Таблица Р.5 - Величины расхода воды q (м³/с), протекающей через треугольный водослив с углом при вершине $b = 20^\circ$

h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,28	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
0,06	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,29	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012
0,07	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,30	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013
0,08	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,31	0,014	0,014	0,014	0,014	0,015
0,09	0,0007	0,0007	0,0007	0,0008	0,0008	0,32	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016
0,10	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	0,33	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017
0,11	0,0011	0,0011	0,0012	0,0012	0,0013	0,34	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018
0,12	0,0013	0,0014	0,0015	0,0015	0,0016	0,35	0,018	0,018	0,018	0,019	0,019
0,13	0,0016	0,0017	0,0017	0,0018	0,0019	0,36	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020
0,14	0,0019	0,0020	0,0021	0,0021	0,0022	0,37	0,021	0,021	0,021	0,022	0,022
0,15	0,0023	0,0024	0,0025	0,0025	0,0026	0,38	0,022	0,022	0,023	0,023	0,023
0,16	0,0027	0,0028	0,0029	0,0029	0,0030	0,39	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025
0,17	0,0031	0,0032	0,0033	0,0034	0,0035	0,40	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026
0,18	0,0036	0,0037	0,0038	0,0039	0,0040	0,41	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028
0,19	0,0041	0,0042	0,0043	0,0044	0,0045	0,42	0,028	0,029	0,029	0,029	0,030
0,20	0,0046	0,0047	0,0048	0,0050	0,0051	0,43	0,030	0,030	0,031	0,031	0,032
0,21	0,0052	0,0053	0,0054	0,0056	0,0057	0,44	0,032	0,032	0,033	0,033	0,034
0,22	0,0058	0,0059	0,0061	0,0062	0,0064	0,45	0,034	0,034	0,035	0,035	0,036
0,23	0,0065	0,0066	0,0068	0,0069	0,0071	0,46	0,036	0,036	0,037	0,037	0,038
0,24	0,0072	0,0074	0,0075	0,0077	0,0078	0,47	0,038	0,038	0,039	0,039	0,040
0,25	0,0080	0,0082	0,0084	0,0085	0,0087	0,48	0,040	0,040	0,041	0,041	0,042
0,26	0,0089	0,0091	0,0093	0,0094	0,0096	0,49	0,042	0,042	0,043	0,043	0,044
0,27	0,0097	0,0099	0,010	0,010	0,010	0,50	0,044				

Приложение С
(обязательное)

**Величины расхода воды q (м³/с), протекающей через параболический водослив
с $r=4$ см**

Таблица С.1

h, м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h, м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,02	0,00023	0,00028	0,00033	0,00039	0,00045	0,27	0,042	0,042	0,043	0,043	0,044
0,03	0,00052	0,00059	0,00066	0,00074	0,00083	0,28	0,045	0,045	0,046	0,047	0,048
0,04	0,00092	0,0010	0,0011	0,0012	0,0013	0,29	0,049	0,049	0,050	0,050	0,051
0,05	0,0014	0,0015	0,0017	0,0018	0,0019	0,30	0,052	0,052	0,053	0,054	0,054
0,06	0,0021	0,0022	0,0023	0,0025	0,0027	0,31	0,055	0,055	0,056	0,057	0,058
0,07	0,0028	0,0029	0,0032	0,0034	0,0036	0,32	0,059	0,060	0,061	0,061	0,062
0,08	0,0037	0,0039	0,0041	0,0043	0,0045	0,33	0,063	0,064	0,065	0,065	0,066
0,09	0,0047	0,0049	0,0051	0,0054	0,0056	0,34	0,067	0,068	0,069	0,069	0,070
0,10	0,0058	0,0060	0,0063	0,0065	0,0068	0,35	0,071	0,072	0,073	0,073	0,074
0,11	0,0070	0,0073	0,0075	0,0078	0,0080	0,36	0,075	0,076	0,077	0,077	0,078
0,12	0,0083	0,0086	0,0089	0,0091	0,0094	0,37	0,079	0,080	0,081	0,081	0,082
0,13	0,097	0,010	0,010	0,011	0,011	0,38	0,083	0,084	0,085	0,086	0,087
0,14	0,011	0,012	0,012	0,012	0,013	0,39	0,088	0,089	0,090	0,090	0,091
0,15	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,40	0,092	0,093	0,094	0,095	0,096
0,16	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,41	0,097	0,098	0,099	0,100	0,101
0,17	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018	0,42	0,102	0,103	0,104	0,105	0,106
0,18	0,019	0,019	0,019	0,020	0,020	0,43	0,107	0,108	0,109	0,110	0,111
0,19	0,021	0,021	0,021	0,022	0,022	0,44	0,112	0,113	0,114	0,115	0,116
0,20	0,023	0,023	0,023	0,024	0,024	0,45	0,117	0,118	0,119	0,120	0,121
0,21	0,025	0,025	0,026	0,026	0,027	0,46	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126
0,22	0,028	0,029	0,029	0,030	0,030	0,47	0,127	0,128	0,130	0,131	0,132
0,23	0,030	0,031	0,031	0,032	0,032	0,48	0,133	0,134	0,135	0,136	0,137
0,24	0,033	0,033	0,034	0,035	0,035	0,49	0,138	0,139	0,140	0,141	0,143
0,25	0,036	0,036	0,037	0,037	0,038	0,50	0,144				
0,26	0,039	0,039	0,040	0,040	0,041						

Приложение Т
(обязательное)

Величины расхода воды q (л/с), протекающей через радиальный водослив с различными радиусами R

Таблица Т.1 - Величины расхода воды q (л/с), протекающей через радиальный водослив с $R=20$ см

$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,03	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	1,28	1,35	1,42	1,49	1,57
0,04	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,12	1,65	1,73	1,82	1,92	2,02
0,05	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,13	2,12	2,23	2,34	2,46	2,58
0,06	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,14	2,70	2,83	2,96	3,10	3,24
0,07	0,37	0,40	0,43	0,46	0,50	0,15	3,38	3,52	3,67	3,83	4,00
0,08	0,53	0,57	0,61	0,65	0,70	0,16	4,17	4,35	4,53	4,72	4,92
0,09	0,74	0,78	0,82	0,87	0,92	0,17	5,13				
0,10	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21						

Таблица Т.2 - Величины расхода воды q (л/с), протекающей через радиальный водослив с $R=30$ см

$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,03	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,14	1,92	2,00	2,09	2,18	2,27
0,04	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	2,37	2,47	2,58	2,69	2,80
0,05	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,16	2,91	3,03	3,15	3,28	3,41
0,06	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,17	3,54	3,68	3,82	3,96	4,10
0,07	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,18	4,24	4,40	4,57	4,74	4,92
0,08	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,19	5,10	5,28	5,46	5,64	5,83
0,09	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,20	6,02	6,22	6,42	6,62	6,82
0,10	0,76	0,80	0,84	0,89	0,93	0,21	7,03	7,25	7,49	7,73	7,97
0,11	0,98	1,03	1,08	1,13	1,19	0,22	8,22	8,48	8,75	9,05	9,35
0,12	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	0,23	9,67	10,0	10,4	10,7	11,1
0,13	1,55	1,62	1,69	1,76	1,84	0,24	11,4	11,8	12,1	12,5	12,9
						0,25	13,3				

Таблица Т.3 - Величины расхода воды q (л/с), протекающей через радиальный водослив с $R=45$ см

$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	$h, \text{ м}$	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,03	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,17	2,50	2,59	2,67	2,77	2,87
0,04	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,18	2,97	3,07	3,17	3,27	3,37
0,05	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	3,48	3,59	3,70	3,82	3,95
0,06	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,20	4,08	4,22	4,36	4,50	4,64
0,07	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,21	4,78	4,93	5,08	5,23	5,38
0,08	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,22	5,54	5,70	5,87	6,04	6,21
0,09	0,46	0,49	0,52	0,55	0,57	0,23	6,38	6,56	6,75	6,93	7,11
0,10	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,24	7,30	7,52	7,74	7,96	8,18
0,11	0,76	0,79	0,83	0,87	0,91	0,25	8,40	8,62	8,84	9,06	9,29
0,12	0,95	0,99	1,04	1,08	1,13	0,26	9,52	9,75	10,0	10,3	10,5
0,13	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	0,27	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9
0,14	1,44	1,50	1,56	1,62	1,69	0,28	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4
0,15	1,75	1,81	1,88	1,95	2,02	0,29	13,7	14,0	14,4	14,7	15,1
0,16	2,10	2,17	2,25	2,33	2,41	0,30	15,4				

Таблица Т.4 - Величины расхода воды q (л/с), протекающей через радиальный водослив с $R=60$ см

h, м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008	h, м	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,03	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,17	2,12	2,20	2,28	2,35	2,43
0,04	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,18	2,51	2,60	2,69	2,77	2,86
0,05	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	2,95	3,04	3,13	3,23	3,33
0,06	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,20	3,43	3,53	3,64	3,74	3,85
0,07	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,21	3,96	4,08	4,20	4,32	4,44
0,08	0,36	0,38	0,39	0,41	0,43	0,22	4,56	4,69	4,82	4,96	5,09
0,09	0,45	0,47	0,50	0,52	0,55	0,23	5,22	5,36	5,50	5,64	5,78
0,10	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,24	5,93	6,08	6,24	6,40	6,56
0,11	0,72	0,75	0,79	0,82	0,86	0,25	6,72	6,90	7,08	7,26	7,44
0,12	0,89	0,93	0,97	1,00	1,04	0,26	7,62	7,81	8,00	8,20	8,40
0,13	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	0,27	8,60	8,81	9,02	9,23	9,45
0,14	1,29	1,34	1,39	1,43	1,48	0,28	9,67	9,89	10,1	10,3	10,6
0,15	1,53	1,58	1,64	1,69	1,75	0,29	10,8	11,0	11,3	11,5	11,8
0,16	1,80	1,86	1,93	1,99	2,05	0,30	12,1				

Приложение У
(обязательное)

Технический паспорт гидрометрического сооружения (устройства)

Лист 1

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
Республики Беларусь

Департамент по гидрометеорологии

(наименование сетевого гидрологического подразделения)

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ
гидрометрического сооружения (устройства)

(тип сооружения)

Сетевое гидрологическое

подразделение _____

Название поста _____

на реке (ручье, логоу) _____

Общие сведения

1. Река _____
2. Куда впадает и к какому бассейну относится _____
3. Расстояние от устья (км) _____
4. Площадь водосбора в створе сооружения (км²) _____
5. Республика, область, район _____
6. Ближайший населенный пункт от сооружения расположен в _____ км
7. Географические координаты с.ш. _____ в.д. _____
8. Тип сооружения _____
9. Назначение сооружения _____
10. Ширина водотока в створе сооружения _____
 а) в межень(м) _____
 б) при НУВ (м) _____
11. Амплитуда колебаний уровней и расходов воды в створе сооружения
 (м) _____ (м³/с) _____
12. Характеристика русловых деформаций в створе сооружения _____

13. Характеристика ледохода в створе сооружения _____

14. Водохозяйственное использование водотока _____

Исходные топографические и геологические данные

1. План водосбора (схематизированная выкопировка из карт М 1:500 000 или 1:250 000; 1:100 000; 1:50 000; 1:25 000) или из планшетов топографической съемки М 1:10 000.

2. Топографический план участка расположения, сооружения с самим сооружением в М 1:1000-1:200 (для гидрометрических переходов и переправ) в М 1:200-1:100 для гидрологических расходомеров.

Топографический план русла на участках, примыкающих к створу сооружения (для гидрологических расходомеров), в М 1:200.

3. Продольный профиль водотока на участке, примыкающем к сооружению.

4. Инженерно – геологический и гидрогеологический профили по створу сооружений в М 1:100 (вертикальный и горизонтальный масштабы без искажений).

Сведения о технической документации и строительстве сооружения

1. Техническая документация на сооружение (проект и смета)

а) разработана в _____
(наименование учреждения)

_____ в _____ году

_____ (автор проекта)

б) утверждена _____ в _____ году
(кем)

в) хранится _____
(наименование учреждения, архивный номер)

г) изыскания для обоснования технической документации
выполнены _____
(наименование учреждения)

в _____ году.

2. Строительство выполнено _____
(организация)
_____ в период _____

в _____ году.

Сметная стоимость строительства (руб.) _____

Фактическая стоимость (руб.) _____

Отчет о строительстве хранится в _____
(наименование учреждения)

3. Сооружение сдано в нормальную эксплуатацию и на нем начаты наблюдения

(год, месяц и число)

4. Установлен самописец уровня _____, начал работать _____
(дата) (дата)

5. Смена самописца произведена _____
(дата)

ОПИСАНИЕ ГИДРОМЕТРИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ (УСТРОЙСТВА)

Описание гидрометрического перехода

1. Тип гидрометрического перехода (с жестким пролетным строением или подвесной) _____

2. Пролет перехода (расстояние между осями опор, м) _____

_____ ширина (м) _____ расстояние от низа прогона до НУВ (м)

4. Конструкция пролетного строения (прогоны, поперечины, настил, перила и сечения их элементов), для подвесных мостов диаметр несущих канатов и марка их по ГОСТу; материал, из которого они изготовлены; прогибы прогонов (для висячих мостов – стрела провеса несущих канатов) при расчетных нагрузках

5. Конструкция опор (свайные, рамные, монолитные – типа подпорных стенок, подносные, вантовые), их высота, размеры в плане, материал, из которого они изготовлены (дерево, металл, железобетон), сечения основных элементов; расстояние от уреза среднего многолетнего уровня воды в русле до фундамента опор _____

6. Фундаменты опор подвесных мостов (монолитные, сборные, ячеистые), их размеры в плане, глубина заложения, расстояние от уреза (м) _____

7. Якоря подвесных мостов (анкерные устройства) – сборные, монолитные; материал (дерево, бетон, железобетон), размеры в плане, глубина заложения (м) _____ (выше или ниже уровня грунтовых вод)

8. Натяжные устройства (талрепы), грузоподъемность (т) _____
 _____ количество (шт.) _____ диаметр винта
 (мм) _____

Описание гидрометрической переправы

1. Тип гидрометрической переправы (люлочная одностросовая, двухтросовая, лодочная) _____

2. Пролет переправы (расстояние между осями опор, м) _____

3. Диаметр ездовых канатов (мм) _____ и их марка по ГОСТу _____

_____ расчетная стрела провеса (м) _____

расстояние между канатами (м)

4. Высота опор (одинаковые, разновысокие, м) _____

4. Материал опор (деревянные: из круглого леса, бруса, досок; металлические: угловая сталь, прокат, трубы, рельсы; железобетон) _____

5. Конструкция опор (сборные, монолитные, подкосные, вантовые, стволы вантовых опор - сплошные, решетчатые) _____

5. Фундаменты опор (монолитные, сборные, ячеистые), глубина заложения, расстояние фундаментов опор от уреза (м) _____

6. Якоря (анкерные устройства) – сборные, монолитные, из какого материала (дерево, бетон, железобетон), глубина заложения (м) _____

7. Натяжные устройства (талрепы) – грузоподъемность (т) _____

_____ длина (м) _____ сечение винта (мм) _____

сечение щек (мм) _____ количество (шт.) _____

10. Люлька (размеры в плане, м) _____ материал, сечение элементов люльки (мм), вместимость (количество человек), расстояние от низа люльки до НУВ и до минимального уровня в реке (м) _____

11. Способ передвижения люльки (ручной или с механическим приводом, тип механического привода) _____

12. Способ посадки в люльку (с поверхности земли, посадочной площадки, подставки, лестницы) _____

13. Диаметр разметочного каната и частота его разметки (м) _____

14. Имеется ли страховый и оттяжечный канаты (их диаметры в мм и местоположение по отношению к ездовым канатам) _____

15. Тип гидрометрического парома (деревянный, металлический), его размеры в плане (м), количество отсеков в поплавках (плашкоутах), высота сухого борта при полной нагрузке (м), грузоподъемность (т) _____

16. Способ передвижения парома или лодки (лодка – самолет с рулем или лебедкой, весла, мотор, ручное протаскивание по ездовому канату) _____

17. Высота подвеса ездового каната паромной (лодочной) переправы постоянна или переменна (как осуществляется регулирование высоты), расстояние каната от НУВ (м) _____

Описание гидрологического расходомера

1. Тип гидрологического расходомера и продолжительность его работы; его местоположение (в основном русле или на обходном канале) _____

2. Конструктивные особенности сооружения (краткое описание конструкции). _____

3. Материал, из которого возведено сооружение (бетон, железобетон, дерево) _____

4. Особенности подходного участка (его размеры в плане, заложение откосов, тип крепления откосов, ширина по дну) _____

5. Особенности проточной (для лотков) и напорной (для водосливов) частей сооружений (размеры, толщина стенок, глубины заложения и пр.) _____

6. Особенности водобойно – сливной и отводящей частей сооружения (размеры в плане, тип гасителя, заложение откосов и их крепление, длина крепления) _____

5. Максимальные и минимальные расходы, измеряемые сооружением (при комбинированном расходомере, указать минимум и максимум, измеряемые каждым измерительным устройством), и соответствующие им напоры или глубины наполнения (м) _____

7. Какие измерительные устройства применяются для измерения исчезающее малых расходов _____

9. Количество самописцев уровня в составе сооружения и их взаимная компоновка _____

8. Типы соединительных устройств между установками самописцев уровня и расходомерами, их протяженность и поперечные сечения _____

9. Эксплуатируется ли сооружение зимой и применяются ли при этом утеплительные устройства и их конструктивные особенности _____

10. Уклон водотока (лога, балки) в зоне размещения расходомера _____

11. Какие изменения внесены в продольный профиль водотока при размещении в нем расходомера (делались ли подсыпка, врезки или уклон дна подводящей и отводящей частей сооружения совпадает с уклоном дна водотока) _____

Описание установки самописца уровня воды

1. Тип сооружения (установка берегового или островного типа, в ковше или непосредственно в береге, одноярусная или многоярусная) и максимальная амплитуда измеряемых уровней _____

2. Размеры поплавкового колодца в плане (диаметр), глубина его заложения, материал (металл, железобетон, дерево) _____

3. Количество успокоительных и отстойных колодцев, глубина их заложения и материал _____

4. Тип соединительного устройства поплавкового и отстойного (успокоительного) колодца с рекой _____

размеры его сечения (м) _____ площадь сечения (м²) _____

длина (м) _____

5. Размеры верхнего строения (измерительного павильона, ящика) установки самописца уровня и его материал (дерево, кирпич) _____

6. Самописец уровня (его тип и фирма), связан или не связан конструктивно с колодцем; высота его расположения над колодцем _____

7. Размеры в плане ковша успокоителя и его глубина _____

8. Контрольные водомерные устройства и их местоположение _____

9. Размеры острова в установке островного типа, его материал _____

10. ----- Средства, применяемые для предотвращения заиливания и замерзания поплавкового колодца и соединительных устройств _____

11. ----- Средства борьбы с пульсациями в поплавковом колодце _____

Прочие сведения по сооружению**1. Реперы сооружения**

№ п/п	Местоположение и описание	Отметка, м		Дата установки	Вид надписи на репере	Сведения об исходном репере и связывающих нивелировках	Повторение нивелировки от исходного репера
		абс.	усл.				

2. Вспомогательные устройства (подходы и подъезды к сооружению, помещения для хранения инвентаря; речные водпосты; уклонный водомерный пост и пр.) _____

3. Общие виды сооружения в двух ракурсах (со стороны по течению и против течения) на фото размером 9х12 см (прикладываются наклеенными на отдельном листе-вкладке в паспорт) _____

Паспорт составлен _____

Представитель структурного подразделения _____
(должность, фамилия, подпись)

Наблюдатель _____

Текущие эксплуатационные сведения

Дата	Содержание записи	Должность и фамилия лица, сделавшего запись

Ведомость контрольных нивелировок

№ п/п	Наименование или № точки	Дата нивелировки

Должность и фамилия лица, производившего нивелировку _____

ОБРАЗЕЦ АКТА

на контрольное испытание нагрузкой пролетного строения гидрометрического перехода (мостика) или переправы

Мы, нижеподписавшиеся, _____

произвели обследование _____ числа _____ месяца _____ года
и испытания пролетного строения гидрометрического перехода (переправы) при
следующих условиях:

1. Пролет сооружения (м) _____
2. Величина контрольной нагрузки (кг) _____

Контрольная нагрузка представляет собой бетонные блоки, камни, мешки с песком (нужное подчеркнуть), предварительно взвешенные на десятичных весах, уложенные на специальные салазки (непосредственно в гидрометрическую люльку), перемещавшиеся с помощью лебедки и каната по пролетному строению.

3. Измеренные при нагрузке в пролете прогибы пролетного строения (стрелы

провеса каната):

- а) при нагрузке на $\frac{1}{4}$ пролета $f_1=m$
- б) при нагрузке в середине пролета $f_2=m$

4. Сооружение под контрольной нагрузкой находилось в течение _____ часов.

При этом в элементах пролетного строения и опорах обнаружены следующие виды недопустимых деформаций (перечислить), подлежащих устранению (если деформации в пределах нормы, то это надо отметить).

5. Сооружение допускается (не допускается) без производства усиления (ремонта) к дальнейшей эксплуатации.

Подписи:

Лист 9

ОБРАЗЕЦ АКТА
на выполнение опытных работ по определению фильтрационных потерь
гидрометрического расходомера

Мы, нижеподписавшиеся, _____

произвели _____ числа _____ месяца _____ года и
испытания на фильтрацию гидрометрического расходомера, включающего в себя
следующие элементы: _____

Установление факта фильтрации под сооружением было произведено путем
запуска красителей (флюоресцина, уранина) в верхний бьеф сооружения при
перекрытой (или неперекрытой) его проточной части. При этом краситель появился в
нижнем бьефе через _____ минут после его запуска в верхнем бьефе.

1. Определение величины фильтрационных потерь было произведено при
следующих условиях:

а) На расходомере производилось измерение расходов воды. Утечки в
неплотности в конструкциях расходомера отсутствовали, так как были устранены
конопаченьем.

б) В верхнем бьефе сооружения, в хвостовой части кривой подпора, поперек
русла водотока была создана земляная дамба, в которую врезан тонкостенный
треугольный водослив с углом выреза _____, размеры дамбы (м) _____

в) В нижнем бьефе расходомера в _____ м от конца его водобойно-сливной
части в русле, была сооружена еще одна земляная дамба, в которую врезан
тонкостенный треугольный водослив с углом выреза _____

Размеры дамбы (м) _____

Примечание. Контрольный водослив устанавливается в верхнем или нижнем бьефе
расходомера. Допускается установка двух контрольных водосливов: выше и ниже сооружения по
течению. Число измерений не меньше трех.

2. Контрольный водослив был предварительно протарирован объемным
способом для напоров от нуля до см через 1,0 см. Тарировочная таблица водослива
прилагается.

3. Измерения расходов воды на расходомере и на контрольном водосливе
(водосливах) производились одновременно.

Значение среднего измеренного расхода составляет (л/с):

на контрольном водосливе _____

на расходомере _____

Величина фильтрационных потерь (л/с) _____

3. Причины фильтрации и меры, рекомендованные по ее устранению _____

Подписи:

Лист 10

ОБРАЗЕЦ АКТА

на производство тарировки расходомера _____

_____ (название и тип) _____

Мы, нижеподписавшиеся, _____

произвели _____ числа _____ месяца _____ года тарирование
расходомера, включающего в себя следующие элементы: _____

Тарирование производилось при следующих условиях:

1. Диапазон измеренных уровней _____ и соответствующих их
расходов _____ при максимальной расчетной амплитуде уровней (м) _____
и расходов от _____ до (м³/с) _____

2. ----- Для тарирования
сооружения выше него по течению был оборудован гидроствор (дать характеристику
гидроствора и его оборудования) _____

3. ----- Измерение расходов
производилось вертушкой (тип) _____
_____ на штанге

Промерные вертикали через (м) _____

Скоростные вертикали через (м) _____

Вертушка устанавливалась (в одной, двух, трех точках) _____

4. Всего измерено расходов _____ (приложить таблицу зависимости $Q=f(H)$
для контрольного гидроствора, отнесенную к уровням самописца расходомера)

5. ----- Метод вычисления
расхода _____

6. ----- Методика измерения
малых расходов, которые не могли быть измерены на гидростворе

Значения этих расходов и соответствующих им напоров _____

7. Причины тарировки _____

8. Сопоставление результатов произведенной и предшествующей тарировки

10. Заключение о пригодности расходомера к дальнейшей эксплуатации и перечень работ, которые необходимы для нормальной эксплуатации расходомера.

Подписи:

Приложение Ф
(обязательное)

Форма таблицы ТГ-16

Титульный лист

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
Республики Беларусь

Департамент по гидрометеорологии

ТГ-16

ТАБЛИЦА СТОКА ВОДЫ

за _____ месяц _____ г.

Река (ручей, лог) _____

Сетевое гидрологическое
подразделение(пост) _____

Тип гидрометрического устройства _____

Приводка высоты с _____ по _____ см
уровня к напору с _____ по _____ см

Таблицу составил _____ Дата _____

проверил _____ Дата _____

Оценка надежности данных _____

Начальник сетевого
гидрологического _____ Дата _____
подразделения (название подразделения, подпись)

Замечания ГУ РГМЦ _____

Страницы 2-7

[illegible]

Страница 8

[illegible]

Суммарный объем стока за месяц _____ м³/сек _____

Число секунд в месяце _____

Средний расход воды _____ м³/сек _____

Наибольший расход воды _____ м³/сек., дата, часы, минуты _____

Наименьший расход воды _____ м³/сек., дата, часы, минуты _____

Библиография

- [1] Водный кодекс Республики Беларусь 15 июля 1998 г. № 191–3
- [2] ВМО - № 168 Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения, 1994 г.
- [3] ВМО - № 42 Технический регламент. Гидрология. Том III, 2006 г.
- [4] Закон Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» от 9 января 2006 г. № 93-3
- [5] Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 5 Белоруссия и верхнее поднепровье. Часть I. Ленинград. Гидрометеоиздат, 1966 г
- [6] Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер Том 5 Белоруссия и верхнее поднепровье. Часть I. Ленинград. Гидрометеоиздат, 1971 г
- [7] Гидрологический словарь. Ленинград. Гидрометеоиздат, 1964 г.
- [8] Геодезия. Н.И. Модринский. Ленинград. Гидрометеоиздат, 1972 г.
- [9] Правила по охране труда при производстве наблюдений и работ в системе государственной гидрометеорологической службы Республики Беларусь
Постановление Минприроды от 29.12.2007 №108
Национальный реестр правовых актов № 8/19258
- [10] ТУ 25-19-1440-78 г. Самописец поплавковый «Валдай» «СУВ – М». Техническое описание и инструкции по эксплуатации
- [11] ТУ 25-11-1441-78 г. Самописец поплавковый ГР – 38. Техническое описание и инструкции по эксплуатации с паспортом