

## **НАСТАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ**

### **ВЫПУСК 6**

#### **Часть II**

### **ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И РАБОТЫ НА МАЛЫХ РЕКАХ**

Одобрено Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР  
4 июня 1971 г.

#### **ПРЕДИСЛОВИЕ**

В комплексе водохозяйственных мероприятий в районах, где ощущается недостаток воды, большое значение имеет использование местных водных ресурсов, в частности стока малых рек.

На территории СССР имеется свыше 100 тыс. малых рек. Роль их в народном хозяйстве и в развитии производительных сил исключительно велика. Протяженность малых рек, пригодных для местного судоходства и сплава леса, составляет около 400 тыс. км, из них свыше 150 тыс. км используется для молевого сплава. Гидроэнергоресурсы малых рек превосходят запасы водной энергии таких стран, как Италия, Франция, Испания, ФРГ и др., вместе взятые. В средней полосе Европейской территории СССР водами малых рек можно оросить более 2,0-2,5 млн. га, а на Юго-Востоке - свыше 2,0 млн. га засушливых земель.

Большинство малых рек играет важную роль как водоприемники поверхностных вод и дренажная сеть, препятствующая заболачиванию и переувлажнению примыкающих к ним земель. При проведении осушительных мелиораций их широко используют в естественном и зарегулированном состоянии в качестве водоприемников осушительных систем. Значение малых рек в этом отношении становится особенно очевидным, если учесть, что более половины всех пригодных для использования в сельском хозяйстве земель в нашей стране приходится на переувлажненные почвы, требующие мелиорации, в первую очередь осушения.

Малые реки широко используют в качестве источников промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения и как приемники очищенных промышленных и бытовых стоков. Велика их роль в комплексе оздоровительных мероприятий, связанных с организацией отдыха, а также в строительстве и реконструкции сельских населенных пунктов.

Для малых рек характерна большая изменчивость гидрологических характеристик (максимальных и минимальных расходов воды, многолетних и внутригодовых колебаний стока и пр.) в зависимости от физико-географических и климатических условий и объема хозяйственной деятельности человека в их бассейнах. Они быстро реагируют на все изменения в условиях формирования стока, изменяя свой гидрологический режим. Таким образом, малые реки выполняют роль своеобразных индикаторов физико-географических особенностей своих бассейнов. Поэтому сведения о них широко используют в гидрологических исследованиях для изучения процесса формирования стока и выявления роли отдельных стокоформирующих факторов.

Гидрологические характеристики этих рек, когда они мало изучены в натуре, ограничивают возможности применения для расчета величин стока метода гидрологических аналогий, так как в этом случае метод аналогии часто приводит к грубым ошибкам.

В связи с изложенным понятна необходимость в расширении гидрологического изучения малых

рек, особенно в районах с интенсивно развивающимся народным хозяйством. Однако оборудование стоковых пунктов наблюдений на малых реках для измерения расходов воды вертушками в настоящее время представляется нецелесообразным по следующим причинам.

Вертушечный способ измерения расходов воды дискретен (не непрерывен), и поэтому не может дать исчерпывающего представления о фактическом ходе речного стока во времени, особенно на тех малых реках, где он отличается большой изменчивостью. Между тем знание фактического хода стока во времени очень важно, особенно в период половодий и паводков, не только для изучения характеристик последних, но и для эксплуатации водохранилищ, водозаборных устройств и других гидротехнических сооружений на малых реках. Вертушечный способ измерения расходов воды не всегда позволяет точно зафиксировать максимальные расходы высоких вод. Измерение расходов воды вертушками практически невозможно на малых горных реках, особенно тех, русла которых сложены валунами и обломками горных пород, из-за повышенной турбулентности, сбойных течений и недостаточных глубин.

Вертушечные измерения расходов воды при густой сети пунктов стоковых наблюдений требуют большого штата гидрометров. Наконец, они крайне затрудняют автоматизацию учета стока на малых реках.

Указанные причины обуславливают необходимость оборудования современных пунктов гидрологических наблюдений на малых реках техническими устройствами или гидрометрическими сооружениями, обеспечивающими непрерывный автоматический учет стока. Такими гидрометрическими сооружениями являются гидрологические расходомеры. Они позволяют определять расходы воды в водотоках только по значению уровня в измерительной части сооружения на основании использования теоретических (гидравлических) зависимостей между расходом и уровнем (водосливы и лотки) или подобных зависимостей, но получаемых по данным тарировок (контрольные русла).

Современный гидрологический расходомер может быть использован и как датчик расхода воды в малой реке в системе комплексной автоматизации гидрологической сети.

Широкое внедрение гидрологических расходомеров на гидрометрической сети на малых реках обеспечивает:

- существенное уточнение данных о водных ресурсах;
- более глубокое изучение процесса формирования стока, что приведет к повышению эффективности его использования;
- подробное исследование влияния хозяйственной деятельности в их бассейнах на водоносность и водный режим;
- автоматизацию наиболее трудоемкого производственного процесса в речной гидрометрии - измерения расхода воды;
- повышение точности гидрологических прогнозов половодий и паводков на средних и больших реках.

В данном Наставлении гидрологические расходомеры рекомендуются как основное техническое средство для инженерного оборудования стоковых пунктов наблюдений на малых реках. Строительство их является обязательным для всех стоковых пунктов, открываемых на малых реках СССР. К последним отнесены все постоянно и периодически действующие водотоки, максимальный расход воды которых обеспеченностью 5% (один раз в 20 лет) не превышает  $50 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Настоящий выпуск Наставления является третьим исправленным и существенно дополненным изданием "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.II. Второе издание Наставления (1952 г.) устарело и не отражает в полной мере современных научных и технических требований к организации и производству гидрометрических работ на малых реках.

В настоящее издание внесены следующие дополнения и изменения.

В гл.III даны указания по применению самописцев уровня воды длительного действия (ГР-38 и

типа 501), приведены установки самописцев уровня воды (СУВ), применяемые на малых реках, находящихся в различных гидрологических и морфологических условиях.

В гл.IV включено описание метода смешения, рекомендуемого для применения в основном на горных реках.

В связи с выпуском альбомов типовых проектов сетевых гидрометрических сооружений, разработанных в ГГИ, а также подготовкой к печати специального руководства по проектированию этих сооружений из Наставления исключен раздел "Проектирование и строительство гидрометрических сооружений".

В качестве гидрологических расходомеров рекомендованы для использования лотки Вентури, водосливы с широким порогом и практического профиля, новый тип тонкостенного водослива - пропорциональный водослив. Не рекомендуются для использования на сети в качестве гидрологических расходомеров контроль-пороги из-за неопределенности их водомерных свойств.

Значительно расширены состав и содержание технического паспорта гидрометрических сооружений. Разработаны его новые формы для гидрометрических мостов, переправ, установок СУВ и гидрологических расходомеров.

Все вопросы технической эксплуатации гидрометрических сооружений вынесены в гл.XII, которая, по существу, написана заново.

В Наставлении использован многолетний опыт работы гидрометсети на малых реках, обобщенный в лаборатории гидрометрических сооружений и в отделе гидрометрии ГГИ, и в той или иной степени использованы все методические пособия ГГИ, посвященные гидрометрии малых рек, вышедшие за период 1952-1971 гг., а также рекомендации ВМО (Всемирной метеорологической организации) по измерению расходов и уровней воды и ряд иностранных литературных источников.

Работа выполнена канд. техн. наук С.С.Гинко (предисловие, введение, гл.III, X, XII, лотки Вентури в гл.VII и таблицы для них), канд. техн. наук Н.Н.Федоровым (гл.I, VI, VII, VIII, IX, XI, XIII), канд. геогр. наук А.М.Гавриловым (гл.II, V и XIV) и В.В.Дементьевым (гл.IV). Рукопись рецензировали и внесли ряд ценных замечаний Д.Е.Скородумов, В.П.Шабан и А.Б.Змиев. Редактирование и общее руководство работой осуществлял канд. техн. наук И.Ф.Карасев.

## **ВВЕДЕНИЕ**

§ 1. Основное назначение гидрологических наблюдений на малых реках - получение характеристик нормы стока и режима уровней, а также экстремальных значений расходов воды (максимальных и минимальных). 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.

§ 2. Вместе с указанными стоковыми характеристиками гидрологические наблюдения должны обеспечивать получение достаточно подробных сведений и о других элементах гидрологического режима: твердом стоке, температурном, ледовом режиме и химическом составе. Они должны также давать представление о ходе русловых переформирований в пределах пункта наблюдений.

§ 3. Программы наблюдений на гидрологических постах малых рек могут 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 каждом конкретном случае корректировка программы наблюдений производится гидрометеорологической станцией (гидрометеорологическим бюро или гидрометеорологической обсерваторией) и утверждается местным управлением Гидрометслужбы.

§ 4. В настоящем выпуске Наставления излагается только методика организации и производства наблюдений за стоком воды и уровнями на малых реках.

Все остальные виды гидрологических наблюдений на малых реках должны выполняться согласно

указаниям, приведенным в Наставлении вып.6, ч.I, а также в "Дополнениях и уточнениях к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам вып.6, ч.I" издания 1963 г., относящихся и к малым рекам.

§ 5. Гидрологические наблюдения на малых реках организуются и проводятся для получения характеристик не только естественного, но и зарегулированного стока.

§ 6. При изучении естественного стока, включая и суточный его ход в период снеготаяния, половодья и паводков, наблюдения организуют на участках рек, где естественный режим их не нарушен гидротехническими сооружениями, отъемами (водозаборами) или сбросами воды.

Такие наблюдения обычно производят в следующих случаях:

- на реках, имеющих репрезентативные условия водосбора (бассейна), для изучения какого-либо стокоформирующего фактора (озерности, лесистости, распаханности, заболоченности, карста и т.п.);
- на реках со своеобразным режимом водного питания: снеговым, дождевым (в условиях муссонного климата), ледниковым и др.;
- на воднобалансовых, горно-стоковых, селестоковых и других специализированных гидрологических станциях.

§ 7. При изучении характеристик зарегулированного стока наблюдения организуют и производят обязательно ниже подпорных гидротехнических сооружений, если ими осуществляется суточное и более "глубокое" (недельное, месячное, сезонное) регулирование стока.

§ 8. 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 2). При этом на реке рекомендуется устройство установок самописцев уровней воды (СУВ), а не простых речных водомерных постов.

§ 9. Принадлежность данного водотока к категории малой реки с точки зрения организации гидрометрических работ устанавливают на основании предварительного определения величины максимального расхода 5%-ной обеспеченности.

Если расчетный расход 5%-ной обеспеченности окажется больше 50 м<sup>3</sup>/с, организацию и производство гидрологических наблюдений на реке следует проводить в соответствии с Наставлением вып.6, ч.I.

§ 10. Все пункты стоковых наблюдений на малых реках оборудуются гидрометрическими сооружениями. Эти сооружения разделяются на вспомогательные и измерительные.

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

К измерительным гидрометрическим сооружениям относятся установки СУВ и гидрологические расходомеры.

§ 11. Строительство гидрометрических сооружений на малых реках выполняется по типовым проектам.

В настоящее время в системе ГУГМС имеются следующие альбомы типовых проектов:

- "Мосты решетчатые металлические", индекс альбома - МР (для пролетов 12; 16; 20 и 24 м);
- "Мосты решетчатые металлические облегченные", индекс альбома - МР<sub>0</sub> (для тех же пролетов);
- "Мосты подвесные", индекс альбома МП (для пролетов 25; 50; 75 и 100 м);

- "Переправы люлочные двухтросовые", индекс альбома ПЛ<sub>2</sub> (для пролетов от 25 до 200 м);
- "Установки самописцев уровня воды", индекс альбома УСУ (для диапазона колебаний уровня до 12,0 м);
- "Расходомеры гидрологические комбинированные", индекс альбома РК (на расходы до 3,5 м<sup>3</sup>/с).

На разработанные в альбомах типовые проекты составлены типовые сметы.

§ 12. Каждый типовый проект, скомпонованный из альбомов чертежей, а также типовая смета подлежат привязке к местным условиям конкретного пункта наблюдений, где намечено строительство данного гидрометрического сооружения.

Условия применения гидрометрических сооружений, для которых разработаны типовые проекты, оговорены в каждом из альбомов.

§ 13. По каждому альбому типовых проектов составлен сборник паспортов. Они изданы в виде отдельных брошюр. Сборники паспортов позволяют выбрать необходимые чертежи, не обращаясь к альбомам, и заказывать их в ГГИ, не выписывая целиком альбомы.

Паспорта позволяют также произвести выбор нужного варианта гидрометрического сооружения данного типа, не прибегая к альбому, и произвести выборку материалов, необходимых для его строительства.

§ 14. Для гидрологических расходомеров разрешается разработка индивидуальных проектов в тех случаях, когда в альбоме отсутствует соответствующий типовый проект.

## **Глава I**

### **ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ И ВЫБОР ТИПА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСХОДОМЕРОВ**

§ 15. Расходы воды малых рек определяются следующими способами:

- 1) гидрометрической вертушкой в створах естественного упорядоченного русла и способом смешения;
- 2) объемным способом;
- 3) гидрометрической вертушкой в специально оборудованном контрольном русле;
- 4) с помощью гидрометрических лотков;
- 5) с помощью водосливов различных типов;
- 6) по данным о прохождении воды через турбины и водосборные отверстия малых ГЭС;
- 7) 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.

При выборе метода измерения расхода воды и соответственно типа гидрометрического устройства следует прежде всего 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:

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

б) 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 ГЭС она может быть использована для учета стока. При этом должны быть установлены 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, как правило, должны быть установлены по данным натурной тарировки. Кроме того, необходимо знать величину фильтрации в створе сооружения, определяемую также путем измерений.

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.

Подробные указания по организации и проведению учета стока на малых ГЭС приведены в "Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.1, гл.6.

Метод учета стока воды на малых реках путем измерения расходов воды гидрометрической вертушкой или поплавками рекомендуется применять на гидрологической сети в тех случаях, когда устройство гидрометрических сооружений по тем или иным причинам невозможно. Для достижения достаточной точности измерений малых расходов воды (менее  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и обеспечения устойчивой связи между расходом и уровнем воды русло на малых реках обязательно упорядочивается.

На отдельных водотоках, где имеет место хорошее перемешивание струй потока (например, на горных реках), измерения расхода воды целесообразно производить методом смешения.

Объемный метод применим в весьма ограниченных случаях, главным образом для тарировки водосливов и лотков при малых расходах.

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.

§ 16. Выбор методов измерения производится с учетом совокупности всех перечисленных выше факторов. В табл.1.1 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 рекомендуется использование гидрологических расходомеров (водосливов, гидрометрических лотков, оборудованных контрольных русел).

1. Основным типом сооружения для очень малых водотоков может 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:

а) слабый транзит влекомых наносов (при большом количестве наносов водохранилище в верхнем бьефе будет быстро занесено и нормальные гидравлические условия работы будут нарушены);

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

в) 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).

2. 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  $50 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

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

Таблица I.1

| Способ измерения и типы измерительных устройств                                                                                                   | Пределы измеряемых расходов, л/с |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                   | наименьший                       | наибольший         |
| I. "Скорость - площадь" (скорость измеряется вертушками) - в естественном упорядоченном и искусственных контрольных руслах                        |                                  |                    |
| Вертушки ГР-21М                                                                                                                                   | 15                               | Не устанавливается |
| Вертушки ГР-55                                                                                                                                    | 7                                | То же              |
| Вертушки ГР-96                                                                                                                                    | 4                                | "                  |
| II. Способ смешения                                                                                                                               | 100                              | 3000-5000          |
| III. Гидрометрические расходомеры                                                                                                                 |                                  |                    |
| 1. Гидрологические лотки                                                                                                                          |                                  |                    |
| а) лотки Паршала при ширине горловины:                                                                                                            |                                  |                    |
| $b = 0,25 \text{ м}$                                                                                                                              | 3                                | 250                |
| $b = 2,50 \text{ м}$                                                                                                                              | 100                              | 4000               |
| $b = 7,50 \text{ м}$                                                                                                                              | 390                              | 47500              |
| б) лотки Вентури при ширине горловины:                                                                                                            |                                  |                    |
| $b = 0,25 \text{ м}$                                                                                                                              | 4                                | 300                |
| $b = 3,00 \text{ м}$                                                                                                                              | 50                               | 5500               |
| в) лоток САНИИРИ                                                                                                                                  |                                  |                    |
| наименьших размеров                                                                                                                               | 4                                | 50                 |
| наибольших размеров                                                                                                                               | 17                               | 1200               |
| 2. Водосливы практического профиля и с широким порогом                                                                                            |                                  |                    |
| а) с треугольным профилем порога (водослив Крампа)                                                                                                |                                  |                    |
| при минимальных размерах ( $b = 0,30 \text{ м}$ ; $h_{\text{макс}} = 0,15 \text{ м}$ ; $h_{\text{мин}} = 0,03 \text{ м}$ )                        | 3                                | 35                 |
| при максимальных размерах ( $b = 6,00 \text{ м}$ ; $h_{\text{макс}} = 2,25 \text{ м}$ ; $h_{\text{мин}} = 0,06 \text{ м}$ )                       | 170                              | ≈ 50000            |
| б) с порогом прямоугольного профиля                                                                                                               |                                  |                    |
| при минимальных размерах ( $b = 0,30 \text{ м}$ ; $h_{\text{макс}} = 0,25 \text{ м}$ ; $h_{\text{мин}} = 0,06 \text{ м}$ ; $p = 0,15 \text{ м}$ ) | 6                                | 60                 |
| при максимальных размерах ( $b = 6,0 \text{ м}$ ; $h_{\text{макс}} = 2,0 \text{ м}$ ; $h_{\text{мин}} = 0,06 \text{ м}$ ; $p = 1,5 \text{ м}$ )   | 120                              | 28000              |
| в) водомерный порог САНИИРИ (ВПС)                                                                                                                 |                                  |                    |
| при минимальных размерах                                                                                                                          | 100                              | 1500               |
| при максимальных размерах                                                                                                                         | 500                              | 20-30000           |
| 3. Тонкостенные водосливы:                                                                                                                        |                                  |                    |
| а) прямоугольный и трапецидальный                                                                                                                 |                                  |                    |

|                                                                                      |                 |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|
| малый ( $b_{\text{ММН}} = 0,15 \text{ м}$ ; $h_{\text{МАКС}} = 0,3 \text{ м}$ )      | 3               | 50            |
| большой ( $b_{\text{МАКС}} = 3,0 \text{ м}$ ; $h_{\text{МАКС}} = 1,0 \text{ м}$ )    | 100             | 10000         |
| б) треугольный                                                                       |                 |               |
| с углом при вершине $90^\circ$ ( $h_{\text{МАКС}} = 1,0 \text{ м}$ )                 | 0,8             | 1400          |
| с углом при вершине $120^\circ$ ( $h_{\text{МАКС}} = 1,0 \text{ м}$ )                | 1,5             | 2450          |
| с углом при вершине $45^\circ$ ( $h_{\text{МАКС}} = 1,0 \text{ м}$ )                 | 0,4             | 580           |
| с углом при вершине $20^\circ$ ( $h_{\text{МАКС}} = 0,50 \text{ м}$ )                | 0,2             | 44            |
| в) параболический ( $h_{\text{МАКС}} = 0,50 \text{ м}$ )                             | 0,2             | 140           |
| г) радиальный ( $h_{\text{МАКС}} = 0,30 \text{ м}$ ; $R = 0,2 \div 0,60 \text{ м}$ ) | 0,06            | 10-15         |
| д) пропорциональный                                                                  |                 |               |
| САНИИРИ                                                                              | 1,8             | 700           |
| Сутро                                                                                | 0,5             | 260           |
| IV. Малые ГЭС                                                                        | 500             | 50000 и более |
| V. Объемный метод                                                                    |                 |               |
| а) по времени заполнения мерного сосуда                                              | Исчезающе малый | 5             |
| б) по приращению уровня воды в мерном бассейне                                       | 0,2             | 20            |

4. 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. 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.

§ 17. Если амплитуда колебаний расхода воды реки не укладывается в указанные в табл.1.1 пределы для одного способа, то измерения расходов воды следует вести несколькими взаимно дополняющими способами. При этом при комбинированном использовании гидрометрических сооружений они сочетаются с обязательным соблюдением следующих условий:

1) точность измерений должна быть достаточной в пределах всей амплитуды колебаний расхода воды данного потока;

2) число измерительных установок должно быть наименьшим (как правило, две);

3) 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).

Наиболее часто встречаются следующие комбинации:

а) 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);

б) сочетание двух водосливов (лотков) - большого и малого - применяется на реках с наибольшими расходами свыше 10 м<sup>3</sup>/с. Оба водослива (лотка) в этом случае устанавливаются 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 (рис. I.1).

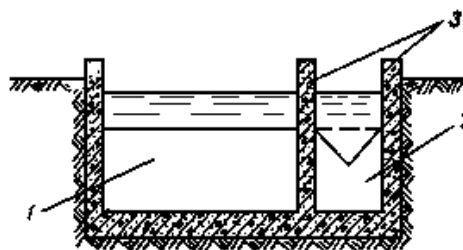


Рис. I.1. Комбинированный тонкостенный водослив для учета малых и больших расходов воды  
1 - водослив большой; 2 - водослив малый; 3 - несущая конструкция

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

в) 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);

г) 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. Водосливная рамка устанавливается в лотке после прохождения весеннего половодья на весь меженный период.

## Глава II

### ОБСЛЕДОВАНИЕ УЧАСТКА РЕКИ И ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

§ 18. 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 Гидрометслужбы, но в отдельных случаях возможна организация дополнительных гидростворов, включаемых в состав сети Гидрометслужбы. Наблюдения на таких постах производятся по правилам, изложенным в "Инструкции по учету водозабора оросительными и обводнительными каналами из источников орошения", ч. I (Гидрометеиздат, Л., 1965).

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

- 1) 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;

2) 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;

3) 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;

4) берега и русло должны быть возможно более устойчивыми и не подверженными значительному зарастанию;

5) на горных реках выбирается участок по возможности со спокойным течением, а также ровным, не загроможденным камнями руслом;

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

§ 20. Выбор участка для гидрологических наблюдений на малых реках поручается специалисту управления ГМС или начальнику (инженеру) станции 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 обозначается.

После выбора и обследования участка реки все оформленные материалы представляются в УГМС на утверждение.

§ 21. В состав работ по выбору участка реки для гидрологических наблюдений входит:

1) предварительное ознакомление с районом намечаемого поста по справочным гидрологическим изданиям и другим печатным и архивным источникам и данным опроса местных жителей;

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

3) подробные изыскания на выбранном участке;

4) составление отчета о произведенных работах.

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

§ 22. В процессе ознакомления с районом выясняются или уточняются следующие характеристики:

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

2) основные черты гидрографии, гидрологического режима (питание, сток, ледовые явления) и его изученность. Основными опубликованными источниками для ознакомления с районом являются: справочник "Ресурсы поверхностных вод СССР" [серии: 1) "Гидрологическая изученность", 2) "Основные гидрологические характеристики", 3) Монографии "Ресурсы поверхностных вод СССР" и для некоторых районов, 4) "Описания рек, озер и водохранилищ"];

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

4) перспективное развитие народного хозяйства, намеченные изменения на водосборе реки

(мелиорация, облесение и т.д.), а также изменения в использовании реки;

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

6) положение населенных пунктов, пути сообщения, средства связи.

Тщательное ознакомление перед выездом в поле с материалами по району облегчает и ускоряет выбор участка для наблюдений.

§ 23. Задачей рекогносцировочного обследования является отыскание на реке с учетом предварительно собранных сведений такого участка, который бы в наибольшей степени удовлетворял требованиям, изложенным в § 19. Особое внимание следует уделять выявлению переменного подпора в соответствии с указаниями "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.1, изд. 1957 г.

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

§ 24. На выбранном для гидрологических наблюдений участке реки проводятся подробные изыскания, в состав которых входят:

1) инструментальная топографическая съемка, 2) обследование грунтов дна и берегов реки и получение физико-механических характеристик, 3) определение направления и величины скорости течения.

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

В приложении 1 даны краткие указания о производстве топографических и инженерно-геологических изысканий на малых реках.

§ 25. Сбор сведений о гидрологическом режиме реки производится 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. Отмечаются места оползания и обрушения берегов, отмели и осередки и их перемещения во времени, конусы выноса впадающих в реку притоков и оврагов, следы селевых паводков и т.п. Получение таких сведений весьма важно для оценки пригодности участка реки и выбора типа гидрометрического устройства.

Во время обследования участка обязательно измеряются расходы воды и уклоны водной поверхности, а также берутся 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 приводится в приложении 2.

§ 26. Отчет о работах по выбору участка реки для организации гидрологических наблюдений составляется на станции в двух экземплярах, из которых один (первый) хранится в делах станции, а другой пересылается в УГМС. К первому экземпляру прилагаются подлинные документы обследования, выписки из литературных и архивных материалов, нивелировочные и буровые журналы, промерные журналы, журналы измерения расходов воды и пр.

В состав отчета включается:

1) пояснительная записка;

2) гидрографическое описание обследованного участка;

3) план, продольные и поперечные профили участка;

4) литологические профили;

5) ведомости измеренных расходов воды, данные о мутности и гранулометрическом составе донных отложений.

§ 27. 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.

Примерный порядок изложения:

I. Общие сведения (ссылки на предписание УГМС; кто и когда проводил обследование; объем произведенных работ).

II. Общие сведения о реке и бассейне.

III. Сведения о выбранном участке:

1) обоснование выбранного участка;

2) мотивировка допущенных отступлений от требований § 19 к выбору участка;

3) характеристика долины и русла реки;

4) характеристика гидрологического режима реки;

5) расчет наибольшего и наименьшего расхода воды;

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

§ 28. Наибольший расчетный расход воды устанавливается в зависимости от наличия или отсутствия измерений в соответствии с разработанными ГГИ и утвержденными Госстроем СССР нормативными указаниями и использованием рекомендаций, содержащихся в монографиях "Ресурсы поверхностных вод СССР".

В качестве расчетного расхода принимается максимальный расход обеспеченностью 5%. Принятые величины расчетных расходов воды утверждаются УГМС, в отдельных случаях при консультации зональных НИГМИ или ГГИ.

§ 29. Наименьший расход воды оценивается 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.

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

В необходимых случаях, когда одним сооружением не обеспечивается определение стока в благоприятных условиях измерения, во всем диапазоне расходов может быть использована комбинация лотков и водосливов, предназначенных для различных фаз гидрографа.

## **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ**

### **Общие сведения**

§ 31. Водомерные посты на малых реках, как правило, оборудуют установкой самописца уровня воды (СУВ) и минимум двумя реперами - надежно закрепленными планово-высотными опорными геодезическими знаками. Установка СУВ должна обеспечивать автоматическую непрерывную регистрацию уровней в том диапазоне, на который она рассчитана.

§ 32. Установки СУВ на малых реках могут представлять собой самостоятельные гидрометрические сооружения или входить в состав гидрологических расходомеров. В обоих случаях они выполняют одну и ту же функцию - автоматическое измерение уровня воды.

В отношении компоновки и особенностей их конструкций они отличаются друг от друга. В состав самостоятельной установки СУВ, помимо обычных ее элементов (см. § 42), могут входить дополнительные конструкции, предназначенные для повышения надежности ее работы (см. § 48).

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

§ 33. 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.

§ 34. 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 рекомендуется дополнительно оборудовать двумя максимальными рейками. Их располагают выше и ниже по течению от установки СУВ. Назначение максимальных реек - зафиксировать УВВ в случае прекращения работы самописца уровня воды и дать возможность определить при этом продольный уклон реки у водпоста.

§ 35. 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 обеспечивают свободный доступ для удобства производства отсчетов, их ремонта и замены. Свая (куст свай) и рейки должны быть надежно защищены от повреждений плывущими предметами и при ледоходе.

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

Крючковая рейка позволяет измерять уровни воды с точностью до  $\pm 1,0$  мм (ее описание дано в приложении 3).

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

§ 37. Реперы на всех водомерных постах выполняют и устанавливают в соответствии с рекомендациями "Наставления гидрометстанциям и постам" вып.6, ч.1.

§ 38. Установки СУВ оснащают преимущественно самописцами уровня воды "Валдай", ГР-38 или типа 501; применяют и дистанционные уровнемеры, позволяющие передавать данные об уровнях на расстояние.

### **Самописцы уровня воды**

§ 39. Самописец ГР-38 имеет три масштаба записи уровня воды: 1:20; 1:10 и 1:5 и регистрирует амплитуды колебаний последнего соответственно в 6,0; 3,0 и 1,5 м. Запись времени производится тоже в трех масштабах: 2,0 мм/ч, 1 мм/ч и 0,5 мм/ч и обеспечивает продолжительность наблюдений без смены лент, соответственно, в течение 8, 16 и 32 суток. Некоторым недостатком этого самописца является ограничение записи уровней при выбранном масштабе соответствующей ему амплитудой. Если фактическая амплитуда колебания уровня превысит предельную, отвечающую данному

масштабу записи, то регистрация уровня прерывается. Описание самописца ГР-38 дается в приложении 4.

§ 40. Самописец уровня воды длительного действия - типа 501 производства чехословацкой фирмы "Метра" - имеет четыре масштаба записи уровня: 1:5; 1:10; 1:20 и 1:40, регистрирует амплитуды колебаний последнего соответственно в 1,25; 2,5; 5,0 и 10,0 м. Он имеет три масштаба записи времени: 10 мм/ч, 5,0 мм/ч и 2,5 мм/ч и обеспечивает продолжительность наблюдений без смены лент в течение 2, 4 и 8 суток. Описание самописца уровня воды типа 501 дается в приложении 5.

§ 41. При размещении установок СУВ вблизи от населенных пунктов, когда их могут часто посещать наблюдатели, устанавливается самописец уровня "Валдай". Он имеет срок непрерывной работы 1 сутки, четыре масштаба записи уровня (модель 1952 г.): 1:1; 1:2; 1:5 и 1:10 и регистрируют амплитуду колебаний уровней в 6 м.

Описание самописца уровня "Валдай" дается в приложении 6.

### **Состав установок СУВ**

§ 42. Установка СУВ, получившая распространение на гидрометсети, состоит из следующих элементов:

- самописца уровня - прибора, измеряющего и регистрирующего изменение высоты уровня воды в реке (водохранилище);

- колодца (называемого поплавковым) для размещения поплавка (датчика) уровнемера и его защиты от внешних воздействий, могущих нарушить работу самописца;

- соединительного устройства для обеспечения непрерывной связи уровней в реке (водохранилище) и поплавковом колодце;

- измерительного павильона для размещения регистрирующей части уровнемера и ее защиты от внешних отрицательных воздействий;

- вспомогательных гидротехнических устройств, предназначенных для защиты установки от заиливания, подмыва, разрушения льдом при ледоходе и предотвращения возникновения в поплавковом колодце волновых возмущений.

§ 43. На гидрометсети находят применение установки СУВ с двумя и более колодцами. При этом один из них, самый дальний от реки, используется как поплавковый, а остальные, промежуточные, являются отстойниками наносов для предохранения первого от заиливания. Наличие промежуточных колодцев способствует также смягчению отрицательного влияния волновых возмущений на работу СУВ.

§ 44. Для строительства колодцев установок СУВ обычно 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.

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.

§ 45. 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.

§ 46. 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.

Для установок СУВ в районах с мягким климатом рекомендуется сифонное соединительное устройство с автоматической подзарядкой сифона (см. § 87). Оно лишено большинства недостатков других типов соединительных устройств и надежно в работе.

§ 47. 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 жостью) 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.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Типовые проекты измерительных павильонов установок СУВ имеются в разработанном ЛГС ГГИ альбоме типовых проектов установок СУВ (индекс альбома УСУ).

§ 48. Вспомогательные гидротехнические конструкции, входящие в состав установок СУВ, в зависимости от гидрологических особенностей водотока и местных условий могут представлять собой 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.

#### **Факторы, влияющие на работу установок СУВ**

§ 49. 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 у 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, степень его аэрации (на горных реках), 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.

§ 50. Амплитуда колебаний уровней воды, глубина реки в межень, очертание берега и поймы определяют общую высоту установки СУВ, глубину заложения ее колодцев и соединительного устройства, длину последнего, компоновку (одноярусная, двухъярусная) и тип установки (береговой или островной).

§ 51. Конструкция соединительных устройств установок СУВ, форма и размеры их поперечных сечений зависят от интенсивности изменения уровня воды во времени и параметров волн на водном объекте, частоты колебаний последних, характера и интенсивности протекающих в нем процессов макротурбулентности.

В горных потоках с бурным течением при возведении установок СУВ нужно обращать особое внимание на гашение в соединительных установках волновых колебаний, передающихся от реки в поплавковый колодец и нарушающих работу самописца уровня.

§ 52. Режим взвешенных и донных наносов, характер русловых переформирований на реках с высокой мутностью и подвижными руслами тоже влияют на выбор местоположения установки СУВ и ее компоновку. От них зависят состав входящих в нее гидротехнических конструкций и условия ее эксплуатации. Отрицательное воздействие наносов на установку СУВ проявляется в том, что они, попадая в значительных количествах в соединительные устройства и поплавковые колодцы, нарушают связь уровней в них с уровнями в реке. В результате установка перестает отвечать своему назначению и может выйти из строя (о способах борьбы с заиливанием установок СУВ см. гл. XII).

§ 53. Отрицательное воздействие русловых переформирований на работу установок СУВ проявляется в том, что сползающие вниз по течению реки перекаты и побочки могут полностью выводить их из строя, нарушая прежде всего работу соединительных устройств.

§ 54. Наибольшие эксплуатационные затруднения на установках СУВ поплавкового типа вызывают длительные отрицательные температуры воздуха, приводящие к образованию льда в соединительных устройствах, поплавковых колодцах и других конструктивных элементах. Появление льда приводит к нарушению связи уровней в колодцах и реке. Работу самописца нарушает обмерзание поплавка, изменяющее его водоизмещение.

На работе установок СУВ отрицательно отражаются сезонные изменения высотного положения поплавковых колодцев и соединительных устройств, если они заложены в пределах глубины промерзания грунта, слагающего берег, и если грунт подвержен морозному пучению.

§ 55. 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.

§ 56. На сплавных реках на выбор места для строительства установок СУВ, их типа и конструкций оказывает влияние вид лесосплава (молевой, пучки и пр.), его интенсивность, характер регулировочно-выправительных гидротехнических мероприятий, проводимых на реке в связи с лесосплавом.

Если поплавковый колодец установки СУВ на реке, используемой для лесосплава, расположен непосредственно у уреза воды, то во избежание силовых воздействий со стороны плывущих бревен и их пучков его следует ограждать плавучим боном. Устьевые части соединительных устройств следует защищать сороудерживающими решетками для предохранения от засорения древесной корой.

§ 57. 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 или при привязке типового проекта к местным условиям. 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.

### Типы установок СУВ и их особенности

§ 58. Установки СУВ в зависимости от местоположения поплавкового колодца по отношению к урезу воды в реке в межень разделяют на две группы: а) установки СУВ берегового типа, б) установки СУВ островного типа.

§ 59. 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 (рис.III.1). Чем ближе берег, тем больше это расстояние. В русле реки вблизи берега сооружают водоприемную часть (оголовки) соединительного устройства.

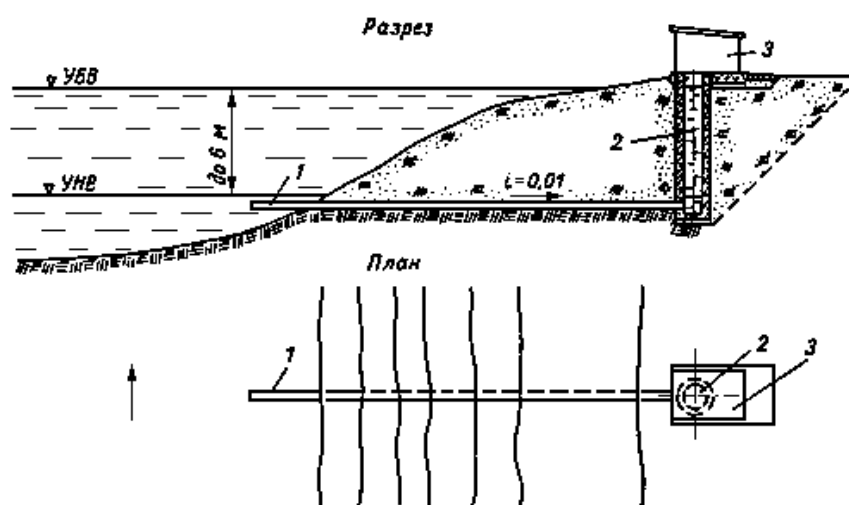


Рис.III.1. Установка СУВ берегового типа с поплавковым колодцем в удалении от уреза  
1 - соединительное устройство; 2 - поплавковый колодец; 3 - измерительный павильон

§ 60. При наличии крутого, невысокого (до 2,5 м), устойчивого, неразмываемого и приглубого берега при амплитуде колебаний уровня воды в реке 1,5-2,0 м поплавковый колодец, если он четырехгранный, можно размещать непосредственно у уреза (рис.III.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 (см. § 83).

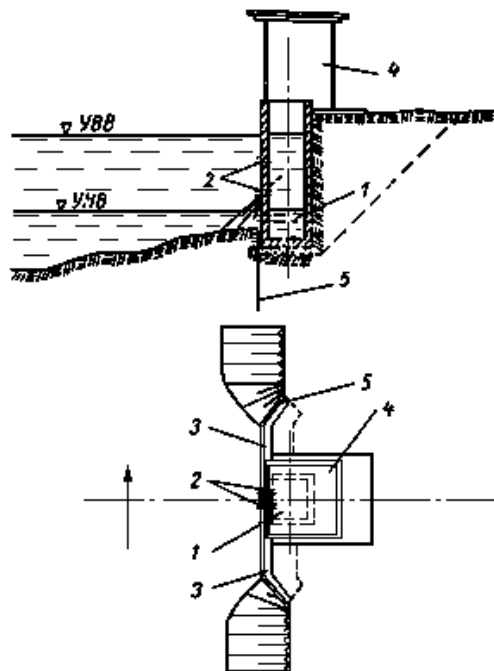


Рис.III.2. Установка СУВ берегового типа с поплавковым колодцем вблизи уреза  
1 - поплавковый колодец; 2 - соединительные отверстия; 3 - подпорная стенка; 4 - измерительный павильон; 5 - шпунтовое ограждение

§ 61. Установки СУВ островного типа сооружают в руслах рек, в некотором удалении от уреза, соответствующего минимальному уровню воды. На малых реках они представляют собой свайные или стоечные пространственные каркасы, внутри которых закрепляют поплавковые колодцы. В стенках колодцев и их днищах делают отверстия для обеспечения равенства отметок уровней в реке и колодце.

§ 62. На рис.III.3 показана островная установка СУВ свайного типа, состоящая из четырех свай, забитых в дно реки, и поплавкового колодца между ними. На рис.III.4 показана островная установка стоечного типа, состоящая из трех стоек, образующих трехгранную пирамиду, стоящую на дне реки, в которое невозможно забить сваи.

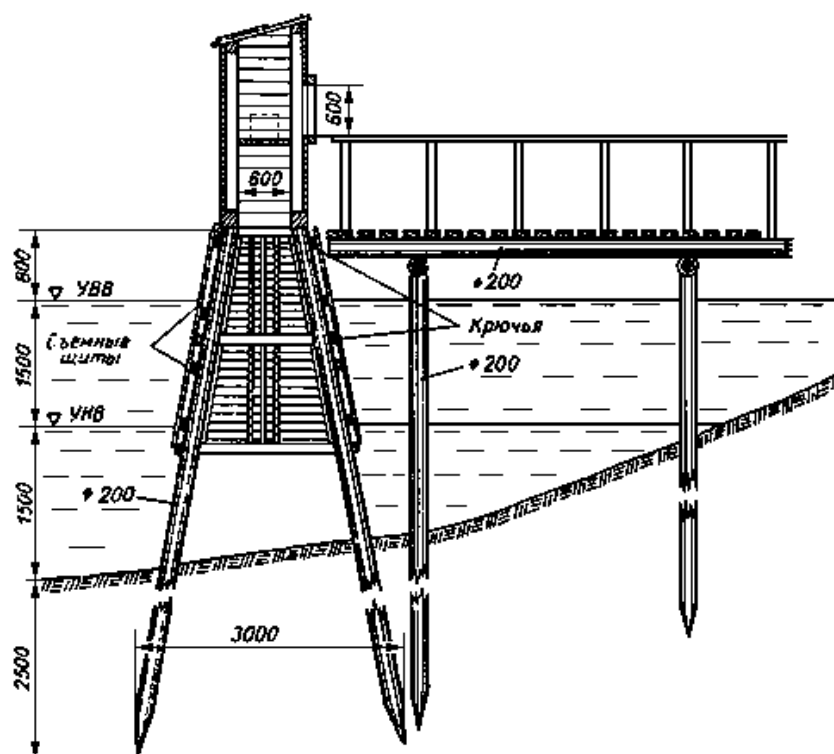


Рис. III.3. Установка СУВ островного типа в свайной опорной конструкции

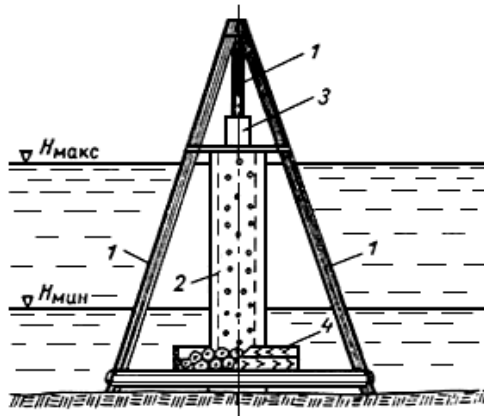


Рис. III.4. Установка СУВ островного типа в деревянной опорной конструкции для грунтов, не допускающих забивку свай

1 - несущие стойки; 2 - колодец самописца уровня; 3 - самописец уровня; 4 - ящик деревянный для каменного балласта

Для строительства таких установок СУВ применяют круглый лес диаметром 18-20 см. Сваи или стойки для придания всей конструкции установки СУВ жесткости снаружи связывают деревянными раскосами и поясами из пластин, выпиленных из бревен диаметром 14-16 см.

§ 63. Для удобства доступа к островной установке СУВ ее связывают с берегом стандартным (типовым) гидрометрическим мостом.

§ 64. Для предохранения островных установок СУВ от повреждений льдом и другими плавающими телами их размещают в специально вырываемых в берегах ковшах-успокоителях, естественных заливах, под защитой береговых выступов или перед ними устраивают деревянные ледорезы, выполняя их в зависимости от интенсивности ледохода плоскими или шатровыми.

§ 65. Если установку СУВ островного типа водный поток обтекает со скоростями течения, большими 0,5 м/с, то ее конструкции будут оказывать заметное влияние на положение свободной поверхности воды у поплавкового колодца. В таком случае отверстия в стенках и дне поплавкового колодца делать не рекомендуется и их заменяют трубчатым соединительным устройством. Водоприемное отверстие последнего должно быть расположено на достаточном расстоянии от установки СУВ в месте, где ее влияние на положение свободной поверхности воды практически не сказывается.

§ 66. Установки СУВ островного типа применяют на малых реках с большой мутностью, имеющих пологие неустойчивые берега, легко меняющие свои очертания в плане при амплитуде колебаний уровней до 2,5-3,0 м и более, когда длина соединительного устройства у установки СУВ берегового типа превышает 10-15 м. В таких условиях островной тип установки СУВ по технико-экономическим и эксплуатационным показателям имеет преимущество перед береговым.

§ 67. На малых реках с большой мутностью при скоростях течения до 0,5 м/с рекомендуется поплавковые колодцы в установках СУВ островного типа выполнять без дна. Нижний обрез колодца при этом помещают на 0,3-0,5 м над дном реки. В таком колодце полностью исключается возможность отложения наносов и отпадает надобность в соединительном устройстве.

Для гашения в колодце волновых возмущений у его нижнего обреза можно ставить одну-две горизонтальные решетки из стальных листов, толщиной 4-5 мм, перфорированных отверстиями диаметром до 10 мм в количестве 25 на 1 дм<sup>2</sup>.

§ 68. На малых реках, имеющих широкую двухстороннюю, часто затапливаемую пойму, рекомендуется установка СУВ берегоостровного типа (рис. III.5). Она состоит из армобетонного поплавкового колодца, размещенного в береге, на расстоянии не больше 8-10 м от меженного уреза. Верхний обрез колодца вынесен на незатопляемые отметки. На уровне верхнего обреза вокруг

колодца устраивается смотровая площадка, на которой размещается измерительный павильон или шкаф с регистрирующим устройством самописца уровня воды. Связь с берегом осуществляется с помощью лодки или по гидрометрическому мостику, если расстояние между установкой СУВ и берегом не превосходит 20,0 м.

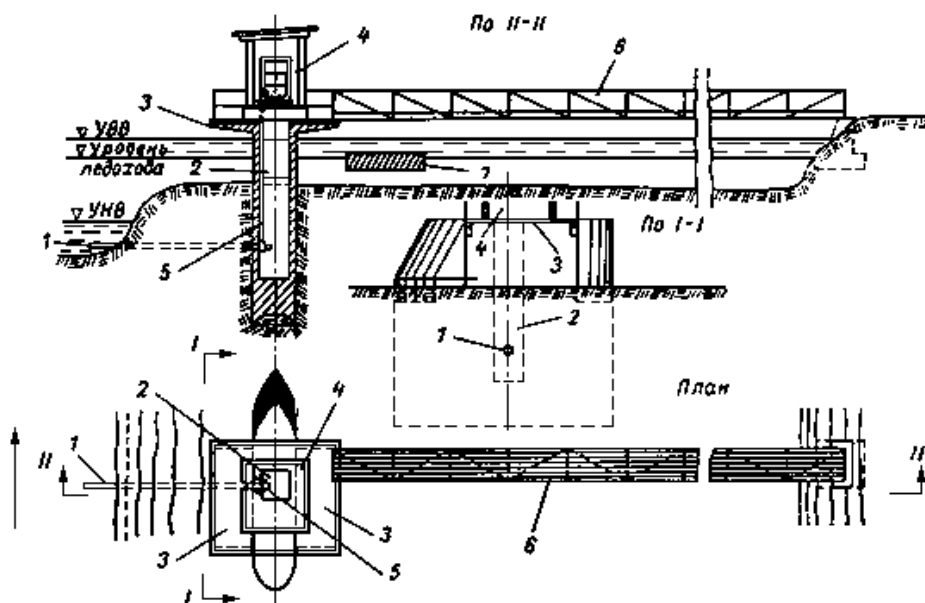


Рис. III.5. Установка СУВ комбинированного (берего-островного) типа

1 - соединительное устройство; 2 - поплавковый колодец; 3 - платформа, несущая измерительный павильон; 4 - измерительный павильон; 5 - привод к задвижке соединительной трубы; 6 - гидрометрический мостик, 7 - плывущий лед

Поплавковому колодцу снаружи придается обтекаемая форма. Его верховая грань выполняется в виде ледореза.

Конструкция соединительного устройства такой установки принимается, сообразуясь с местными условиями.

§ 69. Конструкции установок СУВ островного типа подлежат проверке на устойчивость и прочность по методам строительной механики на нагрузки, которые могут на них воздействовать на данной реке (силовые воздействия льдин, плавущих предметов, пришвартованной лодки и др.).

§ 70. 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 (рис. III.6) 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.

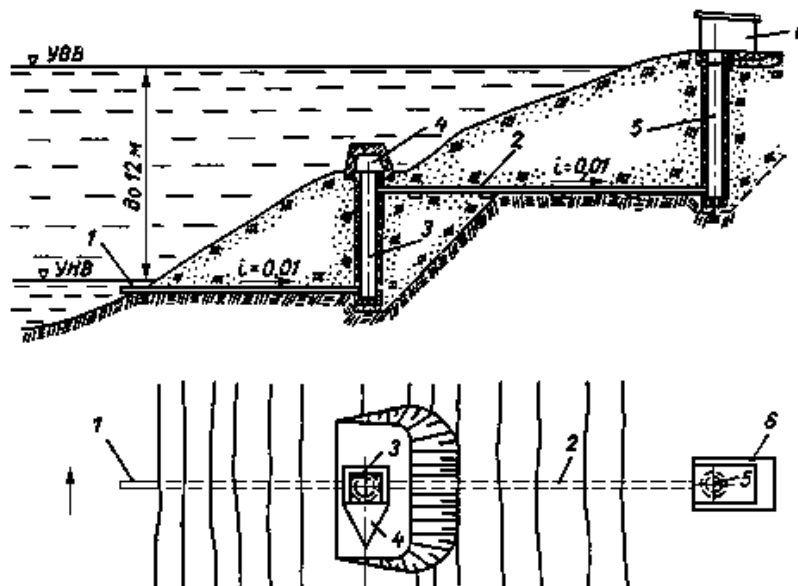


Рис. III.6. Двухъярусная установка СУВ берегового типа

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

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

§ 71. При значительной глубине поплавкового колодца (более 2,5-3,0 м) применение крючковой 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, оборудуемый в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам", вып.6, ч.1.

При устройстве внутреннего контрольного водомерного поста с крючковой или простой рейкой заранее должно быть предусмотрено 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.

§ 72. 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.

§ 73. 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, так же как и установки СУВ островного типа, 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.

§ 74. Установки СУВ берегового типа с промежуточными колодцами, получившие распространение на горных и полугорных реках, в зависимости от положения колодцев в плане имеют две разновидности компоновок:

1) нормальную (рис.III.7), при которой ось отстойного (успокоительного) и поплавкового колодцев, расположенных последовательно друг за другом, направлена перпендикулярно (нормально) к оси (стрелжню) потока;

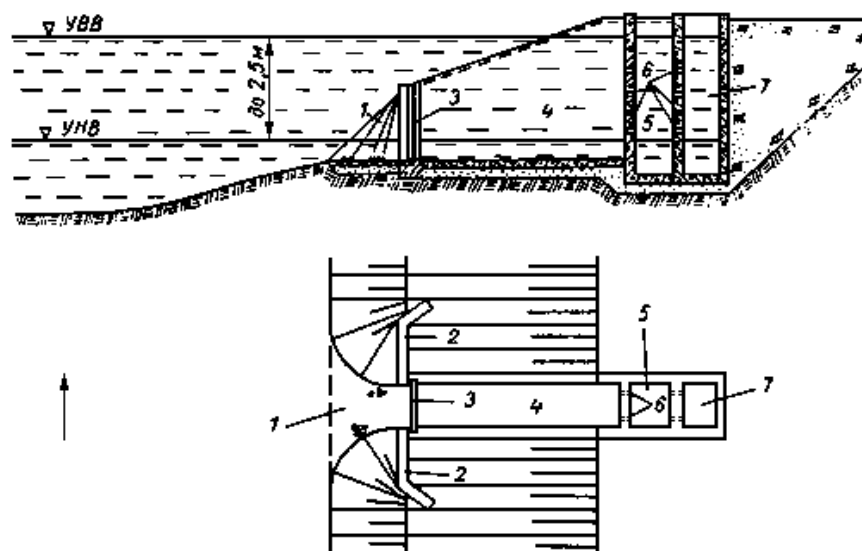


Рис.III.7. Нормальная компоновка установки СУВ берегового типа с соединительным устройством - железобетонным лотком (измерительный павильон не показан)

1 - входной раструб; 2 - подпорные стенки; 3 - плоский затвор (или шандоры); 4 - соединительный лоток (галерея), 5 - отстойный (он же успокоительный) колодец; 6 - соединительные отверстия; 7 - поплавковый колодец

2) параллельную (рис.III.8), при которой оба колодца расположены на одинаковом расстоянии от реки на одной оси, параллельной оси (стрелжню) потока.

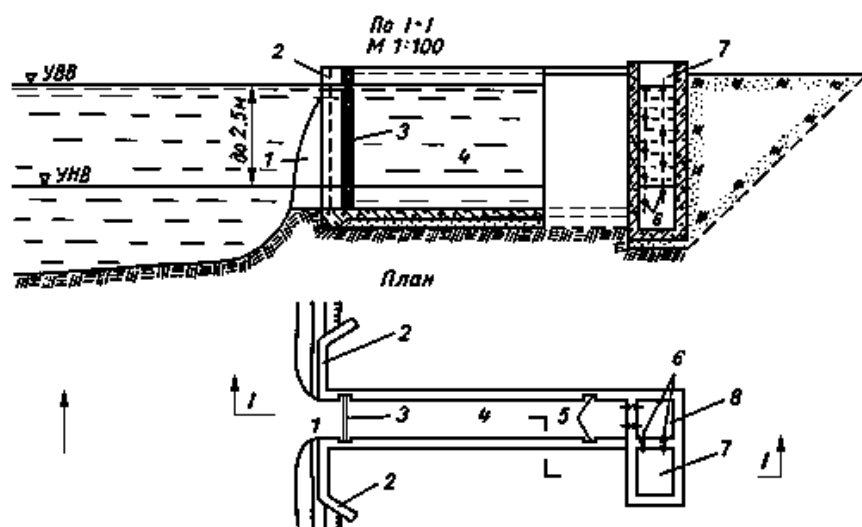


Рис.III.8. Параллельная компоновка установки СУВ берегового типа с соединительным устройством - железобетонным лотком (измерительный павильон не показан)

1 - входной раструб; 2 - подпорные стенки; 3 - плоский затвор (шандоры); 4 - соединительный лоток (галерея); 5 - пазы для гидравлической решетки (демпфера для гашения волновых возмущений); 6 -

соединительные отверстия; 7 - поплавковый и 8 - отстойный (успокоительный) колодцы

В обоих случаях поплавковый и отстойный колодцы обычно непосредственно примыкают друг к другу, их разделяет стенка, имеющая ряд мелких отверстий для гидравлической связи уровня воды в колодцах. Колодцы могут быть удалены друг от друга; при этом они также соединяются трубами, галереями (лотками).

Ближний к реке, отстойный (успокоительный) колодец, если он удален от уреза, гидравлически связывается с рекой, как и в установке с одним колодцем, с помощью соединительного устройства, тип которого выбирается с учетом местных условий.

§ 75. Параллельная компоновка установки СУВ берегового типа предпочтительнее, так как при этом, как показывает практика:

а) лучше обеспечивается гашение волновых возмущений в поплавковом колодце и меньше опасность его заиления,

б) проще производство строительных работ по установке и меньше объем земляных работ.

§ 76. Разновидностью нормальной компоновки установки СУВ берегового типа является установка с промежуточным закрытым (затопляемым) отстойным колодцем (рис.III.9).

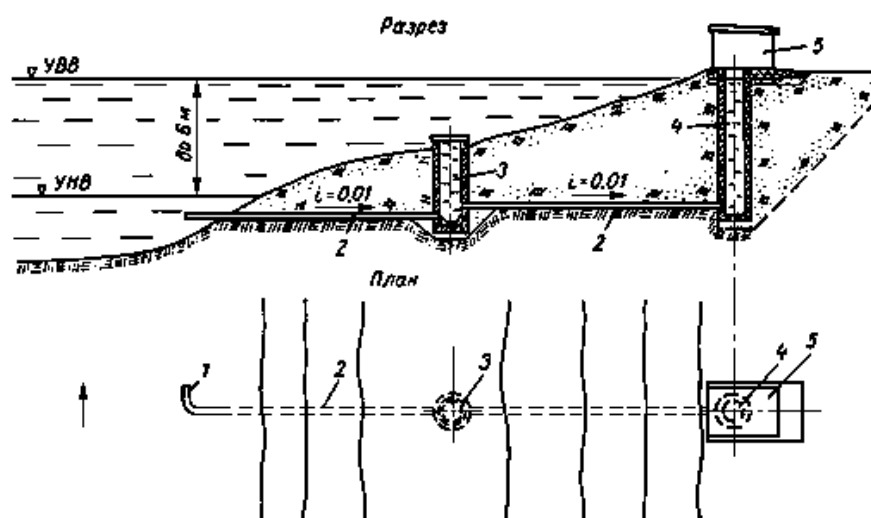


Рис.III.9. Нормальная компоновка установки СУВ берегового типа с промежуточным затопляемым отстойным колодцем

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

Промежуточный (отстойный) затопляемый или незатопляемый (рис.III.10) колодец значительно упрощает прочистку соединительных труб от наносов и мусора. Ее выполняют, как правило, при низких уровнях воды в реке.

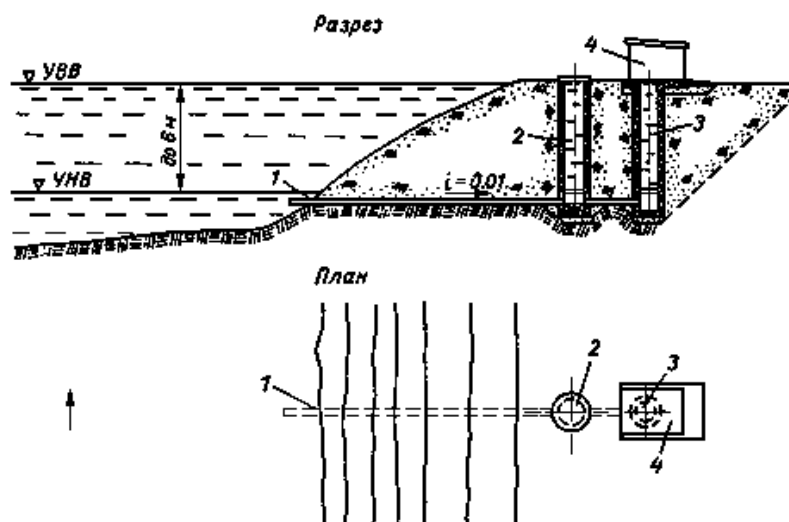


Рис. III.10. Нормальная компоновка установки СУВ берегового типа с промежуточным незатопляемым поплавковым колодцем

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

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

§ 78. 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 категорически не допускается.

Оба конца трубы закладывают ниже минимального уровня воды в реке. При этом устьевая (приемная) часть трубы закладывается на 0,3-0,5 м ниже подводной поверхности ледяного покрова максимальной толщины и должна возвышаться над дном реки на 0,3-0,5 м. На реках с большой мутностью (типа среднеазиатских и закавказских) устье соединительной трубы должно возвышаться над дном реки на 0,6-0,8 м (желательно выше слоя перемещения донных наносов). Трубе, галерее (лотку) рекомендуется придавать 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.

§ 79. Если по местным условиям соединительная труба закладывается в пределах глубины промерзания, то необходима теплоизоляция трубы. В качестве теплоизоляции рекомендуется употреблять шлаковату, минеральную пробку и другие минеральные утеплители (например, асбозурит), 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.

§ 80. 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:

$$\omega = \frac{0,45 p \Omega}{\sqrt{\Delta H}},$$

где  $\omega$  - площадь сечения соединительной трубы в м<sup>2</sup>;  $p$  - максимальная ожидаемая интенсивность колебания уровня воды в реке или в верхнем бьефе гидрологического расходомера в м/с;  $\Omega$  - площадь сечения колодца самописца в м<sup>2</sup>;  $\Delta H$  - разность уровней воды в реке и колодце самописца, обуславливающая поступление воды из реки в колодец и обратно; она не должна превышать точности измерения уровня  $\pm 1$  мм; 0,45 - размерный коэффициент.

Пример расчета диаметра соединительной трубы. Площадь сечения колодца самописца  $\Omega = 0,80$



м<sup>2</sup>, максимальная ожидаемая интенсивность возрастания (убывания) уровня воды в реке  $\mathcal{P} = 0,0004$  м/с,  $\Delta H = 1$  мм. Тогда получаем площадь сечения соединительной трубы

$$\omega = \frac{0,45 \cdot 0,0004 \cdot 0,8}{\sqrt{0,001}} = \frac{0,000144}{0,0316} = 0,0045 \text{ м}^2,$$

которой соответствует диаметр трубы  $d = 0,075 \text{ м} = 7,5 \text{ см}$ .

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 допустимой разницы в уровнях  $\Delta H$  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. Кроме того, труба должна обеспечивать гашение волновой энергии, передающейся из реки в поплавковый колодец, для успокоения пульсаций уровня.

§ 81. Для обеспечения гашения в поплавковом колодце возможных возмущений свободной поверхности воды площадь поперечного сечения соединительной трубы, рассчитанная по указаниям § 80, 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.

§ 82. Для уменьшения возможности попадания в соединительную трубу наносов ее устьевую часть рекомендуется изгибать под прямым углом и отверстие направлять по течению (см.рис.III.9). С этой же целью на трубу со стороны входного отверстия надевают насадок Вентури, ось которого располагают перпендикулярно ее оси (рис.III.11). Увеличение в насадке скоростей течения препятствует попаданию наносов в соединительную трубу.

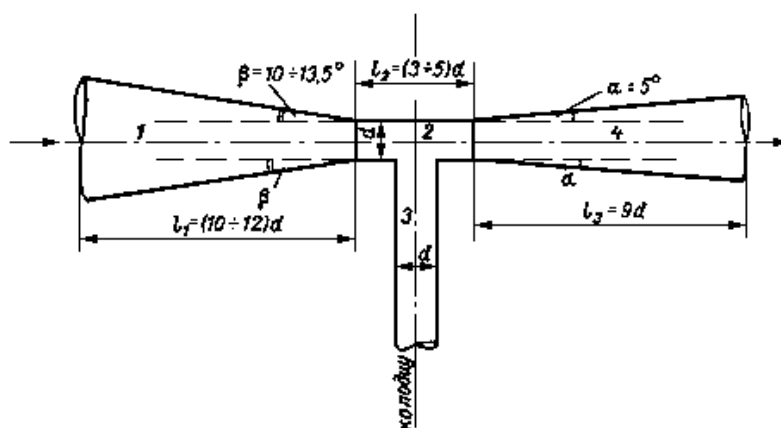


Рис.III.11. Схема оголовка (речного конца) трубчатого соединительного устройства с насадком Вентури

1 - сходящийся конус; 2 - цилиндрическая часть; 3 - труба соединительного устройства; 4 - расходящийся конус

§ 83. На реках с большой мутностью в качестве соединительных устройств рекомендуется строительство открытых или закрытых железобетонных галерей (лотков) шириной 0,6-0,8 м. Они торцом или сбоку (см.рис.III.7, III.8) примыкают к поплавковому колодцу. При этом последний может выполняться как самостоятельная конструкция, не связанная жестко с галереей (в сборном варианте) и отделенная от нее водонепроницаемым строительным швом, или представлять с ней единую монолитную конструкцию (при строительстве их из монолитного бетона). Длина галереи

(лотка) зависит от топографических и инженерно-геологических условий берега, в котором размещается установка СУВ.

Соединение колодца с лотком осуществляют с помощью отверстий диаметром 0,02-0,05 м в его стенке, примыкающей к последнему. Общая площадь соединительных отверстий должна быть равна 0,01 площади поперечного сечения поплавкового колодца.

Лоток со стороны реки в его головной части перекрывается плоским съёмным щитом или шандорами с отверстиями диаметром 0,02-0,05 м общей площадью 0,01 от площади сечения поплавкового колодца. Назначение отверстий - обеспечить связь уровней в реке и лотке и в то же время предотвратить поступление в лоток наносов, уменьшить в нем волновые возмущения, передающиеся от реки.

Соединительные отверстия в стенке колодца и в щите (шандорах) размещают в пределах 0,8-1,0 м вверх от минимального уровня воды в реке.

Такой тип установок СУВ получил распространение в УГМС Казахской ССР.

§ 84. Соединительные устройства в виде открытых или закрытых галерей (лотков) имеют сравнительно с трубчатыми следующие преимущества. Они легко доступны для очистки от наносов, мусора и ледовых образований. В них удобно устанавливать различные гидравлические сопротивления для обеспечения гашения колебаний водной массы в галерее на подходе к поплавковому колодцу и волновых возмущений в последнем. В качестве гидравлических сопротивлений в них можно применять перфорированные стальные листы, габионы, фашины, пучки хвороста, каменную наброску.

Недостатком такого соединительного устройства по сравнению с трубчатым является возможность появления льда в поплавковом колодце. Особенно интенсивно наросты льда возникают на стенках в периоды неустойчивых температур, при чередовании оттепелей и заморозков. Поэтому соединительные устройства на установках СУВ круглогодичного действия на зиму необходимо тщательно утеплять.

§ 85. На реках с большой мутностью соединительное устройство - галерея без надлежащего конструктивного оформления оголовка заносится наносами, даже если ее входная часть перекрыта съёмным затвором с отверстиями.

В качестве надежного средства защиты всех видов соединительных устройств от попадания наносов являются затопляемые и незатопляемые шпоры, размещаемые непосредственно за оголовками соединительных устройств (рис. III.12). Один конец шпоры надежно заделывают в берег, другой длиной до 2,5 м размещают в русле. Руслевая часть шпоры должна быть выдвинута в реку на 0,4-0,6 м дальше, чем водоприемное отверстие (устье соединительного устройства). Шпора в плане должна быть строго перпендикулярна к направлению течения водного потока.

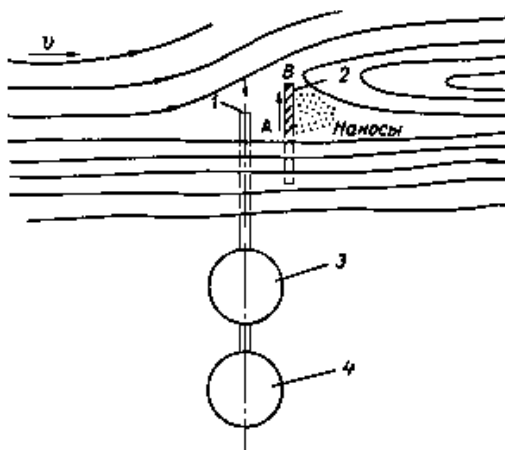


Рис. III.12. Шпора для предохранения установок СУВ берегового типа от заиливания  
1 - вход в соединительное устройство (трубу); 2 - шпора; 3 - отстойный и 4 - поплавковый колодцы

§ 86. Оголовки соединительных устройств при размещении установок СУВ на прямолинейных участках рек с большой мутностью при отсутствии в их составе шпор надо располагать устьем по течению, направляя ось соединительного устройства под углом к оси потока (рис.III.13).

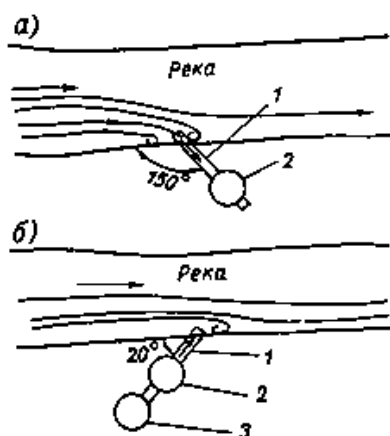


Рис.III.13. Размещение соединительного устройства на реках с наносами: неправильное (а) и правильное (б)

1 - соединительное устройство; 2 - отстойный колодец; 3 - поплавковый колодец

На реках с большой мутностью, у которых активно протекает переформирование русел, установки СУВ рекомендуется располагать на криволинейных участках у вогнутых берегов, где, как правило, не происходит отложение наносов, смещая их от вершины несколько вниз по течению. В таких местах попаданию наносов в соединительные устройства препятствует естественная поперечная циркуляция водного потока.

§ 87. Полностью не допускает попадания наносов в поплавковый колодец и устраняет необходимость устройства в составе установок СУВ отстойников разработанное в ГГИ сифонное соединительное устройство с автоматической подзарядкой (рис.III.14). По сравнению с другими типами соединительных устройств установок СУВ оно обладает еще следующими преимуществами:

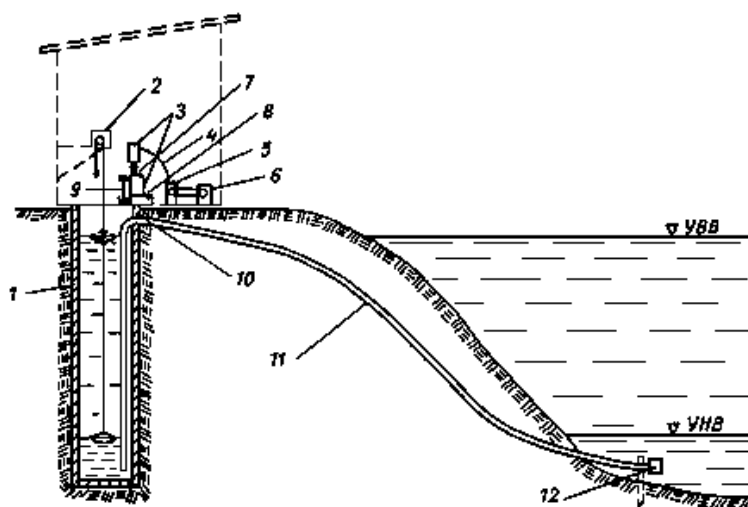


Рис.III.14. Сифонное соединительное устройство с автоматической подзарядкой

1 - поплавковый колодец; 2 - самописец уровня; 3 - бабки верхний и нижний; 4 - вакуумный резиновый шланг; 5 - вакуумный насос Камовского; 6 - электродвигатель с редуктором; 7 - электродный датчик уровня (верхний); 8 - электродный датчик уровня (нижний); 9 - водомерное стекло; 10 - штуцер; 11 - соединительная труба; 12 - оголовок

а) практически исключается передача волновых возмущений от водного потока в поплавковый колодец.

б) соединительная труба может быть уложена в неглубокой траншее без применения водоотлива и ограждения участка берега перемычками со стороны реки.

Последнее обстоятельство делает применение сифонного соединительного устройства особенно эффективным. Однако оно не может работать при отрицательных температурах без обогрева, что является существенным недостатком, ограничивающим возможность его применения.

Для работы сифонного соединительного устройства с автоматической подзарядкой нужна электроэнергия.

§ 88. 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.

§ 89. Все строительные работы по установкам СУВ рекомендуется выполнять в период летней межени. Это вызвано тем, что земляные работы по рытью котлована под соединительные устройства и колодцы всегда ведутся при наличии грунтовых вод, высота стояния которых зависит от уровня воды в реке. Со стороны реки котлован, как правило, необходимо ограждать 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 рекомендуется.

§ 90. Для упрощения производства работ в ГГИ разработан гидромеханический способ опускания поплавковых колодцев в сильно обводненные грунты. Он полностью исключает применение ручного труда и надобность в водоотливе и креплении стенок котлована под поплавковый колодец.

Сущность способа и технические характеристики применяемого при этом оборудования освещены в работе ГГИ "Временные методические указания по эксплуатации гидрометрических сооружений" (Изд. ГГИ, 1971).

§ 91. Строительство установок СУВ должно производиться, как правило, по типовым проектам и сметам, разработанным в ГГИ и введенным в действие ГУГМС с 1972 г. В альбомах типовых проектов разработаны все наиболее часто встречающиеся в практике установки СУВ и их элементы. В них же даются рекомендации по организации производства работ, разработаны типы перемычек и конструкции креплений котлованов.

Типовые проекты и сметы установок СУВ обязательно привязывают к местным условиям. Привязка типовых проектов установок СУВ к местным условиям выполняется в соответствии со специальной "Инструкцией по привязке типовых проектов гидрометрических сооружений к местным условиям" (ГГИ). Выбору типового проекта и его привязке должны предшествовать изыскательские работы в поле, ориентировочный состав и объем которых приведен в приложении 1.

§ 92. Разработка индивидуальных проектов установок СУВ разрешается только в тех случаях, когда в альбоме типовых проектов отсутствует необходимый тип установки.

Разрешение на разработку индивидуального проекта дает начальник местного УГМС.

### Максимальная рейка

§ 93. 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 (рис.III.15).

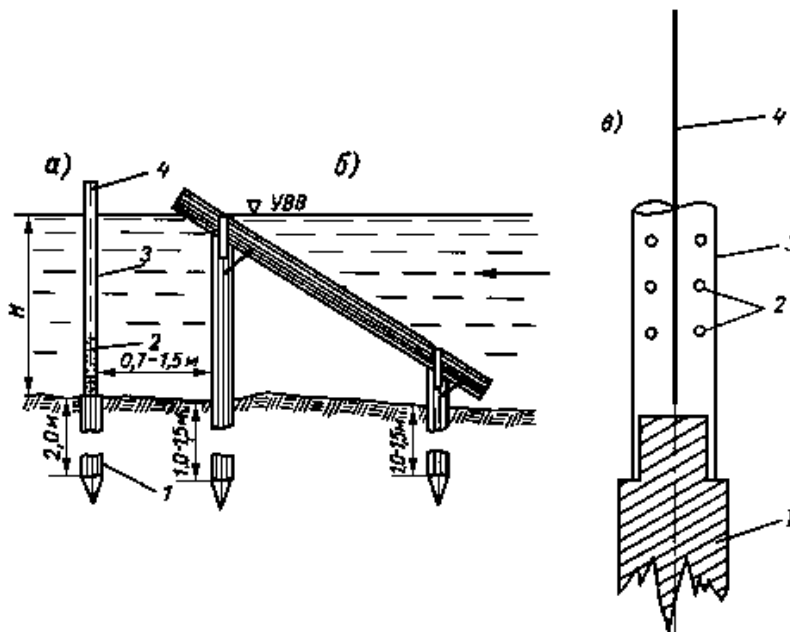


Рис.III.15. Установка простейшей максимальной рейки

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

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.

§ 94. На реках с интенсивным ледоходом или используемых для лесосплава максимальная рейка должна быть предохранена от повреждений плывущими предметами защитным ограждением, ледорезом, кустом свай (рис.III.15).

Когда нет уверенности в том, что простой ледорез или куст свай надежно защищает

максимальную рейку, ее устанавливают в отрытом в береге ковше, свободно сообщаемся с рекой при любых положениях уровня воды.

§ 95. Фиксация наивысшего уровня воды, помимо легко смываемого красителя, может быть произведена также следующим способом. В перфорированную нижнюю часть трубы, в которую вставлен покрашенный темной краской стержень - указатель уровня, засыпается мелко накрошенная 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.

§ 96. Поплавковая максимальная рейка (Киргизское УГМС) 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.

§ 97. Более совершенными разновидностями максимальной рейки в металлической трубе являются следующие ее конструкции (рис.III.16 и III.17):

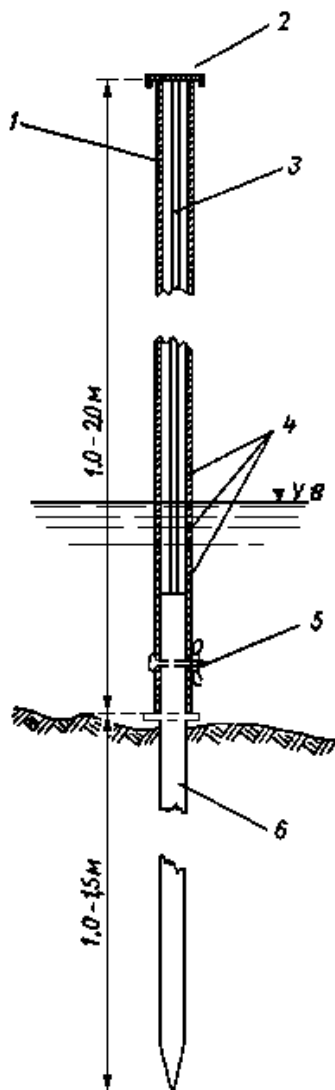


Рис.III.16. Максимальная рейка в металлической трубе

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

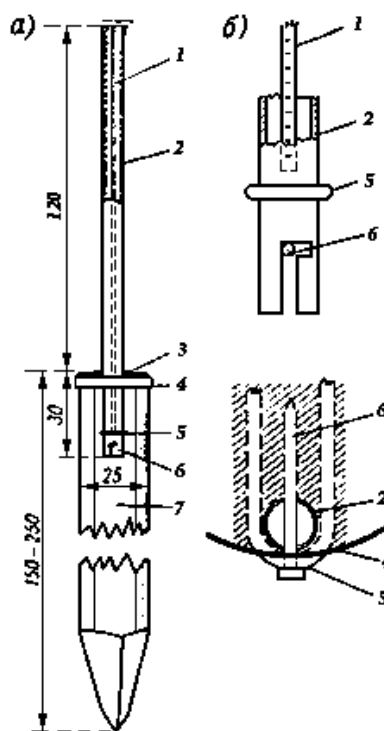


Рис.III.17. Водомерный пост с максимальной рейкой

а - общий вид; б - деталь крепления рейки к свае. 1 - металлический стержень - указатель максимального уровня; 2 - труба диаметром 5 см; 3 - шляпка сваи; 4 - бугель; 5 - скоба диаметром 1,0 см; 6 - опорный болт; 7 - свая

а) металлическая труба диаметром не менее 5,0 см, закрываемая сверху винтовой пробкой, укрепляется на круглой свае. Диаметр верхней, выступающей над дном части сваи делается 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 на трубе;

б) максимальная рейка (рис.III.17) 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.

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

### Дистанционные установки СУВ

§ 98. Преимущества дистанционной установки СУВ перед обычной состоят в том, что данные об уровнях воды с ее помощью автоматически передаются на расстояние до 2 км к пункту приема информации. Водпост, оборудованный такой установкой, не требует регулярного посещения наблюдателя.

Установка представляет собой комбинацию поплавкового датчика уровня и сельсинных преобразователей его вертикальных перемещений в электрические импульсы и обратно.

§ 99. Принцип сельсинной передачи состоит в том, что поступательные движения поплавка, преобразованные сельсинным датчиком в угловые перемещения ротора сельсина, передаются далее

по проводам в виде электрических импульсов к сельсинному приемнику, где они снова преобразуются в показания уровня. Комплекты сельсинных датчиков-приемников, выпускаемые заводом "Электропульт" (Ленинград), рассчитаны на измерение уровней, имеющих амплитуду от 1,25 до 20 м. Для питания приборов требуется напряжение 110 В при частоте 50 Гц. Вес сельсинного датчика составляет 19 кг (с грузом и поплавком), приемника - 3 кг.

## Глава IV

### ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ ВОДЫ

#### Измерение расхода воды гидрометрической вертушкой

§ 100. При измерении расходов воды гидрометрической вертушкой на малых реках, как правило, требуется предварительное упорядочение русла на участке гидрометрического створа. Разбивка последнего на малых реках имеет ряд особенностей, которые указаны ниже.

§ 101. Гидроствор должен совпадать со створом гидрологического поста или находиться вблизи от него. Гидроствор разбивается перпендикулярно среднему направлению течения реки. Местоположение гидроствора закрепляется на местности прочными столбами. Гидрологический пост и гидроствор оборудуются реперами.

Местоположение гидроствора должно, как правило, оставаться постоянным. При увеличении косоструйности течения, мертвых пространств, образовании водоворотных зон направление створа изменяется или он переносится на новое место.

Полоса берега на 5 м выше и ниже гидроствора (в пределах возможного его затопления) расчищается 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 вычерчивается полный профиль поперечного сечения гидроствора, на котором показывается расположение скоростных вертикалей, характер грунтов дна и угодий на пойме.

Кроме того, ежегодно составляется чертеж совмещенных (три-пять) профилей главного русла в гидростворе по данным промеров при разных фазах режима реки. При этом на него наносится профиль по последнему промеру предыдущего года.

На горных реках (со средней глубиной менее 1 м) в связи со значительными поперечными уклонами обычные промеры глубин не всегда дают истинное сечение русла. Рекомендуется промеры русла производить путем нивелирования водной поверхности на каждой промерной вертикали и одновременного измерения глубины. См. Наставление, вып.6, ч.I, 1957, § 106, 134-141, 145.

§ 102. На гидростворе намечаются скоростные вертикали, в отдельных точках которых производится измерение скоростей течения. При устойчивом русле местоположение скоростных вертикалей остается постоянным. При интенсивной деформации русла расположение скоростных вертикалей по ширине реки (при необходимости) изменяется перед каждым измерением расхода воды. Число скоростных вертикалей по ширине реки назначается в зависимости от применяемого способа измерения расхода воды.

При **детальном способе** измерения скоростные вертикали назначаются через равные расстояния по ширине реки (через одну промерную вертикаль) согласно табл.IV.1.

Таблица IV.1

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

| Ширина реки, м | Расстояние между скоростными вертикалями, м |
|----------------|---------------------------------------------|
| 30-20          | 3-2                                         |
| 20-10          | 2-1                                         |
| 10-5           | 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 обязательно должна назначаться скоростная вертикаль на границе главного русла и поймы (на бровке русла)".

2. При ширине реки менее 5 м русло обязательно упорядочивается, 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 уменьшается 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 (см. §122).

В некоторых случаях при прохождении кратковременных паводков допускается измерение расходов воды **сокращенным способом**: на одной или двух-трех вертикалях. Измерение скоростей в этом случае производится в двух точках на  $0,2\frac{1}{2}$  и  $0,8\frac{1}{2}$  или в одной (на  $0,6\frac{1}{2}$  или  $0,2\frac{1}{2}$ ).

Местоположение и нумерация скоростных вертикалей на гидростворе определяется расстоянием от постоянного начала. При переходе с детального на основной способ измерения расходов воды при сокращении числа вертикалей остающимся вертикалям присваивается новая нумерация, также начиная с N 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 назначается дополнительная прибрежная вертикаль (посередине между урезом воды и ближайшей постоянной вертикалью).

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

§ 103. При измерении расхода воды вертушкой в гидрометрическом створе производятся следующие работы:

- 1) описание состояния реки и обстановки работы,
- 2) наблюдение за уровнем воды,
- 3) промер глубин по гидроствору,
- 4) измерение скорости течения на скоростных вертикалях по гидрометрическому створу,

5) наблюдение за уровнем воды на уклонных постах или нивелировка уклона водной поверхности (производится в соответствии с "Методическими указаниями управления Гидрометслужбы" N 81, ГГИ, 1971).

§ 104. В полевой книжке расхода отмечаются все явления, могущие вызвать подпор, повлиять 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, записывается "Свободно".

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

Далее приводятся сведения о направлении и силе ветра, вертушке и секундомере, указывается,

что принято за постоянное начало.

§ 105. Измерения высоты уровня во время определения расхода ведутся на основном посту, а при наличии дополнительного поста в гидростворе - на обоих постах. Высота уровня измеряется с точностью до 1 см перед производством промеров, перед началом и после окончания измерения скоростей течения с записью во всех случаях времени наблюдения. Уровень воды при измерении на скоростных вертикалях можно получить методом линейной графической интерполяции.

§ 106. Промеры глубин производятся для вычисления площади водного сечения реки. В первые два-три года существования гидроствора промеры глубин производятся при каждом измерении расхода воды. В дальнейшем такие промеры выполняются 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 производятся через равные расстояния с таким расчетом, чтобы по ширине реки было не менее 20 промерных вертикалей (табл.IV.2). На горных реках при наличии на дне крупных валунов, топляков, а также отдельных скальных выступов или понижений дна число промерных вертикалей в створе увеличивается до 30 с целью получения более точной площади водного сечения.

Таблица IV.2

**Расстояния между промерными вертикалями при измерении расхода воды в зависимости от ширины реки**

| Ширина реки, м | Расстояние между промерными вертикалями, м |
|----------------|--------------------------------------------|
| 40-20          | 2,0-1,0                                    |
| 20-15          | 1,0-0,75                                   |
| 15-10          | 0,75-0,50                                  |
| 10-5           | 0,50-0,25                                  |
| 5-2            | 0,25-0,10                                  |
| Менее 2        | 0,10                                       |

Примечание. При ширине реки менее 5 м русло должно быть предварительно упорядочено, дно сглажено, т.е. промеры производятся в выровненном русле.

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

Промеры глубин производятся штангой или гидрометрическим грузом, подвешенным на тросе (при помощи ручной лебедки с люльки или мостика). При промерах на горных реках со сплошным скальным дном вводится поправка на длину конусообразного наконечника штанги. При промерах на равнинных реках с илистым или песчаным дном штанга должна быть снабжена поддоном. При производстве промеров необходимо следить, чтобы штанга в момент отсчета глубины стояла вертикально.

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

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

На горных реках при быстром течении и большом набеге воды на штангу следует применять специальный ползунок (описание его изложено в "Дополнениях и уточнениях к Наставлению, вып.6. ч.I", 1963 г., стр.13-14), что приводит к существенному увеличению точности промеров глубин по

створу.

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 производятся 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.

§ 107. При измерении расходов воды на малых реках необходимо учитывать гидравлические условия протекания потока. Для равнинных рек рекомендуется применение следующих типов гидрометрических вертушек: ГР-21, ГР-21М, ГР-55 и ГР-11. Предпочтение следует отдавать вертушкам ГР-21 и ГР-21М, как наиболее надежным в работе (обладают большей износоустойчивостью).

На малых горных реках рекомендуется применять компонентные малогабаритные вертушки ГР-55, ГР-11, ГР-99, или в крайнем случае вертушку ГР-21М с легким лопастным винтом.

§ 108. 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, принимаются за эталон.

При работе с троса рекомендуется применять способ крепления вертушки на кронштейне или носовом штыре гидрометрического груза. Этот способ обеспечивает более высокую точность измерения в сравнении с вариантом крепления вертушки на вертлюге, так как последний требует определения углов косоуструйности потока как в горизонтальной плоскости ( $\alpha$ ), так и в вертикальной ( $\beta$ ).

§ 109. Перед измерением скорости на каждой вертикали вначале измеряется рабочая глубина, по которой производится расчет глубины погружения вертушки в точках измерения скорости. Рабочей глубиной скоростной вертикали называется расстояние по вертикали от дна до поверхности воды, а при ледоставе (шуге) - до нижней поверхности льда (шуги). Расчет глубины погружения вертушки производится по "Таблице глубин", напечатанной на обложке книжки расхода. 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 производится по той же "Таблице глубин", только при этом графы 0,2 и 0,8 следует поменять местами, так как в этом случае положение точки считается 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  $0,6\frac{1}{2}$  (при работе со штанги) равна разности рабочей глубины вертикали и глубины погружения вертушки в точке  $0,6\frac{1}{2}$  от поверхности.

Например: рабочая глубина вертикали равна 1,20 м. Глубина погружения в точке  $0,1\frac{1}{2}$  от поверхности (находится по таблице) равна 0,72 м. Глубина погружения в точке  $0,6\frac{1}{2}$  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  $0,6\frac{1}{2}$  (при работе со штанги).

§ 110. Измерение скорости течения на вертикали **детальным способом** производится при свободном (от льда и водной растительности) русле в пяти точках по глубине вертикали: у поверхности, на  $0,2\frac{1}{2}$ , на  $0,6\frac{1}{2}$ , на  $0,8\frac{1}{2}$  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 приводится в табл. IV.3.

Таблица IV.3

**Глубина (от дна) точек измерения скорости в случае малых глубин (при детальном способе)**

| N<br>точки<br>по<br>верти-<br>кали | Глубина погружения оси вертушки в точках измерения скорости при рабочей глубине,<br>равной, см |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|                                    | 95                                                                                             | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 28 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 8 |
| 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  | 8  | 7  | 7  | 7  | - |
| 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 | 9  | 8  | -  | -  | - |
| 5                                  | -                                                                                              | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5 |

При наличии ледяного покрова и при зарастании русла водной растительностью измерение скорости течения детальным способом производится в шести точках по глубине вертикали: у поверхности, на  $0,2\frac{1}{2}$ ,  $0,4\frac{1}{2}$ ,  $0,6\frac{1}{2}$ ,  $0,8\frac{1}{2}$  и у дна.

§ 111. Измерение скорости на вертикали **основным способом** производится: 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 производится в одной точке: при свободном состоянии на  $0,6\frac{1}{2}$ , при ледоставе и зарастании русла - на  $0,4\frac{1}{2}$ .

§ 112. При измерении расхода воды **сокращенным способом** скорости определяются 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. Выбор вертикалей производится в соответствии с Наставлением вып.6, ч.I, 1957, стр.183.

В настоящее время на большинстве постов Гидрометслужбы СССР расходы воды измеряются основным способом.

§ 113. При установке вертушки в разных точках по глубине вертикали должны соблюдаться следующие условия.

1. При измерении скорости в точке "у поверхности" ось вертушки устанавливается на глубину, равную половине диаметра лопастного винта, что для вертушек ГР-21 и ГР-21М составляет 6 см, для вертушек ГР-11 и ГР-55 - 4 см. При волнении лопастный винт не должен обнажаться, поэтому вертушка устанавливается несколько ниже указанных величин.

2. При измерении скорости в точке "у дна" ось вертушки при работе со штанги должна устанавливаться на расстоянии от дна на 7-8 см (для вертушек ГР-21 и ГР-21М) и на 4,5-5 см для вертушек ГР-11 и ГР-55.

На горных реках с галечно-гравелистым руслом ось вертушки следует устанавливать несколько выше указанных норм для предохранения от поломки лопастного винта вертушки перекачивающейся

по дну потока галькой.

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

3. При работе вертушкой, подвешенной на тросе, ось вертушки на вертикали устанавливается на поверхности воды, при этом показания счетчика сбрасываются на нуль. Отсчет погружения вертушки в нужную точку вертикали должен быть равен расчетной глубине погружения (находится по таблице) без введения поправки на относ троса.

4. Расстояние между точками измерения скорости по глубине вертикали при детальном способе должно быть не менее одного диаметра лопастного винта вертушки.

5. Измерение скорости течения вертушкой производится с записью только общего числа сигналов вертушки за время измерения в точке.

6. Время выдержки вертушки в каждой точке скоростной вертикали должно составлять не менее 100 секунд. Первый сигнал, по которому включается секундомер, в счет не принимается (он называется нулевым). По первому сигналу, поступившему по истечении 100 секунд, секундомер выключается и измерение прекращается.

7. При малых скоростях течения, когда интервал между сигналами более 80-100 секунд, не рекомендуется измерять скорости вертушкой. В этом случае скорости течения следует измерять глубинными поплавками. При малых скоростях измерение в точке производится до третьего сигнала независимо от времени выдержки вертушки.

§ 114. Особенности измерения расхода воды при ледоставе. 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 считается 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 измеряется толщина погруженного льда и шуги. В случае уменьшения подо льдом скоростей течения, когда измерение вертушкой становится невозможным, гидроствор переносится 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.

§ 115. При зарастании русла должны соблюдаться следующие дополнительные условия:

1) водная растительность с момента ее появления должна систематически выкашиваться на участке 2-5 м выше и ниже гидроствора по всей ширине русла реки;

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

§ 116. При косоструйном течении должны выполняться следующие условия:

1) небольшая (до  $10^\circ$ ) косина струй, вызывающая ошибку порядка 1,5%, не учитывается;

2) при косине струй более  $10^\circ$ , кроме величины скорости, обязательно должно измеряться 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  $5^\circ$ , то в дальнейшем можно ограничиться измерением направления течения только на поверхности воды с помощью привязного поплавка или длинного тонкого шеста. Угол направления течения определяется по транспортиру, который устанавливается так, чтобы центр окружности совпадал с точкой крепления привязного поплавка (шеста), а нулевая линия его была нормальна (перпендикулярна) к гидроствору.

§ 117. В периоды половодья и паводков при быстрых изменениях уровня (свыше 10 см/ч) расход воды должен определяться за возможно более короткий промежуток времени. В таких случаях

рекомендуется применять ускоренный способ измерения расхода воды.

Выдержка вертушки в точке производится в пределах 30-35 секунд. При малых скоростях течения измерение скорости в точке производится до третьего сигнала независимо от времени выдержки. После установки вертушки в точке пропускается один сигнал (нулевой). Секундомер включается по началу первого сигнала и выключается по истечении 30 секунд. В книжку расхода записывается: число сигналов вертушки, отсчет по секундомеру (с точностью до 0,2 секунды). Вычисление скоростей и обработка расхода ведутся в обычном порядке.

§ 118. При глубине потока 10 см и более измерения скоростей допустимы вертушками ГР-21 и ГР-21М. При этом часть лопастного винта будет находиться над поверхностью воды. Для вертушек типа ГР-11 и 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 гидровтора была ровной.

В случаях малой скорости течения и небольших глубин измерение расходов воды должно производиться с соблюдением следующих условий. Измерение малых скоростей течения с достаточной точностью может быть выполнено вертушками ГР-21 и ГР-21М только при скоростях течения не менее 0,08 м/с. Вертушка перед каждым измерением должна быть проверена по способу выбега (см. Наставление вып.6, ч.I, 1957, стр.350).

Для обеспечения достаточной точности измерения русло реки при ширине менее 5 м и расходах воды от 500 до 20 л/с обязательно упорядочивается в соответствии с § 123. При расходах воды от 20 до 5 л/с русло реки канализируется.

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

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

§ 120. При работе вертушкой со штанги измерение скорости течения вертушкой может производиться двумя способами: 1) штанга упирается нижним концом в дно, а вертушка либо неподвижно закреплена на нужной глубине, либо свободно вращается вокруг штанги; 2) штанга не упирается в дно, а подвешивается так, чтобы ее нижний конец находился на требуемой глубине; вертушка надевается на нижний конец штанги и поднимается или опускается 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 совмещается 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 заносится несколько вверх по течению.

§ 121. При работе с троса на малых реках используется гидрометрический груз достаточного веса, при котором можно не учитывать угол отнosa троса (последний не должен превышать 10°).

§ 122. Вычисление расхода воды, измеренного вертушкой в естественном и упорядоченном русле, производится в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.I, 1957 § 176-182 и "Дополнениями и уточнениями к Наставлению, вып.6, ч.I", 1963 г., стр.25-29.

### **Упорядочение и канализация русла**

§ 123. Упорядочение русла осуществляется на протяжении, как правило, не менее десятикратной

его ширины (в случае мелководного широкого потока длина упорядоченного участка может составлять две-три ширины) и состоит в следующем:

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

Примечание. Участок реки, примыкающий к упорядоченному 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.

§ 124. Все работы по упорядочению русла производятся в межень, при низком уровне воды.

Если в межень расходы воды остаются больше  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , упорядочение русла, за исключением его расчистки, не обязательно, но при условии, что гидроствор расположен на участке, полностью удовлетворяющем требованиям, предъявляемым при его выборе.

§ 125. Для спрямления русла на концах участка при меженном состоянии реки по обоим берегам вблизи уреза забиваются кольца, между которыми натягивается шнур. Выступающие за шнур в сторону воды части берега срезаются.

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

§ 126. Планировка откосов левого и правого берегов производится по шаблонам, изготовленным по преобладающей на участке форме и крутизне откосов в естественном состоянии с таким расчетом, чтобы объем земляных работ или скальных выемок 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 табл. IV.4 приводятся рекомендуемые величины заложения откосов для различных грунтов и искусственных креплений.

Таблица IV.4

| 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         |

§ 127. Закрепление берегов производится следующими способами.

1. 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 быстрого 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 производится подсыпка 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 с густой и низкой травой. Края дернин должны быть срезаны косо, чтобы они при укладке плашмя на откос ложились вразброд. Отдельные дернины пришиваются к земле деревянными кольями длиной 20-30 см и диаметром 2-3 см (рис.IV.1).

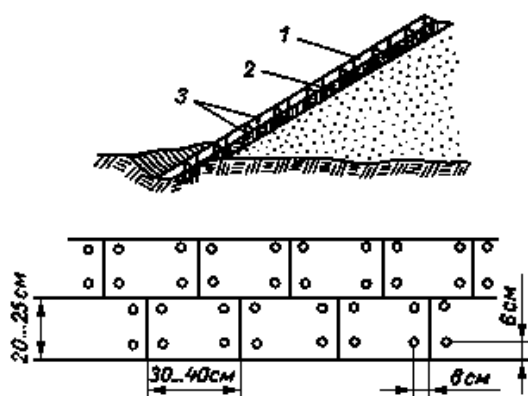


Рис.IV.1. Одерновка откосов

1 - дерн;

2 - растительный слой земли; 3 - спицы деревянные

2. При отсутствии на месте дерна срезанные и засыпанные участки берегов могут быть искусственно засеяны травами, из которых наиболее подходящими являются многолетние травы, имеющие разветвленную и глубокую корневую систему.

3. При крутых откосах может быть рекомендовано 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 утрамбовкой.

4. Откосы оголенных берегов, сложенных легкоразмываемыми или сыпучими грунтами, укрепляются каменной отмосткой. При этом вначале на откос укладывается слой гравия, щебня или мха толщиной 10-20 см, а затем отдельные камни с подбивкой, трамбованием и расщебенкой пустот.

§ 128. 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 свай диаметром 12-15 см. По этим свайкам в дальнейшем производится расчистка дна, если оно будет занесено или загромождено. При слабых грунтах забивка свай нецелесообразна, в таком случае необходимо строить контрольное русло.

Положение свай, забитых в дно, фиксируется на плане съемки участка. В высотном отношении свайки привязываются нивелированием к реперу поста. Показателем постоянного уклона на всем протяжении участка будет являться одинаковая глубина воды по всем свайкам.

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



§ 129. Канализация русла на некотором отрезке участка, в пределах которого расположен гидроствор, может проводиться только в том случае, когда по местным условиям обеспечено надежное сопряжение между канализуемым и неканализуемым 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 придается трапецеидальный профиль с заложениями откосов, соответствующими естественным (см. таблицу IV.4).

Устраивать насыпные откосы не рекомендуется. Дно должно оставаться нетронутым; в него, как и в дно реки при расчистке русла, забиваются через 2,5-5,0 м сваи, по которым контролируется устойчивость дна канала.

При канализации русла следует считаться со значениями максимально допустимых (неразмывающих) скоростей течения, которые приведены в приложении 8 и могут служить для ориентировочных подсчетов.

При этом средние скорости в поперечном сечении канализованного русла, определенные расчетом по формуле Шези, не должны превосходить значений неразмывающих скоростей для заданного грунта.

## ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ ВОДЫ СПОСОБОМ СМЕШЕНИЯ

### Сущность способа и его разновидности

§ 130. Измерение расходов воды способом смешения целесообразно осуществлять главным образом на реках горного типа или на порожистых участках равнинных рек.

§ 131. 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 последний створ называется измерительным (или створом достаточного перемешивания).

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

$$Q_p C_1 + Q C_0 = C_2 (Q_p + Q),$$

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

$$Q = \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0} Q_p.$$

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

$$Q = Q_p \frac{C_1}{C_2 - C_0}.$$

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

$$Q = Q_p \frac{C_1}{C_2}.$$

§ 132. Общими условиями для применимости способа смешения являются следующие:

а) достаточно высокая турбулентность потока, обеспечивающая практически полное перемешивание вводимого в поток раствора с водой самого потока;

б) 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.

### Метод смешения с длительным пуском раствора

§ 133. Для измерения расходов воды небольших горных рек (с величиной расхода, не превышающей 1,0 м<sup>3</sup>/с) рекомендуется применять способ смешения, используя в качестве индикатора поваренную соль.

Измерение расхода воды сводится к приготовлению раствора, введению его в поток с некоторым постоянным расходом, определению места отбора проб (т.е. створа достаточного перемешивания), отбору проб и определению концентрации  $C_2$  в измерительном створе.

Расход воды определяется по приведенной выше формуле.

§ 134. Количество поваренной соли  $G$ , необходимое для измерения расхода воды, зависит от его величины, определяемой приблизительно (по величине поверхностной скорости и площади водного сечения), желаемой концентрации соли  $C_2$  в измерительном створе и продолжительности выпуска раствора  $t$

$$G = QtC_2,$$

где  $G$  - в килограммах;  $Q$  - в м<sup>3</sup>/с;  $C_2$  - в кг/м<sup>3</sup> и  $t$  - в секундах.

§ 135. 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  $n = 25000$  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  $C_2 = \frac{C_0}{n} = 0,008 \div 0,01$  кг/м<sup>3</sup>.

§ 136. 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 должно устанавливаться опытным путем и, очевидно, будет зависеть от гидравлических условий потока. Практически оно будет составлять от 5 до 10 минут.

§ 137. 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 приблизительно может быть определено из следующей формулы:

$$L = 0,13 \frac{B^2 C (0,7C + 6)}{g h},$$

где  $B$  - ширина реки в метрах;  $h$  - средняя глубина в метрах;  $C$  - коэффициент Шези потока в м<sup>1/2</sup>/с;  $g$  - ускорение силы тяжести в м/с<sup>2</sup>.

Таким образом, потребное количество поваренной соли для измерения расхода воды в 1 м<sup>3</sup>/с составит

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

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

§ 138. 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 отбираются после начала поступления раствора в измерительный створ из поверхностного слоя потока сериями по три пробы, две из которых берутся у берегов реки, а третья - посередине. Пробы каждой серии должны браться по возможности одновременно. Всего берется четыре-пять серий проб через каждые 0,5-1 минуту. Пробы отбираются в хорошо промытые речной водой бутыли 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, отбираются пробы воды потока и приготовленного для выпуска в поток исходного раствора. Концентрация вещества-индикатора в пробах определяется в полевых или стационарных лабораториях методами физико-химического анализа. В частности, приведенная выше кратность разбавления исходного раствора (25000 раз) принята, исходя из применения меркуриметрического метода анализа. В случае применения аргентометрического метода кратность разбавления ограничивается величиной  $n = 10000$  раз и потребное количество поваренной соли соответственно увеличивается 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 вычисляется средняя концентрация вещества в измерительном створе как среднее арифметическое из всех отобранных проб. Она затем используется для вычисления расхода воды.

§ 139. Для подачи в поток раствора с постоянным расходом применяются баки особой конструкции. На рис. IV.2 приведены два типа баков, несложных по конструктивному оформлению.

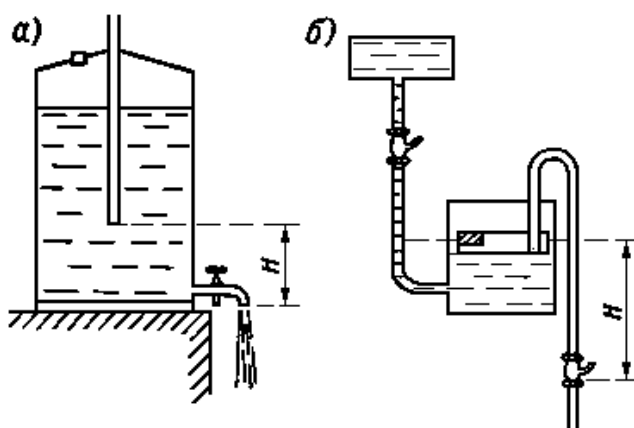


Рис. IV.2. Схема сосудов для подачи раствора в поток постоянным расходом

а - первый тип; б - второй тип

1. Бак объемом 60-120 л, работающий по принципу сосуда Мариотта (рис. IV.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.

2. В сосуде, изображенном на рис. IV.2 б, величина выпускаемого расхода регулируется 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.

### **Методы с мгновенным выпуском раствора**

§ 140. Для измерения расходов воды на малых горных реках могут также применяться разновидности метода смешения, в которых раствор выпускается в поток мгновенно. Известны два таких способа: способ "ионного паводка" и электролитический способ с применением аппаратуры ГР-54.

#### **1. Способ "ионного паводка"**

§ 141. Сущность способа "ионного паводка" заключается в том, что раствор поваренной соли объемом  $W_1$  и концентрацией  $C_1$  выплескивается в поток в пусковом створе, а на измерительном створе посредством электроизмерительного мостика определяется концентрация ионов получающейся смеси в продолжение всего времени прохождения раствора через створ. По данным наблюдений строится график изменения концентрации ионов во времени (график ионного паводка).

Расход воды  $Q$  вычисляется по формуле

$$Q = \frac{W_1 p_p}{F \pm \Delta F},$$

где  $p_p$  - расчетная концентрация исходного раствора;  $F \pm \Delta F$  - площадь графика ионного паводка с поправкой на изменение электропроводности за время измерения.

Подробное описание способа ионного паводка приведено в "Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.I стр.166. Применять этот способ рекомендуется для измерения расходов воды, не превышающих 3-5 м<sup>3</sup>/с. Следует отметить, что этот способ требует значительно меньших количеств поваренной соли для измерения одинаковых расходов воды, чем способ длительного выпуска раствора. Вместе с тем он отличается большей сложностью и требует квалифицированного персонала.

#### **2. Электролитический способ**

§ 142. Для измерения расходов воды малых горных водотоков, величина расходов которых не превышает 5-10 м<sup>3</sup>/с, можно пользоваться также так называемым электролитическим методом и соответствующей аппаратурой к нему (ГР-54). Подробное описание метода изложено в "Методических указаниях управления Гидрометслужбы", N 65, ГГИ, 1962 г.

Следует, однако, иметь в виду, что указанный метод недостаточно разработан. Его применение на практике в ряде случаев приводит к весьма существенным погрешностям. Сетевые экспедиционные испытания метода, выполненные в 1965 г. в 22 управлениях Гидрометслужбы, обнаружили ряд дефектов метода. В частности, отмечалась плохая работа цепочных электродов.

Измерения расходов воды с помощью электролитического метода требуют от исполнителей высокой квалификации и навыка, поэтому его применение возможно лишь на станциях, где могут быть созданы все условия для тщательного проведения измерений и имеются опытные исполнители.

## **Глава V**

### **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ ОБЪЕМНЫМ МЕТОДОМ**

§ 143. Устройства для непосредственных измерения расхода воды объемным методом применяются 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 определяется как отношение объема воды, накопившейся в мерном сосуде-бассейне, к числу секунд, в течение которых происходило наполнение.

§ 144. Для установки выбирается 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 производятся, и для опорожнения в случае надобности верхнего бьефа установки.

Непосредственное измерение расхода воды объемным методом может производиться в двух вариантах: 1) по времени заполнения мерного сосуда, 2) по приращению уровня воды в мерном бассейне.

§ 145. Способ определения расхода воды по времени заполнения мерного сосуда применяется в случае малых расходов воды (от исчезающе малых до 5 л/с) и устойчивости их во времени, так как непрерывная регистрация расходов не ведется 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,

$$Q = \frac{W}{t}.$$

Для получения достаточно точных результатов при обычных условиях измерения (считая, что время отсчитывается 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 считаются браком и отбрасываются. 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 применяется мензурка или мерная литровая кружка. Для измерения расходов до 0,5-1,0 л/с применяется 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.

Ведро 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.

§ 146. Способ определения расхода по приращению уровня воды в мерном бассейне применяется 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 м<sup>3</sup>, расположенный ниже. По

приращению уровня воды в бассейне  $\Delta H$  за время  $t$  можно определить расход воды. Мерный бассейн должен быть заранее точно протарирован официальными мерами объема, снабженными государственным клеймом. По результатам тарировки составляется тарировочная таблица по форме, приведенной в приложении 7.

Мерные бассейны изготавливаются из металла или железобетона. Внутренняя поверхность железобетонного бассейна должна быть тщательно заглажена для устранения фильтрации. У дна устраивается закрываемая задвижкой или краном спускная труба, через которую бассейн может быть в любое время опорожнен.

Высота уровня воды в бассейне измеряется 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 производится в течение нескольких минут, измерения ведутся периодически, в установленные сроки наблюдений. Пример такой установки изображен на рис.V.1. Между сроками наблюдений вода специальным лотком сбрасывается в нижний бьеф, минуя мерный бассейн. Перед измерением производится 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 отсчитывается по секундомеру, а объем воды определяется по разности отсчетов уровня воды до и после измерения. По окончании измерения бассейн опорожняется.

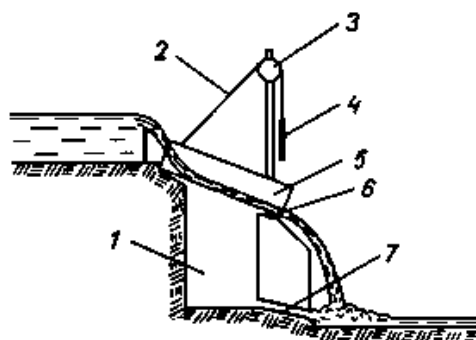


Рис.V.1. Схема приспособления для отсечки струи воды при измерениях расхода объемным способом  
1 - мерный бассейн; 2 - канат подъемный; 3 - блок; 4 - противовес; 5 - лоток; 6 - шарнир; 7 - труба с задвижкой для сброса воды

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 можно определить 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.

## Глава VI

### КОНТРОЛЬНЫЕ РУСЛА

§ 147. Контрольным руслом называется короткий участок реки (длиной 0,2 ширины реки), ложе которого закреплено по всему периметру тем или иным способом (бетонной облицовкой, каменной отмошкой и т.д.). Назначением контрольного русла является создание фиксированной формы поперечного сечения створа, исключающей деформации. Это позволяет повысить точность измерений расхода воды и обеспечить удобство их выполнения (см. § 1).

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

Примечания: 1. При невозможности возведения постоянного, капитального сооружения допускается устройство временных контрольных русел.

2. Для учета стока рек, имеющих блуждающее по долине русло или характеризующихся частыми и мощными селевыми паводками, устройство контрольных русел может быть рациональным только в отдельных случаях. На таких реках методы учета стока устанавливаются особо для каждого гидрометрического створа с учетом особенностей режима реки и строения русла.

§ 148. 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 решается только одна задача - закрепление русла; влияние же переменного подпора от нижерасположенного участка реки будет сказываться, и потому кривая расходов должна периодически контролироваться вертушечными измерениями.

Контрольные русла с дополнительными установками для учета малых расходов посредством водосливов или лотков устраиваются 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 наблюдаются малые глубины).

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

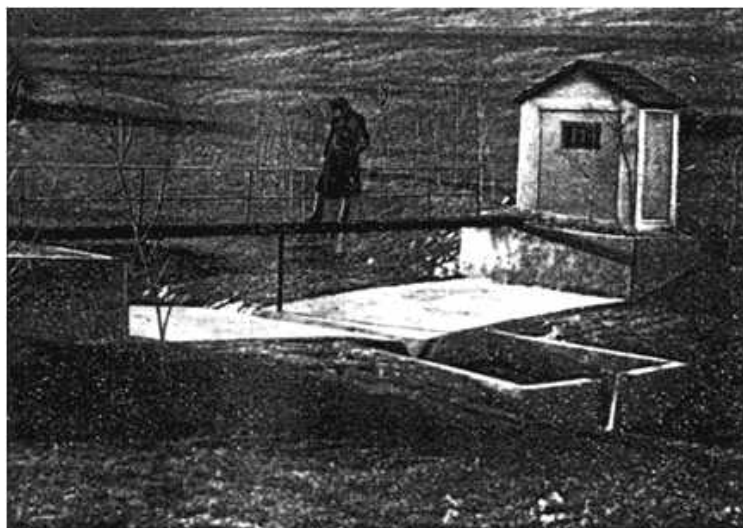


Рис.VI.1. Общий вид контрольного русла (УГМС ЦХО)

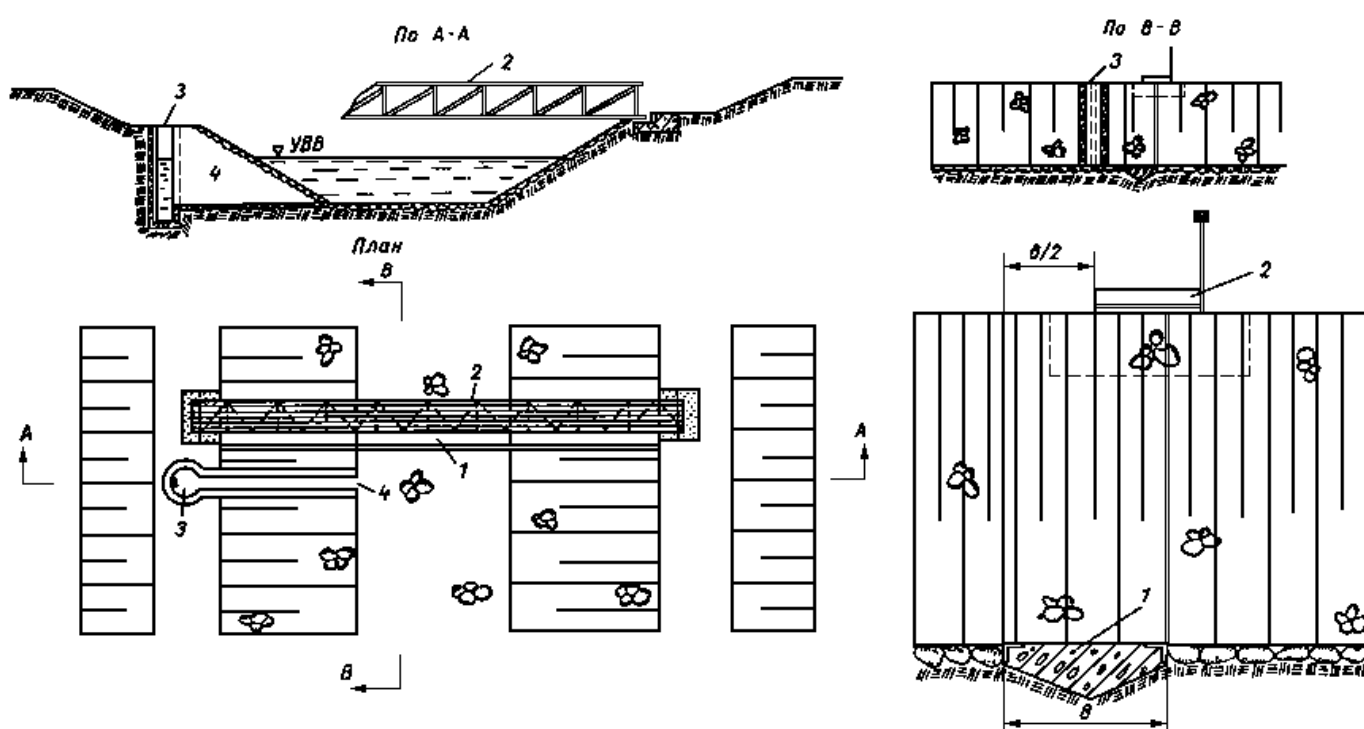


Рис.VI.2 Контрольное русло с бетонным пояском

1 - бетонный пояс; 2 - гидрометрический мостик; 3 - колодец СУВ (измерительный павильон не показан); 4 - соединительное устройство (железобетонный лоток)

Контрольные русла могут устраиваться на участках рек, имеющих как симметричный, так и асимметричный поперечный профиль русла.

Если контрольные русла устраиваются на участках с симметричным поперечным профилем русла, в центральной части последнего делается небольшая треугольная или трапецидальная канавка (рис.VI.1), в которой сосредотчивается поток при малых расходах воды.

В случае широкого русла с незначительными глубинами, не допускающими точного измерения расхода воды вертушкой, русло в створе сооружения искусственно сужается; переход от широкого естественного русла к суженному контрольному осуществляется постепенно путем устройства береговых открьлков или дамб, направленных под углом к потоку (рис.VI.3). Конструктивно контрольное русло выполняется в виде бетонной или бутобетонной плиты, поверхность которой имеет небольшой уклон в сторону течения (рис.VI.4); нижняя поверхность плиты для удлинения путей фильтрации и повышения устойчивости против размыва снабжается одним или двумя зубьями или шпунтовыми стенками, глубина заложения которых, а также размеры крепления дна выше и ниже



контрольного русла определяются специальным расчетом в зависимости от характера грунтов, скоростей и т.д.

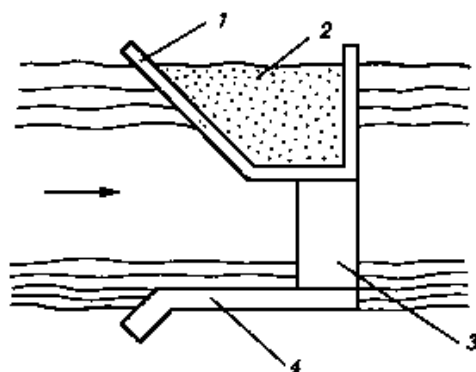


Рис.VI.3. План контрольного русла большой ширины  
1 - дамба направляющая; 2 - засыпка грунтом; 3 - плита донная; 4 - стенка сопрягающая

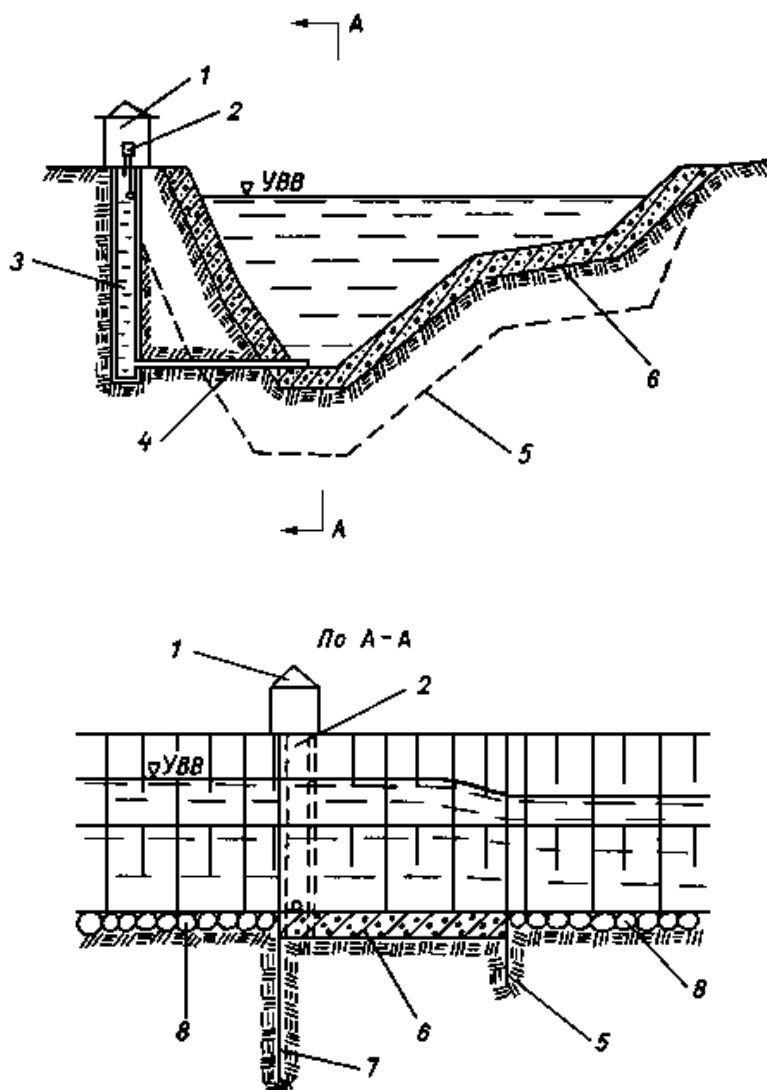


Рис.VI.4. Контрольное русло со сплошным бетонным креплением смоченного периметра  
1 - измерительный павильон; 2 - СУВ; 3 - поплавковый колодец; 4 - соединительное устройство (труба); 5 - граница низового шпунтового ряда; 6 - бетонное покрытие; 7 - верховой шпунтовый ряд (применяется в случае водопроницаемых грунтов в русле); 8 - каменная одиночная мостовая

В Средней Азии довольно широкое распространение на оросительных каналах получило

контрольное русло, конструктивно оформленное в виде бетонного пояса (см. рис.VI.2). Дно и откосы канала выше и ниже по течению от пояса укрепляются каменной отмосткой. Для подвода воды к колодцу самописца и к водомерной рейке в теле пояса в пределах откоса устраивается щель шириной 5-10 см. Контрольные русла такого типа можно устраивать и на малых реках, для чего выбранный участок на длине двух-трех ширин должен быть упорядочен.

Контрольное русло оборудуется водомерным постом и самописцем уровня воды, которые устанавливаются в створе сооружения в соответствии с указаниями гл.III.

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

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

§ 149. Контрольные русла временного типа для измерений расхода воды в руслах с малыми скоростями течения устраиваются в виде искусственного сужения русла, предназначенного для увеличения скорости течения до величины, измерение которой может производиться гидрометрической вертушкой. Степень сужения назначается в зависимости от величин расхода воды и скорости течения, существующих при естественном режиме протекания. Сужение считается 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 бывает сложено легкоподвижными грунтами. О расчете суженного сечения см. приложение 8.

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

Конструктивно контрольное русло оформляется 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 открылков (рис.VI.5).

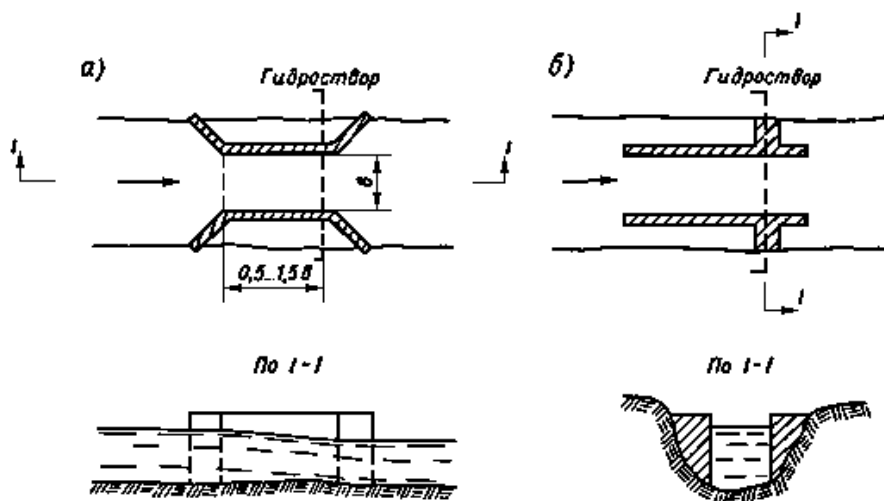


Рис.VI.5. Временные контрольные сечения для измерения расхода воды в руслах с малыми скоростями течения

а и б - варианты сужения русла

§ 150. Контрольные русла временного типа, устраиваемые с целью повышения глубин на мелководных участках с достаточными скоростями течения, сооружаются 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.

Гидрометрический створ, водомерный пост и самописец уровня воды в контрольных руслах устанавливаются на расстоянии, равном 0,6-0,8 его общей длины, считая от верхней границы участка; длина участка назначается равной не меньше четырехкратной ширины естественного русла. В контрольных руслах, подпруженных каменной наброской, указанные устройства располагаются 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 рис.VI.6.

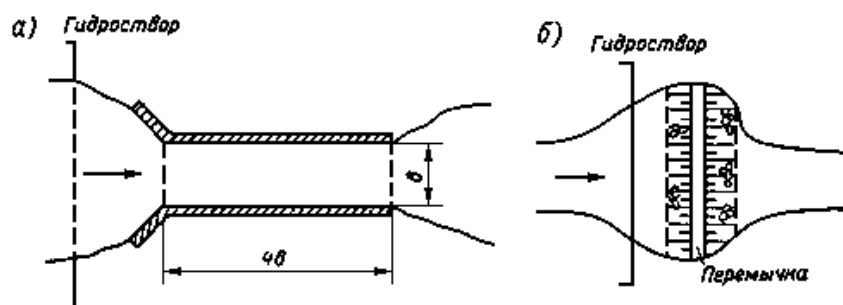


Рис.VI.6. Временные контрольные сечения для измерений расхода воды в руслах с малыми глубинами

а и б - варианты создания подпора

## Глава VII

### ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ ЛОТКИ

#### Лоток Паршала

§ 151. Лоток Паршала состоит из трех основных частей (рис.VII.1):

- 1) приемного раструба с вертикальными стенками, сходящимися в плане к продольной оси лотка с уклоном 1:5 и с горизонтальным дном;
- 2) горловины с параллельными вертикальными стенками и дном, имеющим уклон в сторону движения воды 3:8;
- 3) отводящего раструба с расходящимися вертикальными стенками, имеющими в плане наклон к продольной оси лотка 1:6. Дно имеет обратный уклон, равный 1:6.

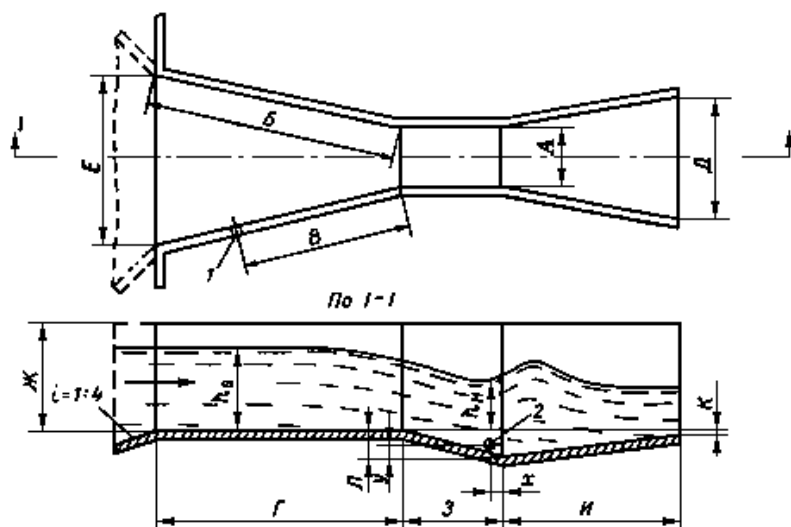


Рис.VII.1. Лоток Паршала

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

Примечание. На реках, характеризующихся значительными продольными уклонами (более 1‰), горловина и отводящий раструб не устраиваются и лоток ограничивается одним приемным раструбом, ниже которого должен быть перепад не менее 0,2 м. Дно отводящего канала непосредственно ниже лотка в этом случае тщательно укрепляется 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 (см. гл.IX) гидрометрический лоток обеспечивает несколько меньшую точность измерения расхода воды, но обладает следующими преимуществами.

1. Лоток пропускает большое количество влекомых по дну наносов, что обеспечить при помощи тонкостенных водосливов не представляется возможным.

2. Применение лотка практически не нарушает естественного режима стока, не трансформирует естественного гидрографа, так как перед лотком обычно не создается емкого бассейна, регулирующего сток. Это свойство лотков особенно ценно на небольших водотоках, периодически пересыхающих и характеризующихся резкими интенсивными паводками.

3. 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.

4. 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.

§ 152. Размеры лотков Паршала и предельные расходы воды, которые можно измерять ими, приведены в табл.VII.1 в соответствии с обозначениями на рис.VII.1.

Таблица VII.1

**Размеры, предельные значения напоров (в метрах) и пропускной способности (в м<sup>3</sup>/с) лотков Паршала**

| Ширина | Длина по оси | Высота стенок в приемном раструбе Ж | Вертикальное расстояние от дна приемного раструба | Длина стенки приемного раструба Б | Положение точек измерения уровня | Предельные значения измеренных напоров | Предельные значения измеряемых расходов | Предел подтопления $\eta = \frac{h_n}{h_B}$ |
|--------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
|        |              |                                     |                                                   |                                   |                                  |                                        |                                         |                                             |

| горло-<br>вины<br>А | прием-<br>ного<br>рас-<br>труба<br>Е | отво-<br>дящего<br>рас-<br>труба<br>Д | прием-<br>ного<br>рас-<br>труба<br>Г | горло-<br>вины<br>З | отво-<br>дящего<br>рас-<br>труба<br>И |      | до<br>нижней<br>точки<br>горло-<br>вины Л | до дна<br>низо-<br>вого<br>конца<br>отво-<br>дящего<br>рас-<br>труба<br>К |      | расстоя-<br>ние от<br>горло-<br>вины до<br>измери-<br>тельного<br>рас-<br>твора<br>$B = \frac{2}{3}E$ | коор-<br>динаты<br>места<br>закладки<br>трубы для<br>измерения<br>напора |      | $h_B$ мин | $h_B$ макс | $Q_{\text{мин}}$ | $Q_{\text{макс}}$ |      |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|-----------|------------|------------------|-------------------|------|
|                     |                                      |                                       |                                      |                     |                                       |      |                                           |                                                                           |      |                                                                                                       | 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                                                                     | 0,08 | 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 рис. VII.1.

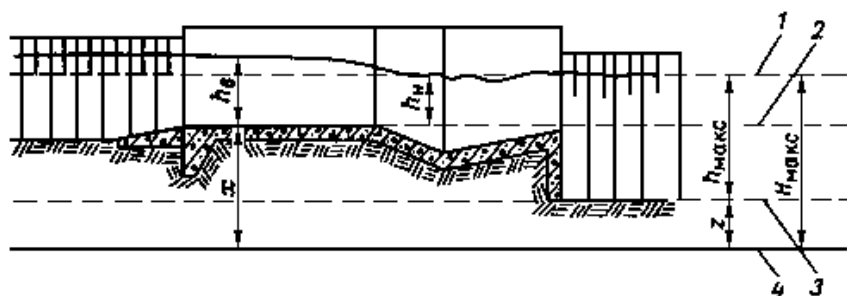


Рис. VII.2. Схема к выбору отметки дна приемного раструба лотка

1 - уровень воды при  $Q_{\text{макс}}$ ; 2 - уровень дна приемного раструба; 3 - уровень среднего дна потока; 4 - плоскость отсчета отметок

Величина расхода воды, проходящей через лоток, определяется:

а) для лотков с шириной горловины от 0,25 до 2,5 м - по табл.1 приложения 9, в которой приведены значения расходов воды для напоров от 0,03 до 0,80 м через каждые 0,5 см.

б) для лотков с шириной горловины от 3,0 до 7,5 м - по формуле

$$Q = (2,3b + 0,48)h_B^{1,6},$$

где  $b$  и  $h_B$  - соответственно ширина горловины и напор в метрах, измеренный в измерительном створе приемного раструба (см. рис. VII.1);  $Q$  - расход воды в м<sup>3</sup>/с.

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

2. Так как строительство лотков с размерами горловины от 3,0 до 7,5 м осуществляется на практике реже, чем лотков меньших размеров, расчетная таблица для них в приложении не дана. Она должна составляться на местах.

§ 153. Для выбора размеров гидрометрического лотка необходимо располагать следующими данными:

- 1) наибольшим и наименьшим значениями измеряемого расхода воды;
- 2) отметками (относительно реперов станции): 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;
- 3) пределами возможных колебаний отметок среднего дна в месте сооружения лотка вследствие деформаций русла;
- 4) значением допустимой высоты подпора от лотка;
- 5) отметкой горизонтального дна приемного раструба лотка относительно реперов станции.

Размеры гидрометрического лотка выбираются по табл.VII.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 табл.VII.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 ( $h_{\text{в}}$ ) и нижнем ( $h_{\text{н}}$ ) бьефах (рис.VII.2). Отношение этих высот называется коэффициентом подтопления  $\eta = \frac{h_{\text{в}}}{h_{\text{н}}}$ . Режим свободного истечения будет иметь место при  $\eta < 0,7$  для лотков с шириной горловины от 0,25 до 2,5 м и  $\eta < 0,8$  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  $h_{\text{в}}$ ), следует вводить поправку. Способ ее введения излагается в § 154.

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 станции и изучения соответствующих гидрологических и топографических материалов (см. гл.II).

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

Для получения отметки горизонтального дна приемного раструба необходимо определить отметку уровня воды естественного потока при пропуске наибольшего расхода воды ( $H_{\text{макс}}$ , рис.VII.2) или при наивысшем подпоре от нижерасположенного источника подпора (если таковой имеется). При отсутствии ранее произведенных гидрометрических работ в данном створе эта отметка вычисляется как сумма отметки среднего дна  $z$  и глубины потока  $h_{\text{макс}}$  ( $H_{\text{макс}} = z + h_{\text{макс}}$ ); последняя определяется 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 табл.VII.1 подобрать подходящий (по пропускной способности) лоток и для него найти, пользуясь данными приложения 9, высоту напора в приемном раструбе  $h_{\text{в.макс}}$  при пропуске наибольшего расхода воды. Отметка дна приемного раструба  $x$  для режима свободного истечения определяется по формуле

$$x = H_{\text{макс}} - \eta_{\text{пр}} h_{\text{в.макс}} = z + h_{\text{макс}} - \eta_{\text{пр}} h_{\text{в.макс}},$$

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.

§ 154. Использование лотка как измерительного устройства в условиях затопленного истечения возможно при величинах  $\eta$  от 0,70 до 0,95. При  $\eta > 0,95$ , 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 допускается в крайнем случае, когда по местным условиям невозможно обеспечить требуемое падение уровня для создания свободного истечения.

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

Трубка, ведущая в низовой колодец самописца уровня, закладывается в стенке лотка на расстоянии  $x$  и  $y$  от точки пересечения линий дна горловины и отводящего раструба (см. рис.VII.1 и табл.VII.1). Диаметр трубки должен составлять 20-25 мм.

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

1) по данным наблюдений на основном и дополнительном измерительном створах вычисляется коэффициент подтопления  $\eta = \frac{h_H}{h_B}$  с точностью до 0,01;

2) по табл.1 приложения 9 или по формуле, приведенной в § 152, для лотков с шириной горловин начиная с 3,0 м устанавливается расход воды, соответствующий высоте уровня  $h_B$  при режиме свободного истечения ( $Q_{CB}$ );

3) для лотков с шириной горловин от 0,25 до 2,5 м по табл.2 приложения 9 для полученного  $\eta$  находится значение поправки на затопление для лотка с шириной горловины 1 м ( $\Delta_1$ );

4) по табл.3 приложения 9 находится переходный коэффициент  $\frac{\Delta_A}{\Delta_1}$ , учитывающим ширину горловины данного лотка (с точностью до 0,001);

5) путем перемножения найденных по табл.2 и 3 приложения 9 величин определяется истинная поправка на затопление

$$\Delta_A = \Delta_1 \frac{\Delta_A}{\Delta_1}.$$

Эта поправка определяется с точностью, соответствующей точности  $Q_{CB}$ ;

6) вычитанием поправки  $\Delta_A$  из значения расхода  $Q_{CB}$ , соответствующего режиму свободного истечения, определяется истинный расход при затопленном истечении

$$Q_3 = Q_{CB} - \Delta_A.$$

Вычисления удобно вести в табличной форме, пример заполнения которой дан в табл.4 приложения 9;

7) для лотков с шириной горловин 3,0 м величины поправок вычисляются по табл.5 приложения 9. Для лотков с шириной горловины от 3,0 до 7,5 м величины поправок умножаются на коэффициент  $k_s$ , приведенный в табл.5а этого же приложения.

Далее расчет истинной величины расхода ведется по формуле

$$Q_3 = Q_{св} - Q_{с} k_3,$$

где  $Q_{с}$  - поправочный расход, взятый по табл.5 приложения 9 при соответствующих значениях  $k_3$  и  $\eta$ .

§ 155. При устройстве гидрометрического лотка необходимо соблюдать следующие требования.

1. Лоток устанавливается так, чтобы продольная ось его совпадала с общим направлением течения потока. Участок потока, на котором устраивается лоток, должен быть по крайней мере 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.).

2. Размеры лотка и уклоны дна его должны быть выдержаны по табл.VII.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.

3. 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 устраиваются входные и выходные открылки для сопряжения лотка с естественными берегами реки в виде дощатой, шпунтовой или бетонной стенки. В плане открылки располагаются под углом 45° к оси лотка или очерчиваются 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 засыпается 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 укрепляются 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 предусматривается проектом.

Поверхность стенок лотка должна быть гладкой, для чего бетонные стенки железнятся, кирпичные - штукатурятся цементным раствором, а деревянные хорошо обстругиваются. Железные лотки перед установкой окрашиваются снаружи и изнутри суриком или белилами.

§ 156. Лоток, рассчитанный на режим свободного истечения, оборудуется основным контрольным водомерным постом и самописцем уровня воды. Водомерный пост и приемная часть самописца располагаются в приемном раструбе лотка, в плоскости, удаленной от горловины на  $2/3$  длины раструба (см. рис.VII.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. Основной водомерный пост оборудуется крючковой рейкой, укрепленной на стенке лотка. Кроме того, лоток оборудуется второй установкой СУВ, размещаемой рядом с первой в одном измерительном павильоне.



Уровни измеряются 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, последняя заменяется игольчатой.

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

### Лотки Вентури

§ 157. Достаточно удобными в эксплуатации гидрологическими расходомерами на малых водотоках, особенно при большом содержании в потоке наносов, являются лотки Вентури<sup>1</sup>. 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 трапециевидального поперечного сечения. В данном выпуске Наставления рекомендуются к применению лотки Вентури только с прямоугольной горловиной, как наиболее простые в расчетном и конструктивном отношении.

<sup>1</sup> В иностранной литературе лотки этого типа часто называют лотками критической глубины или лотками стоячей волны. Этот термин относится и к рассмотренному выше лотку Паршала.

§ 158. Существуют три типа лотков с горловиной прямоугольного сечения: а) лотки, в которых сжатие потока с образованием сечения с критической глубиной осуществляется за счет сужения боковых стенок при горизонтальном дне (рис.VII.3 а), б) лотки, где сжатие потока совершается за счет подъема дна (образования "горба") при параллельных в плане боковых стенках (рис.VII.3 б), и в) лотки, где сжатие потока происходит одновременно как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Наиболее просты в изготовлении лотки первых двух типов.

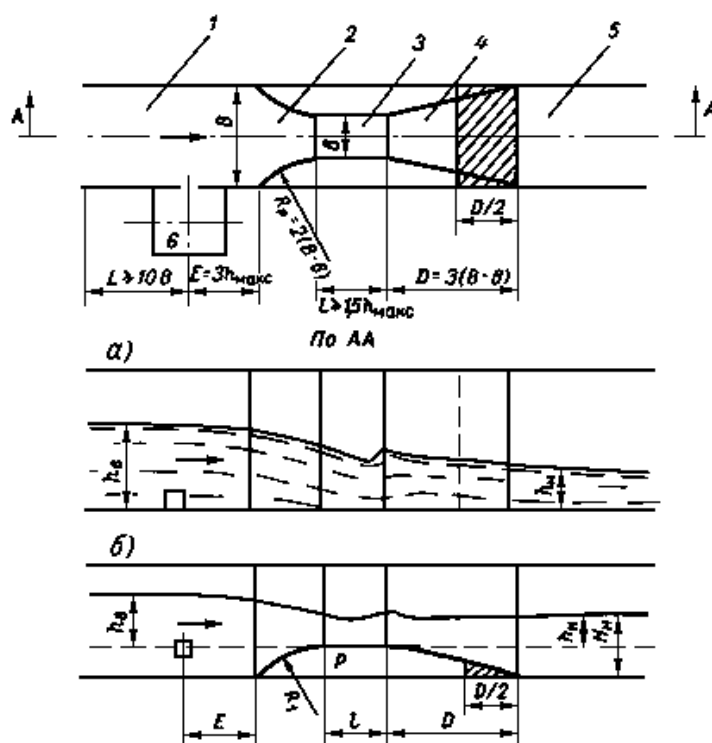


Рис.VII.3. Лоток Вентури

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

§ 159. Лотки Вентури, так же как и лотки Паршала, состоят из трех основных частей:

1) 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;

2) горловины с параллельными стенками и горизонтальным дном;

3) 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.

§ 160. Для лучшего сопряжения лотка с потоком существуют следующие вспомогательные элементы сооружения (см. рис.VII.3):

1) подводящая часть предназначена для создания равномерного распределения скоростей на подходе потока к лотку. Ее длина должна быть равна как минимум 10 ширинам подходного канала  $B$ ;

2) отводящая часть должна обеспечивать плавный переход потока с лотка в естественное русло. Дно ее должно быть укреплено в связи с возможным размывом.

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

1) боковые стенки приемного раструба очерчиваются по радиусу  $R$

$$R = 2(B - b);$$

2) длина горловины лотка  $l \geq 1,5h_{\text{макс}}$ ;

3) длина отводящего раструба  $D = 3(B - b)$ .

Если величина падения уровня на участке лотка  $\Delta h = h_B - h_H$  (см. рис.VII.3) не играет существенной роли, то длина отводящего раструба может быть уменьшена вдвое. В этом случае заштрихованная на рис.VII.3 часть отводящего раструба не сооружается;

4) максимальный напор  $h_{\text{макс}}$  не должен превышать трехкратной ширины горловины  $b$ , но должен быть не более 1,8 м;

5) предельная ширина горловины выбирается в зависимости от степени сжатия лотком потока  $b/B$  и максимальной ширины подходного канала  $B$ . В качестве предельной ширины  $B$  в данном выпуске Наставления принято  $B = 5,0$  м;

6) в случае наличия порога в горловине дно приемного раструба очерчивается по радиусу  $R_1$  (см. рис.VII.3);

7) высота стенок лотка назначается равной  $h_{\text{макс}} + 0,10$  м.

§ 162. Размеры типовых лотков Вентури и предельные расходы воды для разной степени сжатия потока ( $b/B$ ) приведены в табл.VII.2 в соответствии с принятыми выше обозначениями.

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

Таблица VII.2

Размеры и основные характеристики лотков Вентури

|                                            |                                            |                                            |                                                                     |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| $b/B = 0,2, p = 0$ (приложение 10, табл.1) | $b/B = 0,4, p = 0$ (приложение 10, табл.2) | $b/B = 0,6, p = 0$ (приложение 10, табл.3) | $b/B = 0,6$ , лоток с порогом, $p = 0,30$ м (приложение 10, табл.4) |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|

| $b$  | $B$  | $R$  | $D$   | $Q_{\text{мин}}$  | $Q_{\text{макс}}$ | $B$  | $R$  | $D$  | $Q_{\text{мин}}$  | $Q_{\text{макс}}$ | $B$  | $R$  | $D$  | $Q_{\text{мин}}$  | $Q_{\text{макс}}$ | $B$  | $R$  | $R_1$ | $D$  | $Q_{\text{мин}}$  | $Q_{\text{макс}}$ | $l_{\text{мин}}$ |
|------|------|------|-------|-------------------|-------------------|------|------|------|-------------------|-------------------|------|------|------|-------------------|-------------------|------|------|-------|------|-------------------|-------------------|------------------|
| М    |      |      |       | м <sup>3</sup> /с |                   | М    |      |      | м <sup>3</sup> /с |                   | М    |      |      | м <sup>3</sup> /с |                   | М    |      |       |      | м <sup>3</sup> /с |                   | М                |
| 0,25 | 1,25 | 2,00 | 3,00  | 0,004             | 0,270             | 0,62 | 0,75 | 1,12 | 0,004             | 0,278             | 0,42 | 0,33 | 0,50 | 0,005             | 0,294             | 0,42 | 0,33 | 0,64  | 0,50 | 0,004             | 0,230             | 1,12             |
| 0,50 | 2,50 | 4,00 | 6,00  | 0,009             | 0,840             | 1,25 | 1,50 | 2,25 | 0,008             | 0,865             | 0,83 | 0,67 | 1,00 | 0,009             | 0,914             | 0,83 | 0,67 | 1,13  | 1,00 | 0,008             | 0,878             | 1,00             |
| 0,75 | 3,75 | 6,00 | 9,00  | 0,012             | 1,27              | 1,87 | 2,25 | 3,37 | 0,013             | 1,30              | 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 | 5,00 | 8,00 | 12,00 | 0,016             | 1,70              | 2,50 | 3,00 | 4,50 | 0,017             | 1,75              | 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 |      |      |       |                   |                   | 3,12 | 3,75 | 5,62 | 0,021             | 2,18              | 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 |      |      |       |                   |                   | 3,75 | 4,50 | 6,75 | 0,025             | 2,62              | 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 |      |      |       |                   |                   | 4,37 | 5,25 | 7,87 | 0,029             | 3,06              | 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 |      |      |       |                   |                   | 5,00 | 6,00 | 9,00 | 0,034             | 3,50              | 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.VII.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  $l$  должна быть выбрана, исходя из соотношения  $l \geq 1,5h_{\text{макс}}$ .

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

Величины расходов, пропускаемых лотками Вентури, определяются по табл.1-4 приложения 10, где приведены значения расходов для напоров от 0,05 до 1,00 м через каждые 0,5 см.

§ 163. 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  $\eta$  не более 0,8) часть лотка, расположенная ниже горловины, не оказывает влияния на условия протекания потока на входе.

§ 164. Уравнение расхода для лотка Вентури имеет следующий вид:

$$Q = 1,705 C_g C_v b h_B^{3/2},$$

где  $Q$  - расход в м<sup>3</sup>/с;  $C_v$  - коэффициент, учитывающий влияние скорости подхода;  $C_g$  - 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:

а) при наличии только бокового сжатия

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

б) для лотков с боковым и донным сжатием

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

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

$$C_g = \left( \frac{l}{0,004l + b} \right)^{3/2} \cdot \left( \frac{h - 0,003l}{h} \right)^{3/2}.$$

В табл.5 и 6 приложения 10 даны значения  $C_v$  и  $C_g$ , вычисленные по вышеприведенным уравнениям.

§ 165. Для выбора типа и размеров лотка Вентури необходимо иметь следующие основные исходные данные:

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

Размеры лотка Вентури выбираются по табл.VII.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.VII.2), то следует предусмотреть лоток с порогом и тонкостенным водосливом в нижнем бьефе, т.е. комбинированный.

§ 166. Расчет лотка Вентури ведется в следующем порядке:

- 1) определяется глубина  $H_{\text{макс}}$  в отводящем русле при пропуске максимального расхода по кривой  $Q = f(H)$ ;
- 2) по табл.VII.2 выбирается лоток с соответствующей пропускной способностью и степенью сжатия потока  $b/B$ ;
- 3) определяется максимальный напор  $h_{\text{макс}}$  выбранного лотка по табл.1-4 приложения 10.

§ 167. При установке лотка на водотоке необходимо определить превышение дна подводящей части (и самого лотка) над дном отводящего канала для обеспечения незатопленного истечения; расчет производится по методике, аналогичной для лотка Паршала (см. § 153).

§ 168. При устройстве лотка Вентури необходимо выполнять следующие требования:

1. 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  $L \geq 10B$ .
2. Лоток устанавливается так, чтобы продольная ось его совпала с общим направлением течения потока, а осевая линия горловины - с осью подводящего участка.
3. Размеры лотка должны быть выдержаны точно по расчету.
4. Дно горловины должно быть строго горизонтально как в продольном, так и в поперечном направлении.
5. Стенки горловины должны быть строго вертикальны и параллельны.

### Водомерный лоток САНИИРИ

§ 169. Лоток имеет сходящиеся к нижнему бьефу отвесные боковые стенки и горизонтальное дно (рис.VII.4). Дно лотка должно быть расположено выше дна канала в нижнем бьефе на величину  $p \geq 0,5h_{\text{макс}}$  в верхнем бьефе, превышение дна лотка над дном канала в верхнем бьефе  $p_1$  необязательно. Размеры основных элементов лотка по отношению к ширине выхода: длина лотка  $l = 2b$ , ширина входной части  $B = 1,70b$  при  $\alpha = 0,35b$  и  $\angle \alpha = 10^\circ$ ; высота стенок лотка  $h$  от 1,5 до  $2b$ . В табл.VII.3 приведены размеры лотков для ширины выхода от 0,2 до 0,8 м и пределы измеряемых

расходов при соответствующих напорах (при свободном истечении).

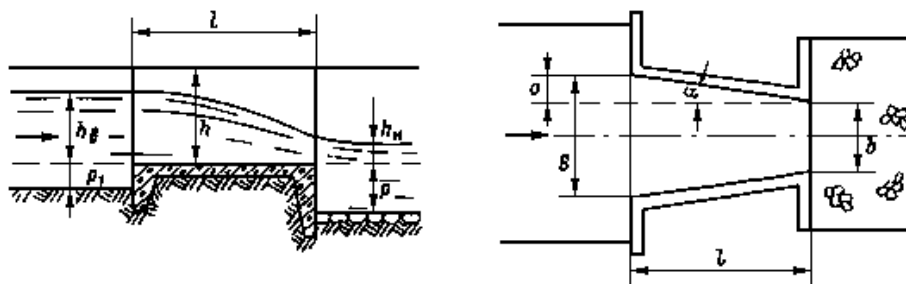


Рис.VII.4. Водомерный лоток САНИИРИ

Таблица VII.3

**Размеры лотков САНИИРИ (м) и пределы измеряемых ими расходов воды при свободном истечении**

| Ширина выхода<br>$b$ | Ширина входа $B$ | Длина лотка<br>$l$ | Высота<br>стенки $h$ | $h_B$ макс | $Q$ л/с |
|----------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------|---------|
| 0,2                  | 0,35             | 0,40               | 0,40                 | 0,25       | 51      |
| 0,3                  | 0,51             | 0,60               | 0,65                 | 0,40       | 157     |
| 0,4                  | 0,68             | 0,80               | 0,70                 | 0,50       | 296     |
| 0,5                  | 0,85             | 1,00               | 0,80                 | 0,65       | 555     |
| 0,6                  | 1,02             | 1,20               | 1,00                 | 0,80       | 916     |
| 0,7                  | 1,19             | 1,40               | 1,00                 | 0,80       | 1064    |
| 0,8                  | 1,36             | 1,60               | 1,00                 | 0,80       | 1217    |

§ 170. Для определения расхода воды, проходящего через лоток при свободном истечении (уровень нижнего бьефа - ниже отметки порога лотка), измеряется уровень воды над порогом в верхнем бьефе и величина расхода находится по формуле

$$Q = \left( 0,5 - \frac{0,109}{6,26h_B + 1} \right) b h_B^{3/2} \sqrt{2g}.$$

Для этой же цели может быть использована приближенная формула

$$Q = 2,14 b h_B^{1,5},$$

где  $b$  и  $h_B$  - в метрах, а  $Q$  - в м<sup>3</sup>/с.

По приведенным формулам может быть составлена рабочая таблица для определения расхода воды в зависимости от напора и ширины выходной части лотка  $b$ .

§ 171. При затопленном истечении, т.е. когда  $h_N > 0$ , расход воды определяется по той же формуле, но с введением в нее коэффициента подтопления, меньшего единицы,

$$\sigma_h = 1,085 \left[ 1 - \frac{1}{11,7(1 - \eta) + 1} \right],$$

где  $\eta = \frac{h_N}{h_B}$ .

§ 172. Для определения расхода воды, проходящего через лоток при свободном истечении, измеряется уровень воды в верхнем бьефе и по нему определяется напор над порогом  $h_B$ , являющийся единственной переменной для вычисления расхода воды по формуле.

При затопленном истечении для определения расхода воды через лоток необходимо знать напоры  $h_B$  и  $h_N$ , определяемые по рейкам, установленным в створах, совпадающих с началом и

## Глава VIII

### ВОДОСЛИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ И С ШИРОКИМ ПОРОГОМ

§ 173. В настоящей главе описываются условия применения для учета стока водосливов трех типов, два из которых относятся к категории водосливов практического профиля (водослив Крампа и водомерный порог САНИИРИ). Водослив с широким порогом имеет нескругленные грани).

§ 174. **Водослив с порогом треугольного профиля**, или так называемый водослив **Крампа**, применим для измерения расходов воды в диапазоне примерно от 10 л/с до 50 м<sup>3</sup>/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):

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

§ 175. Профиль водослива образован пересечением двух плоскостей (рис.VIII.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 ограничивается 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  $h_{\text{макс}}$  и расстоянию до створа измерения напора (рис.VIII.1); вниз по течению боковые стенки могут оканчиваться на расстоянии от 2 до 6 м ниже подошвы низового откоса.

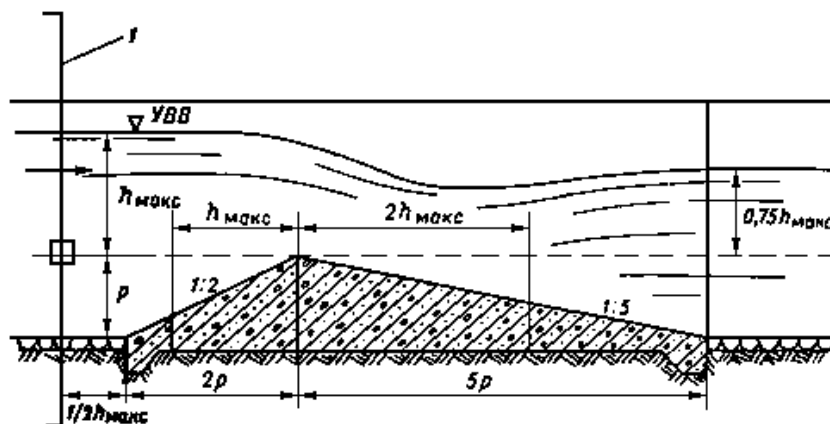


Рис.VIII.1. Водослив Крампа  
1 - створ для измерения напора

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.

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 (см. рис.VIII.1). При этом горизонтальная проекция верхового откоса должна иметь длину не менее  $h_{\text{макс}}$ , а низового -  $2h_{\text{макс}}$ .

§ 176. Створ для измерения напора на водосливе располагается на расстоянии  $\frac{h_{2\text{макс}}}{p}$  от подошвы сооружения (линии пересечения 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  $1/2 h_{\text{макс}}$ .

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

§ 177. Уравнение расхода для водослива с порогом треугольного профиля имеет следующий вид:

$$Q = km b \sqrt{2g} h^{3/2},$$

где  $Q$  - величина расхода в м<sup>3</sup>/с;  $k$  - коэффициент, учитывающий скорость подхода;  $m$  - коэффициент расхода;  $b$  - ширина водослива по гребню;  $g$  - ускорение силы тяжести в м/с<sup>2</sup>;  $h$  - измеренный напор в метрах.

Величина коэффициента расхода  $m$  для напоров  $h \geq 0,06$  м постоянна и равна 0,443. Следовательно,  $Q = 1,96 k b h^{3/2}$ .

Для  $h < 0,06$  м  $m$  может быть определено по формуле

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

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

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

где  $\omega$  - 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  $k = f \left( \frac{h}{h+p} \right)$ . Зависимость  $k$  от указанного параметра представлена в табличной форме (см. табл.VIII.1)

Таблица VIII.1

Значения коэффициента скорости подхода  $k$  в зависимости от величины параметра  $\frac{h}{h+p}$

| $\frac{h}{h+p}$ | 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  $\pm 2\%$ .

§ 178. Водослив должен работать в незатопленном режиме при пропуске всех расходов, на которые он рассчитан. Коэффициент подтопления для этого водослива составляет  $\eta = 0,75$ . Отметка гребня водослива назначается 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 (§ 177) 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 [она определяется по кривой  $Q = f(H)$ ], величины, равной  $0,75h_{\text{макс}}$ . Для остальных, меньших значений расхода, следует осуществить проверку выполнения условия свободного истечения.

С этой целью для заданного значения расхода вычисляется расчетный напор  $h$ . Прибавляя к отметке гребня величину  $0,75h$ , 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,  $h_{\text{мин}} = 0,03$  м; для порога, выполненного из бетона,  $h_{\text{мин}} = 0,06$  м. Минимальное значение высоты порога  $p_{\text{мин}} = 0,10$  м. Минимальная ширина водослива по гребню  $b_{\text{мин}} = 0,30$  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 табл. VIII.2.

Таблица VIII.2

**Диапазон расходов воды, измеряемых водосливом треугольного профиля**

| $b$ | $p$ | $h$ | $Q$ , м <sup>3</sup> /с | Примечание |
|-----|-----|-----|-------------------------|------------|
|-----|-----|-----|-------------------------|------------|



| м   |     |      |       |                                  |
|-----|-----|------|-------|----------------------------------|
| 0,3 | 0,1 | 0,03 | 0,006 | Размеры водослива<br>минимальные |
| -   | -   | 0,15 | 0,25  |                                  |
| 7,5 | 0,5 | 0,06 | 0,09  | Большой водослив                 |
| -   | -   | 2,25 | 50,00 |                                  |

В приложении 11 приводятся значения удельных расходов  $q = m\sqrt{2g}h^{3/2}$  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 11 величину  $q$ . Зная размеры подходного канала и ширину водослива по гребню  $b$ , определить по табл.VIII.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 составляется рабочая таблица, в которой расход воды является функцией лишь одного уровня воды на водомерном посту (напора на водосливе).

§ 179. В зарубежной практике (Англия) нашли применение водосливы с порогом треугольного профиля, состоящие из нескольких водосливных отверстий, отметки гребней которых располагаются на различных уровнях (конструктивная схема помещена на рис.VIII.2, общий вид - на рис.VIII.3). 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 выполняются обтекаемой формы (полукруг, полуэллипс). Стенки должны простирались от гребня вверх по течению до створа, где измеряется напор, а вниз по течению - до подошвы порога. Высота их должна равняться высоте боковых стенок. Расход воды через водослив при одновременной работе нескольких отверстий определяется по формуле

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

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

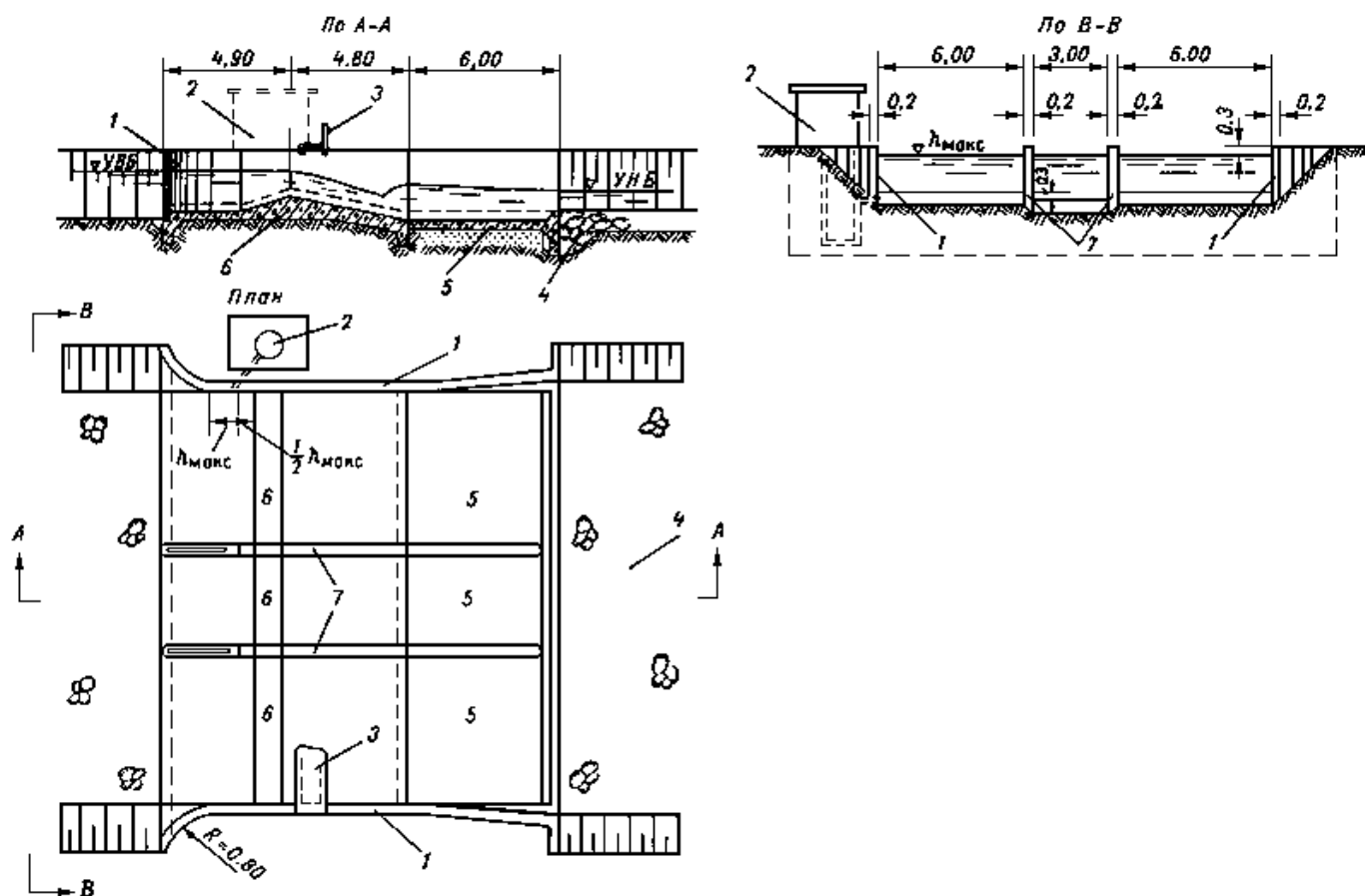


Рис.VIII.2. Водослив с треугольным профилем порога для измерения расхода до 50 м³/с

1 - сопрягающие стенки; 2 - установка СУВ; 3 - гидрометрический мостик (устанавливать не обязательно); 4 - рисберма; 5 - водобой (гаситель); 6 - водослив треугольного профиля; 7 - промежуточные бычки



Рис.VIII.3. Общий вид водослива треугольного профиля с несколькими водосливными отверстиями

Если представить полный напор зависимостью

$$H_i = h_i + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} = h_i + \frac{v_{\text{ср}}^2}{2g}$$

( $\Omega$  - площадь сечения подходного канала), то уравнение расхода примет вид

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

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 продолжается до тех пор, пока разность между расходами  $Q_n$  и  $Q_{n-1}$  не будет находиться в пределах требуемой точности.

Приведем пример расчета водослива треугольного профиля составного поперечного сечения (см. рис. VIII.2).

Пусть даны ширина центрального отверстия  $b_1 = 3,0$  м, ширина каждого из примыкающих к нему боковых отверстий  $b_2 = b_3 = 6,0$ , разность в отметках гребней центрального и боковых отверстий  $0,30$  м; измеренный напор над гребнем центрального отверстия  $h = 1,20$  м; высота порога водослива  $p = 0,60$  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:

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

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

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

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

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

Второе приближение (напоры  $H'_1 = 1,27$  м;  $H'_2 = H'_3 = 0,97$  м):

$$Q'_1 = 3,0 \cdot 2,80 = 8,40 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q'_2 + Q'_3 = 12,0 \cdot 1,88 = 22,56 \text{ м}^3/\text{с},$$

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

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Sigma Q'}{\Omega} = \frac{30,96}{23,4} = 1,33 \text{ м/с}, \quad \frac{v_{\text{ср}}^2}{2g} = \frac{1,75}{19,62} = 0,09 \text{ м}.$$

Третье приближение (напоры  $H''_1 = 1,29$  м;  $H''_2 = H''_3 = 0,99$  м):

$$Q''_1 = 3,0 \cdot 2,87 = 8,61 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q''_2 + Q''_3 = 12,0 \cdot 1,93 = 23,20 \text{ м}^3/\text{с},$$

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

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Sigma Q''}{\Omega} = \frac{31,81}{23,4} = 1,36 \text{ м/с}, \quad \frac{v_{\text{ср}}^2}{2g} = \frac{1,36^2}{19,62} = 0,095 = 0,10 \text{ м}.$$

Четвертое приближение:

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

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

$$\sum Q''' = 32,29 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Разница между расходами, определенными в третьем и четвертом приближениях, составляет примерно  $0,40 \text{ м}^3/\text{с}$ , т.е. 1,3%, что считаем приемлемым.

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

§ 180. **Водомерный порог САНИИРИ** (рис.VIII.4) рекомендуется для измерения расходов воды от  $1,5$  до  $20 \text{ м}^3/\text{с}$ . С гидравлической точки зрения он представляет собой водослив практического профиля (полигональной формы) с наклонной верховой гранью с откосом 1:3 и горизонтальным порогом, имеющим длину, равную  $0,8$  высоты порога  $p$ . Низовая грань порога вертикальна.

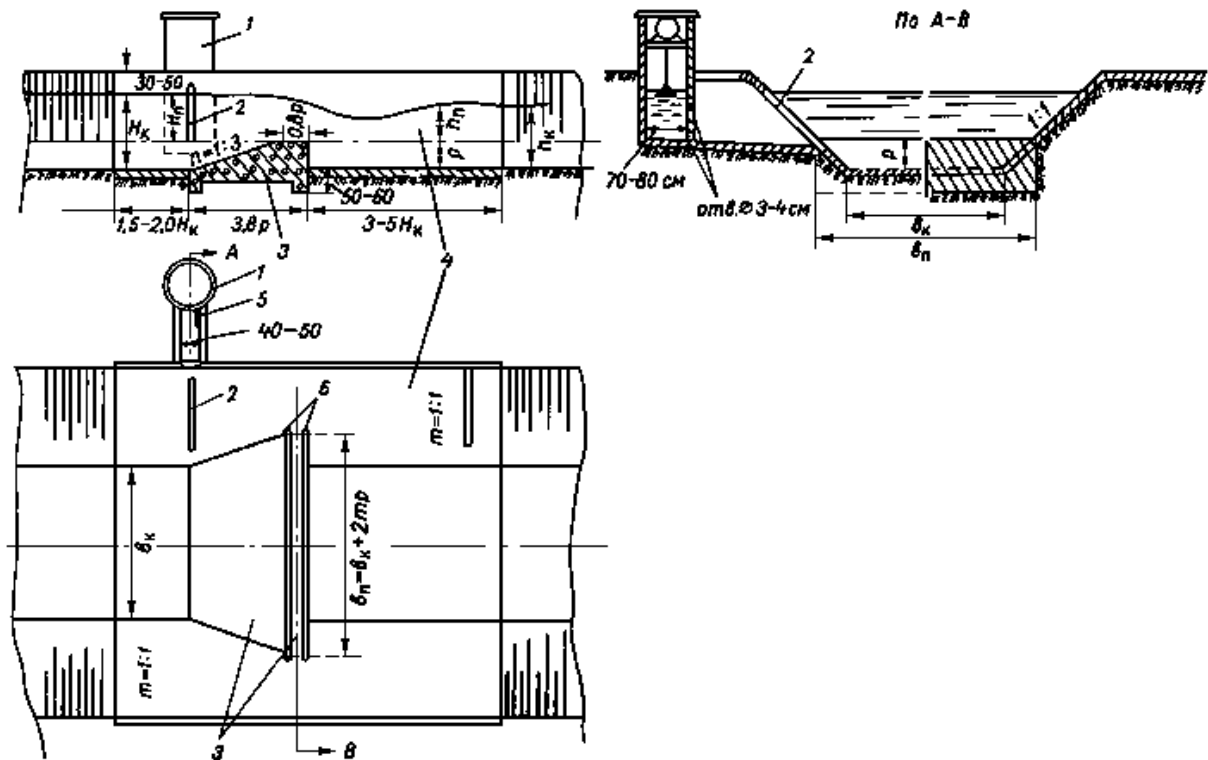


Рис.VIII.4. Водомерный порог САНИИРИ

1 - павильон для СУВ; 2 - щель; 3 - порог; 4 - бетонированный откос канала; 5 - рейка; 6 - уголки металлической облицовки

Колодец для установки самописца уровня воды сообщается с верхним бьефом через бетонированную траншею шириной 40-50 см и узкую щель (3-5 см) в откосе канала. Для контроля за уровнем в траншее на стенке колодца устанавливается водомерная рейка.

Применять водомерный порог целесообразно на участках каналов и рек, находящихся в зоне переменного подпора, а также на участках с неустойчивым руслом (размыв, заиление, зарастание водной растительностью).

Водомерный порог САНИИРИ является улучшенной конструкцией контроль-порога, который был рекомендован как одна из разновидностей контрольных русел во втором издании данного Наставления (1952 г.). Однако водомерный порог имеет основное преимущество перед контроль-порогом, заключающееся в том, что здесь измерение расхода воды основано на использовании гидравлической зависимости между уровнем и расходом, тогда как контроль-порог требует

периодических измерений вертушкой.

Водомерный порог может быть сооружен в комбинации с другим расходомером (водосливом или лотком), предназначенным для измерения расходов, меньших нижнего предела, допускаемого для водослива принятых размеров. При этом второй расходомер располагается в нижнем бьефе порога.

Желательно сооружать водомерный порог в русле правильной формы (близкой к трапециевидальной), так как подводящий и отводящий каналы к сооружению должны иметь трапециевидальную форму поперечного сечения. Благодаря наличию наклонной верховой грани и большим скоростям, создающимся на пороге, он обеспечивает хорошие условия для пропуска влекомых наносов. Частичное выпадение наносов в пределах верхового откоса и выколаживание его не сказываются на пропускной способности порога.

§ 181. Водомерный порог позволяет измерять расход с точностью до  $\pm 5\%$ , если коэффициент подтопления порога  $\eta$  не превышает 0,8. При этом порог работает в режиме свободного истечения, т.е. режим нижнего бьефа не оказывает влияния на верхний, и для учета воды справедлива эмпирическая формула

$$Q = \left( 0,37 + 0,04 \frac{H_{\Pi}}{p} \right) (b_{\Pi} + m H_{\Pi}) H_{\Pi} \sqrt{2g H_{\Pi}},$$

где  $H_{\Pi}$  - глубина воды над порогом в верхнем бьефе;  $p$  - высота порога над дном канала;  $b_{\Pi}$  - ширина порога, равная  $b_k + 2mp$  ( $b_k$  - ширина канала по дну);  $m$  - заложение откосов подводящего и отводящего каналов.

Высота порога  $p$  устанавливается подбором по вышеприведенной формуле. Для этого, исходя из известных величин  $Q_{\max}$ , зная бытовую глубину воды в канале  $h_k$  (с учетом возможного подпора от заиливания, зарастания или нижерасположенного сооружения) и приняв ширину канала по дну  $b_k$  и заложение откосов  $m$ , подбирают по формуле такую высоту порога  $p$ , чтобы при максимальной бытовой глубине  $h_k$  относительное затопление  $\eta = \frac{h_{\Pi}}{H_{\Pi}}$  не превышало 0,80.

Рассчитанные по формуле расходы воды сопоставляются с пятью-семью измеренными расходами. Если расхождение между вычисленными и измеренными расходами будет превышать 5%, то сооружение необходимо протарировать.

Подпор, создаваемый порогом при пропуске максимального расхода, незначителен и составляет 10-12% от соответствующей бытовой глубины воды в канале.

§ 182. **Водослив с широким порогом** прямоугольного профиля отличается простотой конструкции.

Порог водослива (рис.VIII.5) представляет собой горизонтальную, прямоугольную (в плане) поверхность. Ширина порога  $b$  равняется ширине подводящего русла, в котором устанавливается водослив.

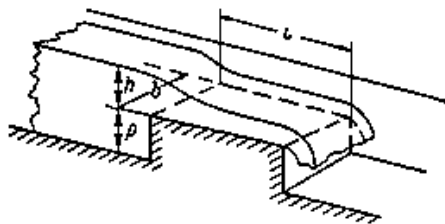


Рис.VIII.5. Водослив с порогом прямоугольного профиля

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

Перед водосливом устраивается подходный канал прямоугольного поперечного сечения с горизонтальным дном. Ширина канала должна равняться ширине водослива  $b$ . Стенки подходного канала выполняются 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  $4 H_{\text{макс}}$ .

С естественным руслом подходный канал сопрягается с помощью криволинейных в плане открылков ( $R > 2H_{\text{макс}}$ ).

Для водосливов этого типа рекомендуется 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  $\eta = \frac{h_{\text{н}}}{h}$  не будет превышать 0,8.

§ 183. Уравнение расхода для водослива с широким порогом прямоугольного профиля имеет вид

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{3/2},$$

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.

§ 184. Коэффициент расхода  $m$ , как показали экспериментальные исследования, является функцией двух параметров

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

Значения коэффициента расхода целесообразно разделить на два диапазона:

1) диапазон постоянного значения  $m$ , характеризуемый следующими пределами отношений  $\frac{h}{L}$  и  $\frac{h}{h+p}$ :

$$0,08 < \frac{h}{L} < 0,33,$$

$$0,18 < \frac{h}{h+p} < 0,36;$$

2) диапазон переменного значения  $m$ , характеризуемый значениями  $\frac{h}{L} > 0,33$  и  $\frac{h}{h+p} > 0,36$ .

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 находятся по графику (рис.VIII.6), где они даны как функция от  $\frac{h}{L}$  и  $\frac{h}{h+p}$ .

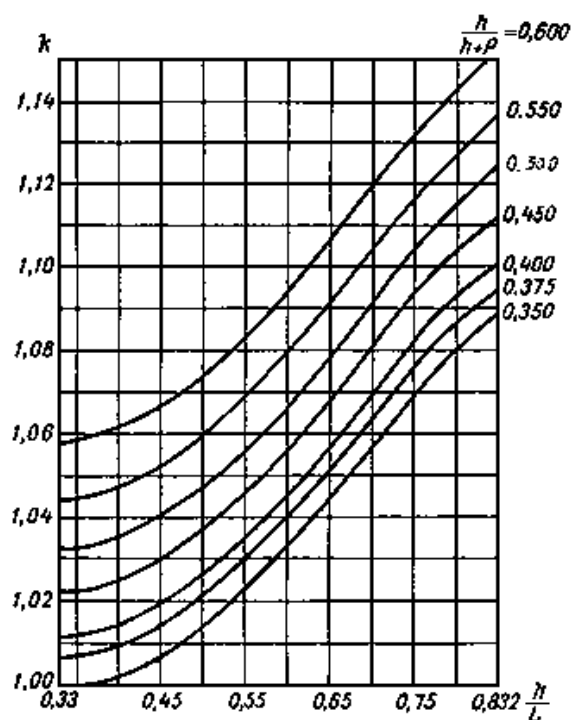


Рис.VIII.6. График значений поправочных коэффициентов  $k$  в зависимости от значений  $\frac{h}{L}$  и  $\frac{h}{h+p}$

§ 185. 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  $h = 0,08$  м; ширина водослива  $b \geq 0,3$  м; высота порога  $p \geq 0,15$  м.

Пределы для отношений  $\frac{h}{L}$  и  $\frac{h}{h+p}$ :

$$0,08 < \frac{h}{L} < 0,85,$$

$$0,18 < \frac{h}{h+p} < 0,60.$$

Ошибка в определении величины коэффициента  $m$  в диапазоне постоянных его значений оценивается 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 приводятся в табл.I.1.

## Глава IX

### ТОНКОСТЕННЫЕ ВОДОСЛИВЫ

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

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

2. 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 м/с.

3. Водослив всегда должен работать в условиях незатопленного режима. При этом уровень нижнего бьефа располагается 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.

4. Край выреза водосливного щита следует подвергать специальной обработке так, как показано на рис. IX.1.

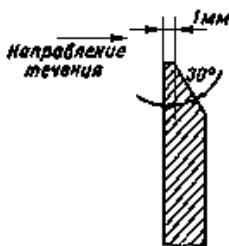


Рис. IX.1. Заточка ребра водослива

5. Струя переливающейся воды должна падать свободно, не прилипая к стенке водослива (рис. IX.2). В случае прилипания струи к стенке пользоваться водосливом как измерительным устройством нельзя. Практически прилипание струи наблюдается при небольших напорах (меньше 5-6 см). Для уменьшения прилипания стенка водослива делается гладкой, что достигается окрашиванием ее масляной краской (это имеет и другую цель - предохранить металл от ржавления).

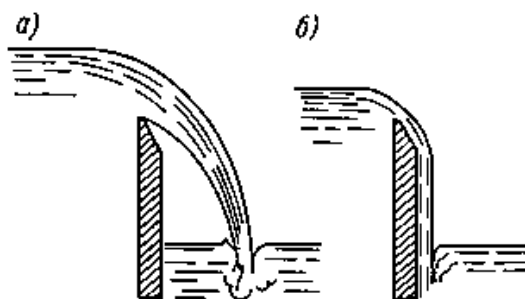


Рис. IX.2. Истечение через водослив при свободной (а) и прилипшей (б) струе

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

7. 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 (рис. IX.3).



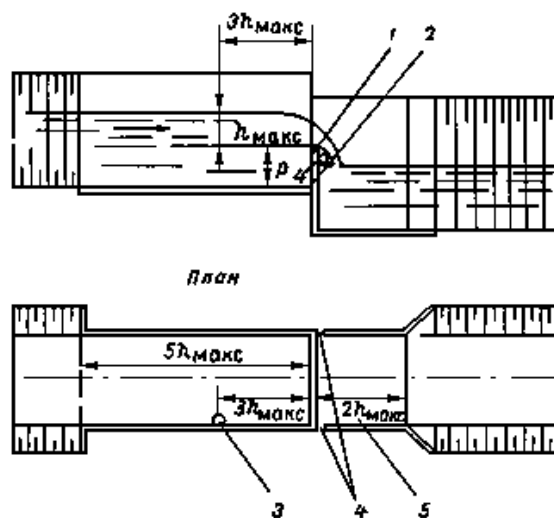


Рис.IX.3. Прямоугольный водослив без бокового сжатия

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

8. 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.

§ 187. 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 табл.IX.1 приведены значения наибольших допустимых площадей подводящего канала водосливной установки в зависимости от вышеуказанных факторов.

Таблица IX.1

**Площадь подводящего канала тонкостенных водосливов в м<sup>2</sup>**

| Наибольший расход паводка, м <sup>3</sup> /с | Продолжительность подъема паводка |    |     |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|----|-----|------|------|------|------|-------|-------|
|                                              | минуты                            |    |     |      | часы |      |      |       |       |
|                                              | 5                                 | 10 | 15  | 30   | 1    | 3    | 6    | 12    | 24    |
| 0,1                                          | 10                                | 15 | 30  | 50   | 100  | 250  | -    | -     | -     |
| 0,3                                          | 15                                | 25 | 40  | 70   | 150  | 350  | 600  | -     | -     |
| 0,5                                          | -                                 | 30 | 60  | 100  | 200  | 600  | 1000 | 2000  | 4000  |
| 1,0                                          | -                                 | -  | 100 | 200  | 400  | 1200 | 2000 | 3500  | 7000  |
| 2,0                                          | -                                 | -  | 200 | 500  | 800  | 2500 | 4000 | 8000  | 15000 |
| 5,0                                          | -                                 | -  | -   | 1000 | 2000 | 4500 | 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 определяются следующим образом:

1. В качестве расчетного берется расход паводка 5%-ной обеспеченности, дождевого или снегового происхождения.

2. Расчетная продолжительность подъема паводка при наличии наблюдений принимается 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

$$t = \frac{L}{3,6v},$$

где  $L$  - длина реки от истока до створа в км;  $v$  - наибольшая скорость течения (средняя по сечению) в м/с.

§ 188. Для измерения расхода воды рекомендуется применять следующие тонкостенные водосливы:

1. 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) трапециевидальный - перелив воды через вырез в форме трапеции.

2. Треугольные водосливы - перелив воды с боковым сжатием струи через треугольный вырез в стенке; различаются по величине угла при вершине.

3. 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.

§ 189. Прямоугольный водослив без бокового сжатия струи (рис. IX.3 и IX.4) устраивается в подводящем канале прямоугольного сечения длиной, равной по крайней мере семи-восьмикратному наибольшему напору. Стенки канала, должны быть параллельными, вертикальными и плоскими, дно - горизонтальным. Стенка водослива должна располагаться 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 рекомендуется назначать не более 1 м, соблюдая при этом соотношение  $\frac{h}{P}$  не более двух, где  $P$  - превышение гребня водослива над дном подводящего канала.



Рис.IX.4. Общий вид расходомера с прямоугольным водосливом без бокового сжатия (УГМС Украинской ССР)

Расход воды, протекающей через прямоугольный водослив без бокового сжатия (в м<sup>3</sup>/с), определяется по формуле

$$Q = mb\sqrt{2gh}^{3/2},$$

где  $m$  - коэффициент расхода;  $b$  - ширина водосливного отверстия в метрах;  $g$  - ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;  $h$  - 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 12.

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

а) выбрать по приложению 12 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 ( $m\sqrt{2gh}^{3/2}$ );

б) 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 13.

§ 190. Прямоугольный водослив с боковым сжатием струи устраивается в тех случаях, когда желательно уменьшить величину скорости подхода. Ширина подходного канала  $B$  в этом случае должна быть больше ширины водосливного отверстия  $b$  (рис.IX.5). 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  $b_{\min}$  (см. табл.IX.2).

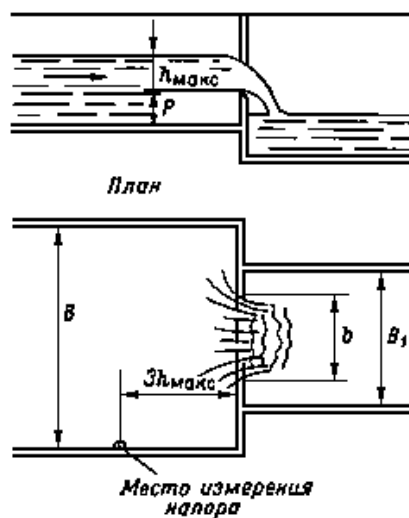


Рис.IX.5. Прямоугольный водослив с боковым сжатием струи

Таблица IX.2

|                             |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| $b/B$                       | 0,2  | 0,3  | 0,6  | 0,8  |
| $b_{\text{мин}}, \text{ м}$ | 0,10 | 0,10 | 0,30 | 0,80 |

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

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

Отношение  $p/h$  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, определяется по той же формуле, что и для водослива без сжатия, но численные значения коэффициента расхода  $m$  здесь несколько меньше. При соотношении  $b/B = 0,2 \div 0,4$  в связи с наличием выше водослива емкого бассейна, гасящего подходы скорости, величина  $m$  практически не зависит от высоты гребня водослива  $p$  над дном подходного канала.

Для этого случая в приложении 14 приводятся значения удельных расходов воды на 1 м длины гребня водослива ( $m\sqrt{2gh}^{3/2}$ ). При составлении рабочей таблицы  $Q = f(H)$  (приложение 13) для конкретного водослива необходимо умножить величину удельного расхода  $q$  на ширину водослива  $b$ .

Для больших значений коэффициентов сжатия ( $b/B = 0,6; 0,8$ ) в приложениях 15 и 16 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 § 189.

§ 191. Трапецеидальный водослив (рис.IX.6) устраивается 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) находится 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 рекомендуется принимать не меньше 0,05 м, наибольший - до 1 м.

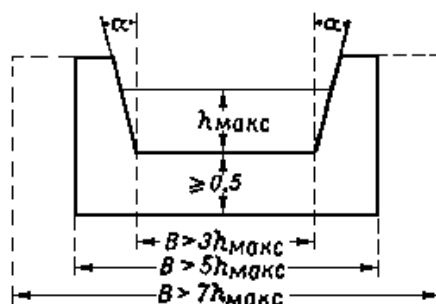


Рис.IX.6. Трапецеидальный водослив

Расход воды через трапецеидальный водослив определяется по основной формуле прямоугольного незатопленного водослива, но с иными численными значениями коэффициента  $m$ . Рабочая таблица  $Q = f(H)$  для конкретного водослива составляется так же, как и в случае прямоугольного водослива с боковым сжатием, но значения удельных расходов воды на 1 м ширины водослива берутся из приложения 17.

§ 192. Треугольный водослив (рис.IX.7) устраивается при выходе из подходного канала, ширина которого  $B$  зависит от величины наибольшего напора  $h_{\text{макс}}$  и от угла выреза водослива  $\theta^\circ$ . Зависимость ширины подходного канала перед треугольным водосливом от величины наибольшего напора и от угла выреза водослива приведена в табл.IX.3.

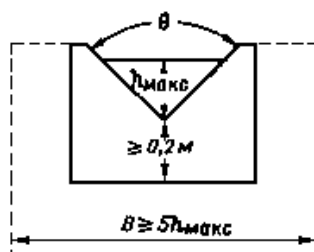


Рис.IX.7. Треугольный водослив

Таблица IX.3

| $\theta^\circ$              | 120 | 90 | 60  | 45 | 20 |
|-----------------------------|-----|----|-----|----|----|
| $\frac{B}{h_{\text{макс}}}$ | 7   | 5  | 2,5 | 2  | 1  |

Вырез водослива в стенке устраивается 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, заточиваемыми согласно рис.IX.1.

Пропускная способность треугольных водосливов зависит от величины угла  $\theta$  (см. рис.IX.7). Чем больше  $\theta$ , тем соответственно больше расход воды через водослив при одном и том же напоре.

На практике применяются водосливы с углами выреза 120, 90, 60, 45 и 20°. 20-градусные водосливы имеют небольшую пропускную способность и применяются 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 рекомендуется назначать для водосливов с углами выреза 120, 90, 60 и 45°

не более 1 м, с углом 20° - до 0,5 м.

Величина расхода воды, протекающей через треугольный водослив, выражается (в м<sup>3</sup>/с) в зависимости от напора  $h$  и угла  $\theta$  следующей формулой:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} h^{5/2},$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода, равный 0,58-0,59.

Таблицы расходов воды через треугольные водосливы приводятся в приложениях 18-22. Поскольку ширина подходного канала водослива полностью определяется углом при вершине  $\theta$  и высотой напора  $h$ , эти таблицы можно непосредственно использовать как рабочие.

§ 193. Параболический водослив устраивается так же, как и треугольный. Вырез водослива очерчен по контуру параболы второй степени (рис.IX.8), выражаемой уравнением  $x^2 = 2py$  (размеры в сантиметрах). Параметр  $p$  обычно равен 4 см. Координаты точек водосливного выреза, необходимые для его практического изготовления, приводятся в табл.IX.4 (в соответствии с обозначениями рис.IX.8).

Таблица IX.4

| $x$  | $y$ |
|------|-----|
| 8,9  | 1   |
| 12,7 | 2   |
| 15,5 | 3   |
| 17,9 | 4   |
| 20,0 | 5   |
| 21,9 | 6   |
| 23,7 | 7   |
| 25,3 | 8   |
| 26,8 | 9   |
| 28,3 | 10  |
| 31,0 | 12  |
| 33,5 | 14  |
| 35,8 | 16  |
| 37,9 | 18  |
| 40,0 | 20  |
| 44,7 | 25  |
| 49,0 | 30  |
| 42,9 | 35  |
| 56,6 | 40  |
| 60,0 | 45  |
| 63,2 | 50  |
| 96,3 | 60  |
| 74,8 | 70  |
| 80,0 | 80  |
| 84,8 | 90  |
| 89,4 | 100 |
| 98,0 | 120 |
| 106  | 140 |
| 113  | 160 |
| 120  | 180 |

|     |     |
|-----|-----|
| 126 | 200 |
| 133 | 220 |
| 139 | 240 |
| 145 | 260 |
| 150 | 280 |
| 155 | 300 |
| 167 | 350 |
| 179 | 400 |
| 190 | 450 |
| 200 | 500 |

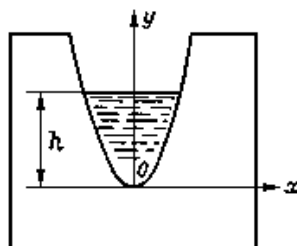


Рис.IX.8. Параболический водослив

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

Расход воды (в м<sup>3</sup>/с), протекающей через параболический водослив, определяется по формуле

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

Таблица расходов воды в зависимости от напора для параболического водослива, для которого  $p = 4$  см, приведена в приложении 23.

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

§ 194. Радиальный водослив устраивается так же, как и треугольный. Основная часть выреза водослива очерчена двумя круговыми дугами (рис.IX.9), 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.

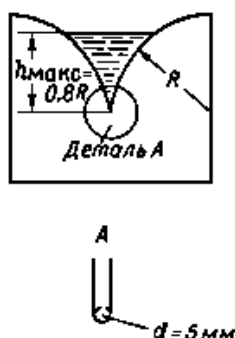


Рис.IX.9. Радиальный водослив

Пропускная способность радиальных водосливов определяется 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 рекомендуется 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 приложениях 24-27.

Радиальные водосливы дают возможность весьма точно измерять очень малые расходы воды, в связи с чем 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 учитывается другими измерительными устройствами.

§ 195. 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 (телепередача).

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 рекомендуется к устройству на небольших каналах для учета водозабора, но может применяться 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 (рис.IX.10). Водосливной вырез имеет форму трапеции, нижнее основание которой (порог водослива) больше верхнего.

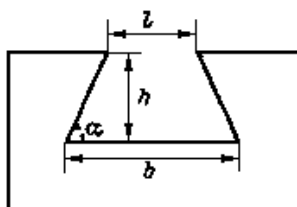


Рис.IX.10. Пропорциональный водослив САНИИРИ

Соотношение размеров частей отверстия пропорционального водослива следующее:

$$h = l = \frac{1}{2}b.$$

Расход воды через водослив определяется по эмпирической формуле, имеющей вид



$$Q = ah - C,$$

где  $a$  и  $C$  - параметры, зависящие от длины порога водослива, а  $h$  - напор над его гребнем, измеряемый в сантиметрах. Величина расхода получается в л/с.

Приведенная формула расхода пропорционального водослива справедлива лишь в диапазоне напоров от 0,1 до 0,4 м. В табл.IX.5 приводятся значения параметров  $a$  и  $C$  для различных значений ширины порога ( $b$  - в метрах).

Таблица IX.5

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

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  $b = 1,25$  м водосливом можно измерять расходы лишь начиная с 90 л/с, а для учета меньших расходов требуется применение какого-либо иного устройства или способа.

§ 196. Пропорциональный водослив, имеющий форму выреза, образованную 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 (рис.IX.11). За последние годы он находит применение и в отечественной гидрометрической практике.

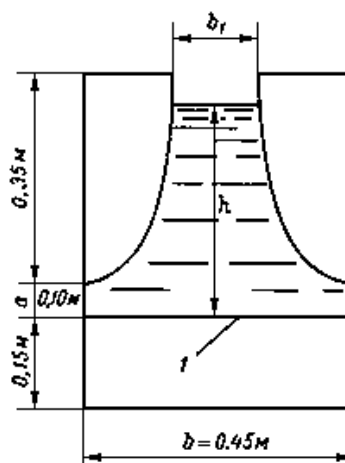


Рис.IX.11. Пропорциональный водослив типа Сутро  
1 - порог водослива; 2 - деталь обработки фаски щита

Водослив указанного типа может выполняться в двух вариантах: с порогом и без него (рис.IX.11). 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 определяется по следующей формуле:

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

из которой следует, что измерение расходов можно вести, начиная с момента, когда напор на водосливе  $h$  превышает значение, равное  $\frac{a}{3}$ . Высоту прямоугольной части  $a$  для стандартных водосливов рекомендуется назначать от 3 до 12 см. В формуле расхода значения  $h$  и  $a$  берутся в сантиметрах, а расход получают в л/с. Величина постоянной  $K$  находится из следующего выражения:

$$K = Cb\sqrt{2ga},$$

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  $b$  она может считаться постоянной);  $a$  - высота прямоугольной части водослива в сантиметрах;  $b$  - длина гребня; для стандартных водосливов может назначаться в пределах 10-60 см.

В табл. IX.6 даны значения постоянной  $K$  для различных сочетаний значений  $a$  и  $b$ .

Таблица IX.6

| $a$ 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

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

В табл. IX.7 приводятся координаты этих кривых для водослива с длиной гребня  $b = 10$  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.

Таблица IX.7

| $y$ см | $x$ см     |            |            |             |
|--------|------------|------------|------------|-------------|
|        | $a = 3$ см | $a = 6$ см | $a = 9$ см | $a = 12$ см |
| 0,5    | 3,76       | 4,11       | 4,27       | 4,36        |
| 1,0    | 3,34       | 3,76       | 3,98       | 4,11        |
| 2,0    | 2,82       | 3,34       | 3,60       | 3,78        |
| 3,0    | 2,48       | 3,04       | 3,34       | 3,52        |
| 4,0    | 2,26       | 2,78       | 3,12       | 3,33        |
| 5,0    | 2,10       | 2,64       | 2,96       | 3,18        |
| 6,0    | 1,96       | 2,48       | 2,82       | 3,00        |
| 7,0    | 1,84       | 2,39       | 2,69       | 2,93        |
| 8,0    | 1,75       | 2,26       | 2,59       | 2,82        |
| 9,0    | 1,66       | 2,16       | 2,48       | 2,72        |
| 10,0   | 1,59       | 2,10       | 2,42       | 2,64        |
| 15,0   | 1,34       | 1,78       | 2,10       | 2,36        |
| 20,0   | 1,18       | 1,59       | 1,88       | 2,10        |

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 25,0 | 1,05 | 1,45 | 1,72 | 1,92 |
| 30,0 | 0,98 | 1,34 | 1,59 | 1,77 |
| 35,0 | 0,91 | 1,24 | 1,50 | 1,69 |
| 40,0 | 0,86 | 1,18 | 1,40 | 1,59 |
| 45,0 | 0,80 | 1,12 | 1,34 | 1,51 |
| 50,0 | 0,76 | 1,05 | 1,28 | 1,45 |

Пределы измеряемых величин расходов для водосливов Сутро даны в табл.IX.8.

Таблица IX.8

| $a$ | $b$ | $h_{\text{мин}}$ | $h_{\text{макс}}$ | $Q_{\text{мин}}$ | $Q_{\text{макс}}$ |
|-----|-----|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| см  |     |                  |                   | л/с              |                   |
| 3   | 10  | 2                | 50                | 0,5              | 23                |
| 12  | 60  | 4,5              | 50                | 3,0              | 260               |

Таким образом, по своей пропускной способности водослив этого типа при минимальных размерах близок к треугольному водосливу с углом при вершине  $20^\circ$ , а при наибольших размерах - водосливу с углом при вершине  $45^\circ$ .

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).

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

§ 197. 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 устанавливается ежегодно на весь меженный период (полустационарная установка) или же применяется 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 вставляется собственно водосливная рамка так, чтобы ее нижняя 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 промазываются глиной во избежание фильтрации в обход водослива или под ним.

Переносные водосливы применяются на небольших потоках там, где все русло сразу перекрывается водосливной рамкой. Наблюдатель, принося рамку с собой, просто вдавливая 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 измеряется в створе водосливного отверстия, расход воды должен определяться не по формулам, а по данным тарировки.

Переносные водосливные рамки показаны на рис.IX.12. Водосливная рамка представляет собой деревянный щит, собранный из шпунтовых досок на шпонках и имеющий трапецеидальный или треугольный вырез. Доски, составляющие щит, могут быть неодинаковой ширины. Крайя 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 трапециевидальных водосливов) или с отметкой угла выреза (для треугольных водосливов).

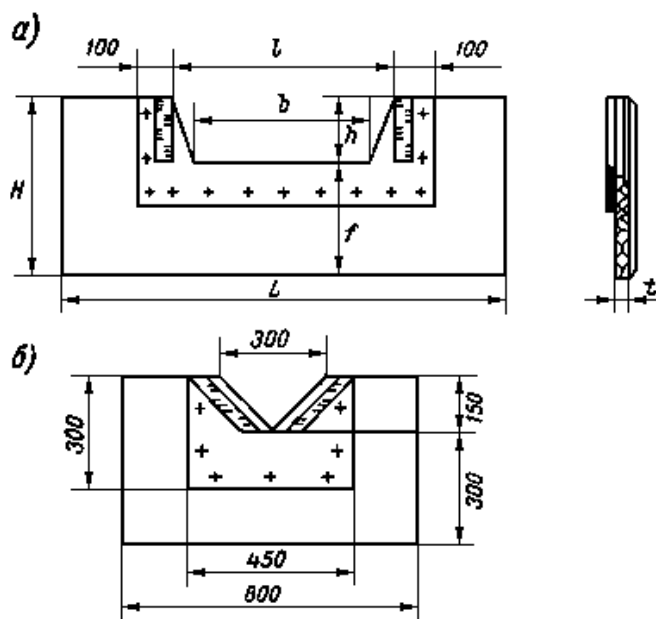


Рис.IX.12. Переносные водосливы

а - трапециевидальный; б - треугольный

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 подбираются в зависимости от величины наименьшего и наибольшего расходов воды, которые предполагается измерить. Размеры водосливной рамки для водосливов трапециевидального профиля могут выбираться в зависимости от длины порога  $b$  по табл.IX.9, в которой обозначения элементов даны в соответствии с рис.IX.12 а.

Таблица IX.9

Размеры элементов рамки трапециевидального водослива

| Условные обозначения | Длина порога $b$ мм |      |      |      |      |
|----------------------|---------------------|------|------|------|------|
|                      | 250                 | 500  | 750  | 1000 | 1250 |
| $L$                  | 850                 | 1200 | 1550 | 1900 | 2250 |
| $l$                  | 321                 | 587  | 898  | 1181 | 1481 |
| $h$                  | 150                 | 180  | 300  | 360  | 450  |
| $f$                  | 300                 | 300  | 350  | 450  | 500  |

|                    |       |       |       |     |     |
|--------------------|-------|-------|-------|-----|-----|
| <i>H</i>           | 450   | 480   | 650   | 810 | 950 |
| <i>t</i> (дерев.)  | 25-30 | 30-40 | 40-50 | 50  | 60  |
| <i>t</i> (металл.) | 1,5   | 2     | 2     | 3   | 3   |

## Глава X

### ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ГИДРОМЕТРИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ

§ 198. Техническим паспортом гидрометрического сооружения называется документ, содержащий:

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

Технический паспорт должен составляться на каждое постоянное (со сроком эксплуатации более трех лет) гидрометрическое сооружение, расположенное на малой реке или водотоке периодического действия.

§ 199. Технический паспорт на гидрометрическое сооружение составляется по завершении строительно-монтажных работ комиссией в составе: представителя местного УГМС, начальника гидрометстанции (ГМО, ГМБ) и наблюдателя поста. Паспорт составляется в трех экземплярах, из которых один хранится на гидрометстанции (ГМБ, ГМО), один в местном управлении Гидрометслужбы 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 выполняются дополнительные изыскания и обмерные работы на сооружении.

§ 200. Технический паспорт состоит из 10 листов (I, II, III, IV, V, Va, Vб, Vв, VI, VII, VIII, IX, X) - приложение 28.

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.

§ 201. 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 составляется на основе топографической съемки.

Для гидрологических расходомеров, кроме того, прикладывается 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 длина участка съемки назначается большей, чем при больших уклонах. Ниже сооружения по течению съемка должна быть доведена до ближайшего переката или порога. Этот план составляется на основании топографической съемки, производящейся для обоснования проекта расходомера.

Съемка плана выполняется в соответствии с указаниями приложения I.

План участка дополняется продольным профилем по водотоку в пределах размещения уклонных постов (для гидрометрических переходов, переправ и СУВ) и в пределах съёмки 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 профиле наносятся линии дна по стрежню водотока (по тальвегу лога, балки) и свободной поверхности воды при меженном, занивелированном, и максимальном, установленном по следам меток высоких вод, уровнях.

§ 202. В технический паспорт включаются исполнительные чертежи гидрометрических сооружений.

Рекомендуемые 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 прикладываются:

- расчетная таблица расходов воды в зависимости от напоров (высоты уровня) воды в сооружении; при комбинированном расходомере сооружении таблицы расходов приводятся для каждого измерительного устройства\*;

---

\* Текст документа соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

- кривая зависимости объема верхнего бьефа от высоты уровня воды и таблица к ней, составляемые по данным детальным промерам объема верхнего бьефа.

§ 203. В таблицу реперов на листе VI включаются береговые реперы (основной, контрольный) и стенные марки, заложенные в самом сооружении. В графе "повторные нивелировки" приводятся сведения о контрольных нивелирных ходах от исходного репера с абсолютной отметкой, а также записываются данные контрольных нивелировок стенных марок для проверки устойчивости сооружения. В случае установки новых реперов в последующий период эксплуатации сведения о них заносятся в таблицу и ведомость "Текущие эксплуатационные сведения".

§ 204. На листе VII в ведомости "Текущие эксплуатационные сведения" рекомендуется 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 отмечаются все виды ремонтных работ на сооружении (дается их краткое описание, физические объемы работ и стоимость) и даты их выполнения. Здесь отмечаются даты испытаний сооружений пробными нагрузками, на фильтрацию и даты тарировок со ссылками на соответствующие акты, фиксирующие выполнение этих работ. В ней рекомендуется также излагать соображения по улучшению работы сооружения и его реконструкции, основанные на опыте его эксплуатации.

В ведомость "Контрольные нивелировки" заносятся результаты проверки высотной стабильности основных конструктивных элементов сооружения.

Контрольные нивелировки всех видов гидрометрических сооружений рекомендуется 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.

§ 205. При заполнении листа VIII необходимо руководствоваться следующими указаниями:

а) акт составляется ежегодно обязательно с участием наблюдателя поста;

б) величина пролета сооружения каждый раз при составлении акта определяется непосредственно промером или геодезическим путем с постоянного базиса с помощью прямых засечек;

в) в акте обязательно указать точность, с которой был взвешен контрольный груз, а также способ его перемещения по пролетному строению;

г) недопустимыми деформациями считаются: 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;

д) все прогибы элементов гидрометрических переходов и переправ должны определяться инструментально (с помощью нивелира, теодолита, отвеса, ватерпаса, уровня). Визуальное определение прогибов не допускается.

§ 206. При заполнении листа IX (составление акта на выполнение опытных работ по определению фильтрационных потерь гидрометрического сооружения) и выполнении опытных работ необходимо руководствоваться следующими указаниями:

а) 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;

б) 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 заcolmатировать или засолонцевать для придания ему водонепроницаемости;

в) 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);

г) опытные работы по определению фильтрационных потерь расходомера должны выполняться в трехкратной повторности;

д) 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.

§ 207. При заполнении листа X (составлении акта на производство тарировки расходомера) необходимо тщательно изучить гл. XI настоящего Наставления, 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% величины измеряемых расходов в любой точке кривой  $Q = f(H)$ .

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

## **Глава XI**

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ И ТАРИРОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСХОДОМЕРОВ**

§ 208. Под тарированием гидрологического расходомера понимается 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:

1) тонкостенные водосливы и гидрометрические лотки в зоне малых напоров (менее 5-6 см);

2) лотки и водосливы, имеющие неправильности в установке 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 обуславливается 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 составляется расчетная таблица  $Q = f(H)$ , которой затем можно пользоваться 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.

§ 209. В контрольных руслах ведется 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 принимается постоянным.

Тарирование контрольного русла может производиться 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.

§ 210. Измерения расходов в контрольных руслах ведутся в соответствии с общими рекомендациями Наставления вып.6, ч.1. Ниже приведены некоторые особенности, обусловленные спецификой малых рек и наличием закрепленного русла.

1. Перед выполнением измерений расхода производится точное определение поперечного профиля контрольного русла в гидростворе посредством нивелирования.

2. Работа вертушки производится только со штанги.

3. Число скоростных вертикалей должно быть не менее пяти, а число точек измерения не менее двух на каждой вертикали (измерение скорости в одной точке  $0,6 \frac{1}{2}$  допускается только для береговых вертикалей при глубине на них менее 0,25 м).

4. 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. Поэтому продолжительность измерения расхода должна быть возможно меньшей. При интенсивных изменениях уровня воды (свыше 10 см в час) рекомендуется 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 ведутся основным способом (в двух точках на вертикали:  $0,2\frac{1}{2}$  и  $0,8\frac{1}{2}$ ).

5. 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%, то измерение повторяется в третий раз.

6. Типы вертушек, применяемых для измерения расходов воды в контрольных руслах, зависят от глубины потока. При малых глубинах рекомендуется использовать малогабаритную вертушку ГР-55 и микровертушку ГР-96.

7. Обработка материалов детальных измерений производится аналитическим или графическим способом. В случае измерения скоростей в одной или двух точках на вертикали расходы обрабатываются аналитическим способом.

Если измерения производились при интенсивно меняющемся уровне воды, то обработка ведется особым способом, при котором данные по каждой вертикали обрабатываются отдельно:

- 1) вычисляются элементарные расходы  $q$  для каждого измерения на вертикали;
- 2) строится кривая зависимости элементарного расхода от высоты уровня воды  $q = f(H)$ ;
- 3) для выбранных значений уровня воды (обычно через 5-10 см) с кривых  $q = f(H)$  снимаются значения элементарных расходов по всем вертикалям;
- 4) для каждого из выбранных значений уровня воды строится эпюра элементарных расходов по ширине;
- 5) планиметрируя эпюры элементарных расходов, получают величины расходов воды.

Образец такой обработки показан на рис.XI.1. Далее строится и экстраполируется до предельных значений высоты уровня кривая расходов воды (согласно указаниям "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.III § 79-83) и составляется рабочая расчетная таблица  $Q = f(H)$ .

Примечание. В отличие от рекомендации Наставления, значения расхода воды выписываются в таблицу не через 1 см высоты уровня, а через 0,5 см.

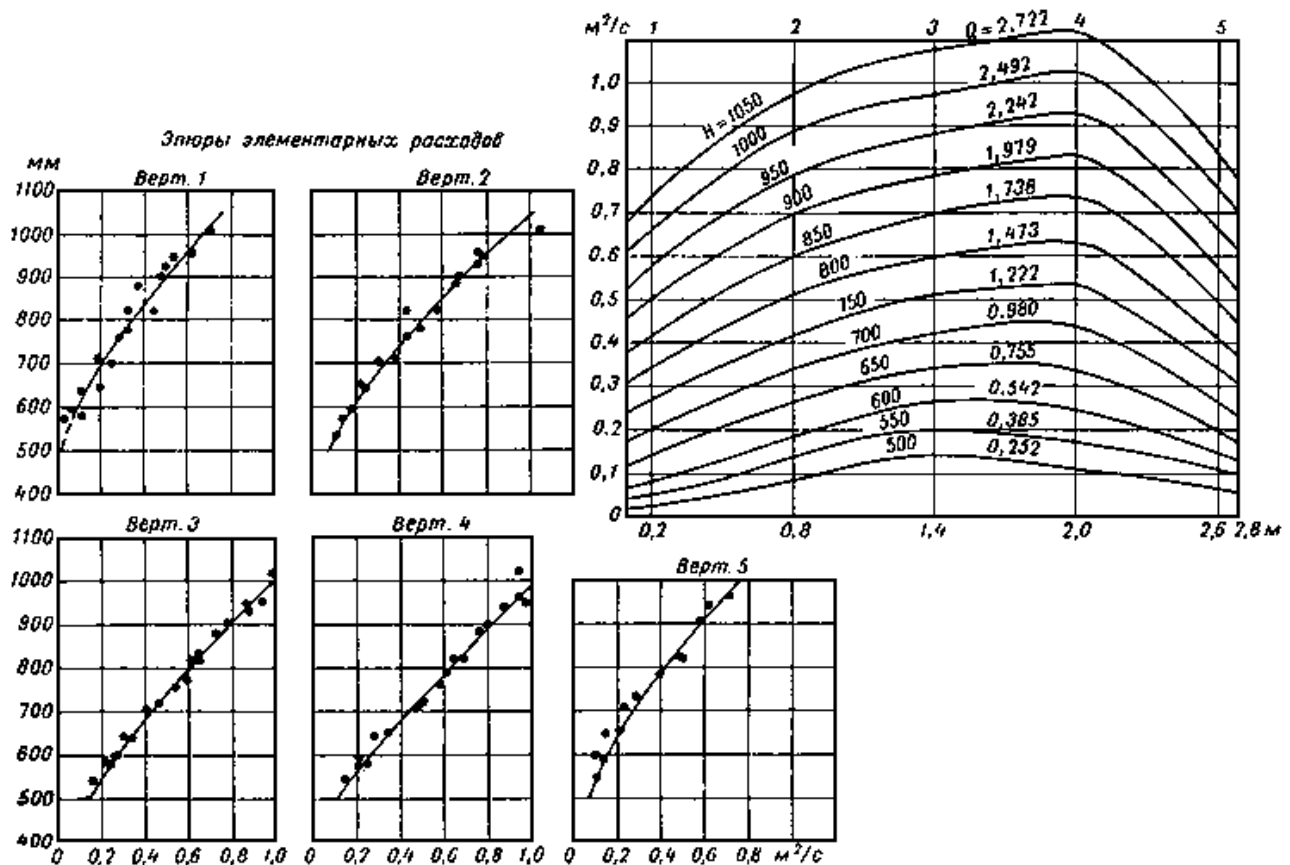


Рис.XI.1. Пример обработки расхода воды при быстро изменяющемся уровне воды

§ 211. Гидрометрические лотки и водосливы в зоне малых напоров (до 5-6 см) должны тарироваться 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.

§ 212. Тарирование гидрометрических лотков при напорах до 5 см может быть произведено двояким образом:

- 1) 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;
- 2) 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 подставляется под струю воды, стекающую с желоба, либо при небольшом перепаде устанавливается в специально отрываемом котловане. Время выдержки сосуда под струей и число измерений при одном и том же расходе определяется 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 устанавливается металлическая водосливная рамка с треугольным вырезом: 90° для больших лотков и 45° для малых (рис.XI.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 установившегося характера, при котором сток через водослив равен естественному расходу потока, работник станции (техник) измеряет напор воды на водосливе по специально устанавливаемой временной рейке с миллиметровыми делениями, нуль которой совмещается с отметкой вершины угла

выреза водослива. Затем водосливная рамка снимается. Величина расхода воды, определенная по таблицам приложения 20 или 22, относится к уровню воды, измеренному на основном водомерном посту в приемном растрube перед установкой водосливной рамки.

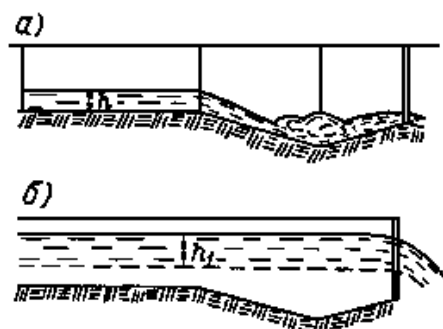


Рис.XI.2. Схема установки временной водосливной рамки для тарирования гидрометрического лотка

Контрольные измерения по этому способу, требующие значительного времени (0,5-1,0 час), можно 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 (рис.XI.3 и XI.4).

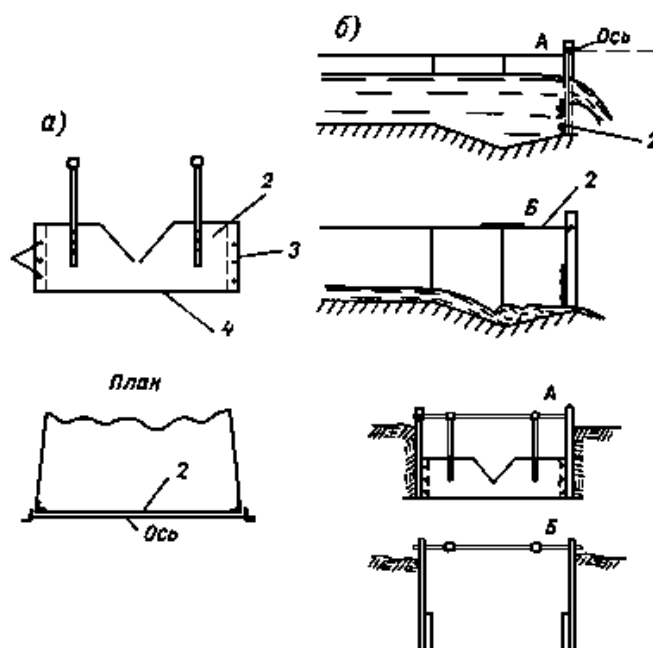


Рис.XI.3. Способы установки временной водосливной рамки для тарирования гидрометрического лотка

а - вертикальная рамка; б - рамка, откидывающаяся на шарнире. 1 - болты; 2 - водосливная рамка; 3 - стенка лотка; 4 - дно лотка

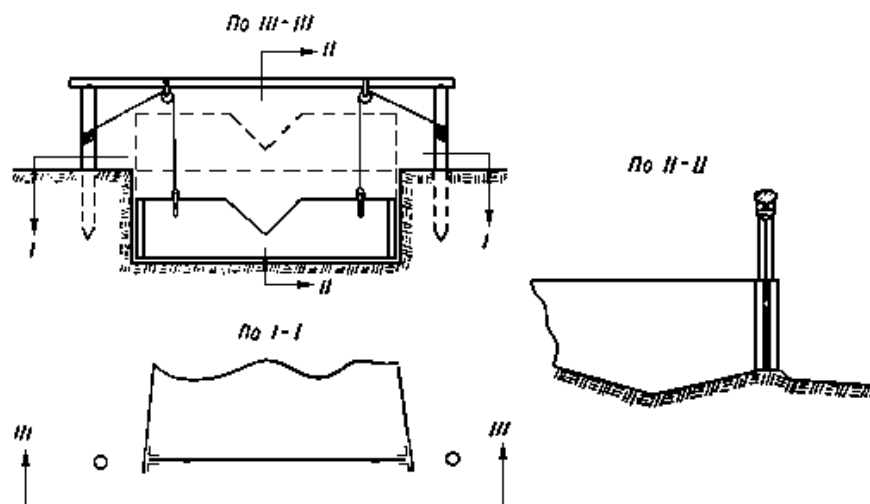


Рис.XI.4. Схема установки в гидрометрическом лотке тяжелой водосливной рамы, поднимаемой с помощью блоков

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 положении, а на время контрольного измерения он переводится в вертикальное. По нижней кромке щит крепится к лотку двумя-тремя болтами.

Щит может быть также сделан подъемным (рис.XI.4). При производстве контрольного измерения щит опускается, входя в специально устраиваемые пазы.

Во всех случаях швы между водосливным щитом и стенками лотка уплотняются 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.

§ 213. Тарирование тонкостенных водосливов производится объемным методом при помощи мерного сосуда, подставляемого под переливающуюся струю. Поскольку тарирование обычно производится в условиях прилипшей струи, стекающей по поверхности щита водослива, для удобства измерений к щиту прикрепляется на болтах либо просто прижимается руками водосборный козырек (желоб), снабженный резиновыми или суконными прокладками (рис.XI.5). Желательно заранее предусмотреть устройство такого козырька, если предусматривается тарирование водослива при малых напорах.

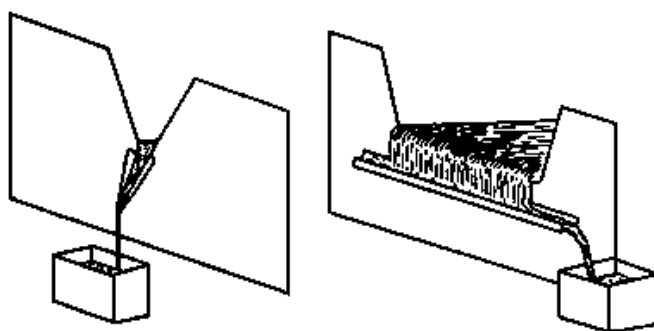


Рис.XI.5. Приспособление для тарирования водосливов объемным методом

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

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

## Глава XII

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ)

#### Общие задачи технической эксплуатации

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

§ 215. С целью обеспечения правильной технической эксплуатации гидрометрических сооружений обслуживающий персонал обязан:

- 1) участвовать в приемке сооружений в постоянную эксплуатацию;
- 2) использовать сооружения по их прямому назначению;
- 3) осуществлять правильный технический уход за сооружениями и их элементами;

4) 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;

5) своевременно подготавливать сооружения к пропуску высоких паводков и половодий;

6) производить консервацию сооружений на зимний период, если они не используются зимой для гидрометрических работ, и реконсервацию их весной;

7) подготавливать сооружения к зимней эксплуатации при наличии надобности в ней;

8) устранять в сооружениях все дефекты, возникающие в процессе эксплуатации;

9) заполнять технический паспорт сооружений;

10) производить текущий (планово-предупредительный) ремонт сооружений.

§ 216. 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.

§ 217. 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 управления Гидрометслужбы. 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.

§ 218. 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, вьюшки, 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 запасовки 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.

§ 219. Уход за гидрометрическими сооружениями должен производиться в строгом соответствии с техническими инструкциями по эксплуатации, наличие которых обязательно на каждом из них независимо от числа сооружений на водомерном посту. Инструкция составляется во время приемки-сдачи сооружения в постоянную эксплуатацию на основании проектной документации, приводимых ниже рекомендаций и опыта эксплуатации подобных сооружений в данном УГМС и оставляется под расписку обслуживающему персоналу станции (поста) вместе с техническим паспортом на сооружение. Ее составляют инженер отдела сети совместно с начальником ремонтно-монтажной партии (РМП) УГМС. Техническая инструкция должна быть краткой, исчерпывающей и предельно ясной по изложению. В ней наряду с правилами технического ухода за сооружением должны быть изложены требования, предъявляемые к содержанию гидрометрического объекта в целом и его элементов.

§ 220. Все гидрометрические сооружения один раз в году подлежат проверке на готовность к действию и соответствие своему назначению. Такая проверка производится гидрометнаблюдателем совместно с техником куста водпостов и обязательно перед паводком.

§ 221. Гидрометрические мосты (переходы), люлечные и лодочные переправы раз в год обязательно подвергаются 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 подвергаются контрольному тарированию в следующих случаях:

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

Подготовка гидрометрических сооружений к пропуску половодий и паводков

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

§ 223. Организационные мероприятия включают в себя:

1) 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;

2) 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;

3) выявление в лесосплавных организациях условий пропуска сплавляемой древесины в зоне

гидрометрического сооружения;

4) 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.

§ 224. Мероприятия, проводимые на гидрометрических мостах и переправах (люлочных и лодочных), при возникновении для них угрозы повреждения высокими водами состоят в основном в следующем:

1. Пролетное строение гидрометрического моста любого типа дополнительно крепится стальными канатами диаметром 12-14 мм к сваям, забиваемым на обоих берегах, чтобы предохранить его от сноса высокими водами; прогоны следует закреплять в середине пролета и у опор.

2. Пролетное строение деревянных мостов, кроме дополнительного закрепления канатами, загружается бетонными блоками, мешками с песком и другими видами грузов для ликвидации плавучести.

3. 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.

4. Фундаменты опор висячих мостов и люлочных переправ при опасности подмыва дополнительно укрепляют шпунтовыми ограждениями или сваями.

5. 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).

6. 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, подлежат немедленному устранению; если это невозможно, эксплуатация переправы запрещается.

7. У лодочных переправ приводят в состояние готовности к работе ездовые каретки, поводковые канаты, захватные клещи или гаки для быстрого отключения лодки с поводкового или ездового канатов; проверяют водонепроницаемость лодок, их грузоподъемность, высоту сухого борта с полным грузом, исправность весел, руля, спасательных средств, состояние опор, ездового каната, натяжных устройств, якорей. Все дефекты, обнаруженные на переправе, немедленно устраняют.

§ 225. Мероприятия по подготовке установок СУВ к высоким паводкам и половодьям состоят в следующем:

1. Поплавковые и отстойные колодцы, соединительные устройства (трубы, галереи, каналы) тщательно очищают от наносов и мусора.

При ручной очистке перекрывается соединительное устройство и из колодца откачивается вода, а затем вручную из приемка колодца удаляются наносы.

При гидравлической очистке, после перекрытия соединительного устройства, поплавок (или отстойный) колодец с помощью насоса заполняют водой, затем взмучивают осевшие в приемке наносы и образовавшуюся смесь удаляют из колодца путем быстрого открытия соединительного устройства. Эта операция повторяется несколько раз. Для удаления наносов удобно использовать гидроэлеватор (струйный насос)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> См. подробнее "Временные методические указания по эксплуатации гидрометрических сооружений", Л. Изд.ВНИГЛ ГГИ, 1971.

Примечание. Следует иметь в виду, что на спаде паводка и половодья заиливание поплавковых колодцев и соединительных устройств происходит наиболее интенсивно. В этот период за ними рекомендуется особо тщательно осуществлять надзор.

2. Для предохранения соединительной галереи (трубы) от попадания наносов непосредственно за ней (на расстоянии до 1,0-1,5 м) ниже по течению устраивают шпору из шпунтового ряда или железобетонной стандартной плиты нужного размера. При наличии в составе установки СУВ такой шпору необходимо проверить ее состояние, надежность заделки в берег, в дно реки и, если нужно, произвести ее усиление.

3. Устройства для промыва соединительных галерей и удаления наносов из колодцев (гидроэлеватор, мотопомпа, стальные канаты и гибкие стержни со щетками-ершами и др.) должны быть приведены в состояние готовности.

4. Если вблизи установки СУВ берегового типа возможен подмыв берега высокими водами, рекомендуется иметь в запасе несколько мешков с песком, фашин или бетонных плит на случай необходимости локализации размыва.

§ 226. Мероприятия при подготовке гидрологических расходомеров к пропуску высоких половодий и паводков состоят в следующем:

1. Подводящий и отводящий каналы и измерительные части расходомера (водослив или лоток, СУВ, соединительное устройство) тщательно очищают от мусора, наносов, снега, льда и посторонних предметов. В отводящем канале (русле) на протяжении до 20-100 м от сооружения в зависимости от уклона должны быть обязательно проведены расчистки: устранены все перекаты, побочни, завалы и другие препятствия, могущие вызвать подпор расходомера со стороны нижнего бьефа. Чем больше уклон отводящего канала, тем меньше длина участка, на котором производятся расчистки.

2. Наблюдатель поста обязан обследовать русло реки выше расходомера по течению на протяжении 0,5-1 км для выявления и ликвидации засорений и очагов возмущения потока (карчей, обвалов берега, каменных отсыпок, запруд, валунов и т.п.).

3. Если водоток в период половодья и паводков несет много мусора, валежника, травы, коры и т.п., то необходимо для предохранения расходомера от засорения выше него по течению, в 10-20 м, устанавливать в специальной опорной конструкции грубую (с большими зазорами между прутьями) сороудерживающую решетку. Она может быть металлической или деревянной.

Решетку периодически очищают от скапливающегося на ней мусора, с тем чтобы последний не вызвал образования значительного подпора выше нее по течению. Подпор воды может исказить естественный ход половодья (паводка) в водотоке.

4. Категорически не допускается перелив воды через земляные дамбы, сопрягающие расходомер с берегами. При возникновении угрозы перелива гребень их необходимо нарастить до нужной отметки подсыпкой грунта или мешками с песком.

Следует помнить, что перелив воды через земляные сопрягающие дамбы - основная причина их разрушения. Последнее влечет за собой, как правило, потерю расходомерами водомерных свойств, так как значительное количество воды уходит в обход их измерительной части.

5. В измерительной части расходомера (водослив или лоток) устраняют все дефекты, могущие исказить его тарировочную зависимость  $Q = f(H)$ : каверны, перекосы и другие неровности в бетонных стенках лотков, искривления водосливных щитов и стенок, выпучивание отдельных досок и шпунтин в деревянных стенках лотков, зазубрины на водосливных ножах, течи в напорной стенке водослива и в лотках.

Каверны в бетонных стенках можно быстро ликвидировать с помощью цементного раствора состава 1:3-1:4 с примесью жидкого стекла, резко сокращающего время его схватывания.

Перед заделкой поверхности трещин и каверн их тщательно очищают стальными щетками от



грязи и разрушенного бетона, а затем промывают сильной струей воды.

Дефекты в деревянных конструкциях устраняют путем замены поврежденных элементов (досок, шпунтин).

Перекосы бетонных стенок лотков устраняют срубанием выступающих частей и набетонки их в местах, где они отклонились от проектных плоскостей.

6. Особое внимание должно быть обращено на состояние креплений откосов подводящего и отводящего каналов вблизи расходомеров, на качество рисберм - креплений дна в нижнем бьефе последних, а также на места сопряжения сооружения с берегами. Обнаруженные при этом дефекты должны немедленно устраняться.

7. Приводятся в готовность установки СУВ расходомера и технические средства (гидроэлеваторы, грязевые или шламовые насосы) для удаления наносов из верхнего бьефа и колодца СУВ. Проверяется надежность защиты поплавкового колодца и соединительного устройства СУВ от попадания мусора.

8. Если возможно подтопление высокими водами измерительного павильона и гидрометрического моста расходомера, необходимо произвести их дополнительное закрепление к стенкам последнего.

#### Подготовка гидрометрических сооружений к зиме

§ 227. Для увеличения долговечности гидрометрических сооружений, не работающих зимой, по завершении работ их консервируют на зимний период.

Консервация гидрометрических сооружений в зависимости от их типа и климатических условий представляет собой комплекс технических мероприятий и различных работ, направленных на обеспечение сохранности сооружений и их оборудования.

§ 228. Основными из этих мероприятий и работ являются:

1. Демонтаж всего механического и вспомогательного оборудования гидрометрических сооружений и установленных на них приборов: лебедок, вьюшек, захватных устройств, кареток, карабинов, самописцев уровня и пр.

2. Тщательная очистка всего демонтируемого оборудования и приборов от грязи и ржавчины, его ревизия (установление степени пригодности для дальнейшей эксплуатации), смазка и размещение в сухом помещении, где может быть обеспечена его сохранность и надлежащее хранение.

Оборудование, подлежащее ремонту, направляется в мастерские УГМС или РМП.

3. Тщательная очистка от грязи и ржавчины всех металлических конструкций и недемонтируемого оборудования (уравнительные ролики, ездовые ролики люлек, их оси и подшипники, талрепы, сжимы для канатов), промывка их керосином и покрытие слоем смазки, устойчивой против атмосферных воздействий (техническим вазелином).

4. Покрытие недемонтируемого оборудования после смазки чехлами из водонепроницаемой ткани.

5. Грунтовка железным или свинцовым суриком и окраска металлоконструкций в местах нарушения антикоррозийного покрытия. Если эти места невозможно окрасить, их покрывают техническим вазелином.

§ 229. При консервации гидрометрических сооружений на зимний период, кроме того, выполняют следующие работы:

1. Все виды стальных канатов очищают от грязи и ржавчины, протирают керосином и покрывают слоем антикоррозийной смазки (см. подробнее раздел "Уход за стальными канатами").

2. У гидрометрических люлек демонтируют деревянные элементы: скамейки, столики, обшивку бортов, пол.

3. Подходы к люлькам (лестницы, спуски) демонтируют или закрывают так, чтобы исключить доступ в них.

4. 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.

5. Закрывают на замки входы на гидрометрические мосты.

6. Демонтируемые СУВ после ревизии и смазки хранят в сухом и желательно отапливаемом помещении.

7. Соединительные устройства, если имеется возможность, закрывают как со стороны реки, так и со стороны колодцев задвижками, пробками (трубчатые соединения) или щитами (галереи) и освобождают от воды.

Поплавковые и промежуточные колодцы установок СУВ тоже освобождают от воды.

8. Установки СУВ и расходомеры с малой глубиной заложения в грунт основания утепляют для предохранения их от воздействий отрицательных температур (подробнее см. раздел "Зимняя эксплуатация гидрометрических сооружений").

9. Ликвидируют все каверны и трещины в наземных частях бетонных элементов всех видов гидрометрических сооружений для предохранения их от дальнейшего разрушения (см. § 226, п.5).

#### Зимняя эксплуатация гидрометрических сооружений

§ 230. 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.

§ 231. При промерзании связных водонасыщенных грунтов, лежащих в основании гидрометрических сооружений, они увеличиваются в объеме и оказывают давление<sup>1</sup> 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.

---

<sup>1</sup> В геотехнике его называют силой морозного пучения.

Многократное воздействие сил морозного пучения на гидрологические расходомеры приводит к серьезным повреждениям и выходу их из строя.

§ 232. 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 начинает разрушаться и сооружения выходят из строя.

§ 233. 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.

§ 234. При образовании в водных потоках шуги она может попадать в соединительные галереи и трубы, в колодцы установок СУВ, скопиться 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 рекомендуется для борьбы с попаданием в них наносов (см. выше § 225, п.2).

Во избежание больших скоплений шуги перед расходомерами-водосливами рекомендуется основные ее массы направлять в их отверстия с помощью шугонаправляющих бонов<sup>1</sup>. 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.

---

<sup>1</sup> 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.

Проход шуги через расходомеры обычно не вызывает эксплуатационных затруднений.

§ 235. 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.

§ 236. Установки СУВ и гидрологические расходомеры должны на зиму тщательно утепляться.

Утепляют расходомеры путем устройства над их измерительной частью и примыкающими к ней участками подводящего и отводящего каналов шатров из теплоизолирующих материалов и обогрева различными источниками тепла (электрические лампы, бытовые электрообогревательные приборы, керосинки, керогазы, керосиновые фонари), устанавливаемыми внутри шатров.

Конструкции последних 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 или пихтовыми ветвями, соломенными или камышовыми матами. С началом снегопада утепление рекомендуется засыпать снегом, что способствует сбережению тепла внутри шатров.

§ 237. Конструкция шатра должна быть прочна и устойчива, выдерживать нагрузку от утепляющего материала, снега и ветра. Внутри него должно быть достаточно места для размещения отопительных приборов и свободного доступа гидрометнаблюдателя к измерительным частям расходомера.

В стенках или крыше утепляющего шатра обязательно устраивают один-два люка (лаза) с утепленными крышками.

§ 238. 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) и опускания в колодец источника тепла (см. § 236). 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. В них устанавливают источники тепла.

§ 239. При незначительных отрицательных температурах (до минус 10-15° С) для предохранения воды в колодцах установок СУВ от замерзания вместо обогрева 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.

§ 240. На люлечных гидрометрических переправах и висячих гидрометрических мостах на период зимней эксплуатации для уменьшения в ездовых канатах температурных напряжений рекомендуется уменьшить их натяжение с помощью талрепов (увеличивать стрелы провеса). Для люлечных переправ

стрелы провеса доводят до  $(1/60 - 1/70)L$ , а для гидрометрических мостов до  $1/20L$ .

Технический уход за металлоконструкциями, стальными канатами и механическим оборудованием

§ 241. Основная цель ухода за металлоконструкциями, стальными канатами и механическим оборудованием гидрометрических сооружений - это защита их от коррозии и механических повреждений.

§ 242. 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. Механическая очистка обычно производится вручную металлическими щетками.

§ 243. Грунтовку производят следующими видами грунтов: сурик свинцовый, сурик железный. При отсутствии грунтовки металлоконструкции рекомендуется дважды покрывать олифой.

§ 244. Несущие и ездовые стальные каналы для предохранения от коррозии должны регулярно смазываться мазью следующего состава (по весу): гудрон масляный - 68%, битум марки три - 10%, канифоль - 10%, вазелин технический - 7%, графит - 3%, озокерит (горный воск) - 2%.

Смазку канатов можно производить и вязким минеральным маслом (типа вискозин) или смесью: солидол - 90%, битум - 10%, 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.

Расход смазки на 100 пог.м каната, бывшего в употреблении, на каждый миллиметр его диаметра составляет 0,3 кг, для новых канатов - 0,45 кг. Смазка наносится разогретой до температуры 80-90 ° С.

§ 245. 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.

§ 246. В стальных канатах не допускается образование резких переломов, "жучков" и сплющивания вследствие защемления или падения на них тяжелых предметов. Категорически не допускается трение ездовых канатов об острые ребра металлических конструкций опор. Нельзя допускать соприкосновения ездовых канатов с электрическими проводами.

§ 247. В ездовых и несущих канатах, как правило, недопустимо наличие оборванных перекрещивающихся проволок. Местное перекрещивание и смещение проволок допустимо только при их диаметре меньше 0,7 мм.

Выборку стальных канатов производят, сообразуясь с табл. XII.1.

Таблица XII.1

| Конструкция каната (число проволок) | Тип свивки    | Число обрывов на длине свивки, при которой канат бракуется |
|-------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------|
| 6x19x1=114                          | Крестовая     | 12                                                         |
|                                     | Односторонняя | 6                                                          |
| 6x37x1=222                          | Крестовая     | 22                                                         |
|                                     | Односторонняя | 11                                                         |

|            |               |    |
|------------|---------------|----|
| 6x61x1=366 | Крестовая     | 36 |
|            | Односторонняя | 18 |

Например, канат, изготовленный из  $6 \times 19 = 114$  проволок с одним органическим сердечником, бракуется, если количество обрывов проволок на длине одного шага свивки превышает 12 и т.д.

§ 248. 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 применяется.

#### Испытание гидрометрических переправ и мостов контрольными нагрузками

§ 249. Испытание контрольными нагрузками гидрометрических переправ и мостов производит наблюдатель поста совместно с инженером или техником гидрологической станции.

§ 250. Порядок испытания люлечной переправы контрольной нагрузкой следующий. Ездовым канатам до загрузки люльки контрольным грузом придается проектная стрела провеса с точностью  $\pm(2-3)$  см. Величина стрелы провеса определяется инструментально и у обоих канатов должна быть обязательно одинаковой. В створе переправы натягивается стальной вспомогательный канат диаметром 5-6 мм. Один конец этого каната запасовывается 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.

§ 251. По завершении подготовительных работ люлька, загруженная балластом, отвязывается от опоры и с помощью лебедки и вспомогательного каната перемещается по ездовым канатам от опоры до опоры. При этом производится визуальное наблюдение за всеми конструктивными элементами обеих опор, а также за талрепами, анкерными тягами и поверхностью грунта над якорями ездовых канатов.

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  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  пролета переправы.

§ 252. 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 крепится к люлке, а второй выводится на берег на достаточном удалении от опоры переправы.

При раскачке люльки особое внимание уделяют осмотру ездового каната в месте его опирания в ручьях<sup>1</sup> уравнильных роликов на опорах, самих роликов, их осей, мест опирания и заделки опор в фундаменты, а также элементов, перечисленных в § 251.

<sup>1</sup> Ручьем уравнильного ролика называют желобок, устраиваемый по его периметру, в котором покоится канат.

§ 253. По окончании испытаний контрольной нагрузкой люлька выводится на берег, освобождается от балласта и тщательно обследуется. 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.

§ 254. Все обнаруженные в люлечной переправе в результате испытания контрольной нагрузкой дефекты устраняют на месте. Если в ездовых канатах обнаружены дефекты, наличие которых недопустимо по нормам их выбраковки (см. выше), то они подлежат замене. До ее осуществления эксплуатация люлечной переправы запрещается.

Проведение испытаний люлечной переправы контрольным грузом и их результаты отмечают в техническом паспорте и оформляют актом.

§ 255. 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.

§ 256. 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.

§ 257. Контрольный груз протаскивают медленно, делая получасовые остановки на  $1/2$  и  $1/4$  пролета моста. Одновременно с протаскиванием контрольного груза производят измерение прогиба моста с помощью нивелира. Салазки грузовой платформы рекомендуется хорошо смазывать тавотом или другим видом густой смазки, что облегчает ее протаскивание. Пролетное строение висячих мостов одновременно с протаскиванием контрольного груза рекомендуется подвергать раскатке. Допустимые прогибы для мостов с жестким пролетным строением -  $1/500$  пролета.

§ 258. По завершении испытаний все конструктивные элементы моста подвергаются тщательному визуальному осмотру. Замеченные дефекты устраняют на месте. Проведенные испытания и его результаты тоже фиксируются в техническом паспорте сооружения и оформляются актом.

При всех испытаниях обязательно строжайшее соблюдение правил техники безопасности.

Рекомендации по устранению потерь воды в гидрологических расходомерах

§ 259. Потерями воды в гидрологическом расходомере называют ту часть расхода воды, которая проходит через его створ, минуя измерительную часть сооружения, т.е. не учитывается при наблюдениях.

Различают два вида этих потерь:

1) в неплотности конструктивных элементов, образующих напорные части сооружений, т.е. элементов, непосредственно воспринимающих гидростатическое и гидродинамическое давление воды;

2) за счет фильтрации под сооружение и в обход его (потери на фильтрацию).

§ 260. Потери воды в неплотности конструктивных элементов являются обычно следствием низкого качества строительных работ и неправильной эксплуатации сооружения. Они легко обнаруживаются 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.

§ 261. 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.

§ 262. 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.

Интенсивная фильтрация обнаруживается в нижнем бьефе визуально в виде восходящих ключей, больших мочажин, из которых виден отток воды; слабую фильтрацию можно обнаружить только с помощью красителей.

§ 263. 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 вымывом 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, и в конце концов 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.

§ 264. Значительные фильтрационные потери у напорных расходомеров могут быть вследствие недостаточной их фильтрационной прочности<sup>1</sup> и низкого качества строительных работ. 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.

---

<sup>1</sup> 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.

§ 265. 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 флуоресцина или уранина. 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.

§ 266. Для определения величины потерь воды на фильтрацию (фильтрационного расхода) в нескольких метрах выше сооружения возводят глиняную или деревянную перемышку 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 (рис.XII.1).

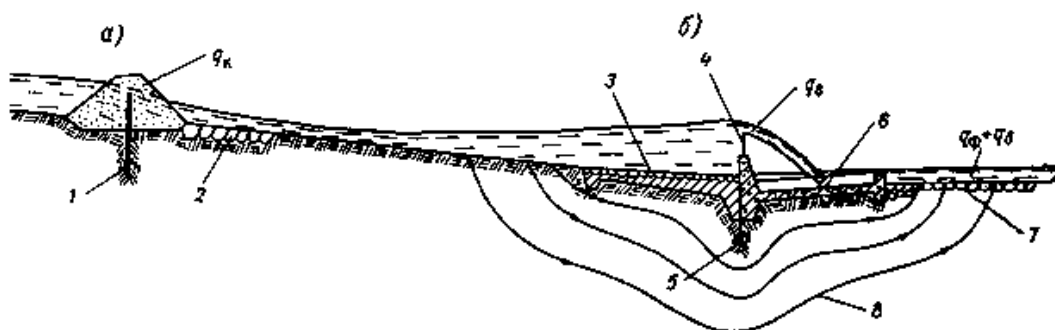


Рис.XII.1. Схема к определению фильтрационных потерь в расходомере-водосливе

а - временная перемышка, перекрывающая русло, б - расходомер-водослив; 1 - тонкостенный водослив, устанавливаемый во временной перемышке; 2 - временное крепление за водосливом; 3 - понур; 4 - напорная водосливная стенка; 5 - шпунтовый ряд; 6 - водобой; 7 - рисберма тарированного водослива; 8 - линии токов

$q_{\phi} = q_k - q_{\text{в}}$  потери на фильтрацию ( $q_k$  - расход на контрольном водосливе,  $q_{\text{в}}$  - расход на основном водосливе)

§ 267. 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 добавляется к расходу воды, измеренному на сооружении. Если он меньше 1%, то поправка не вводится.

§ 268. 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, профильтровавшейся из верхнего бьефа за определенный период времени, будет больше объема воды, испарившейся с поверхности бьефа, определенного по данным ближайшей водноиспарительной площадки, то наличие фильтрации можно считать установленным.

§ 269. Течи в деревянных напорных элементах водосливов и лотков устраняют конопаткой щелей просмоленной паклей или закрывая их так называемыми нащельниками - 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  $Q = f(H)$ .

§ 270. 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.

§ 271. 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, удлинив понур или устройв дополнительно шпунтовую линию перед расходомером. При проведении этих работ необходимо обеспечить тщательное сопряжение ранее возведенных частей расходомера со вновь возводимыми.

§ 272. Устранение боковой фильтрации (в обход сооружений) осуществляется 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  $2,0H_{\text{макс}}$ <sup>1</sup>. Уменьшение боковой фильтрации может быть достигнуто продолжением понура расходомера на откосы примыкающего к нему участка водоподводящего канала до уровня УВВ.

---

<sup>1</sup> 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.

§ 273. Уменьшение в расходомерах фильтрационных потерь достигается с помощью покрытия периметра подводящего канала вблизи расходомера полиэтиленовой пленкой толщиной не меньше 0,2 мм, пригружаемой сверху защитным слоем песка или гравийно-песчаной смеси толщиной не менее 20 см, или 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 противофильтрационного 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 м<sup>3</sup> глины на 1 м<sup>2</sup> кольматируемой поверхности. Мутность глиняного раствора (весовое количество глины в единице объема воды) для кольматажа крупнозернистых песков должна составлять 5 кг/м<sup>3</sup>, а для мелкозернистых 2 кг/м<sup>3</sup>. 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 0,5-0,7 м/с.

§ 274. Для борьбы с фильтрационными потерями в расходомерах примыкающие к ним участки подводящих каналов подвергают солонцеванию. Оно осуществляется при помощи покрытия дна и откосов канала 20%-ным раствором поваренной соли (из расчета 2-5 кг соли на 1 м<sup>2</sup> 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.

§ 275. Утечки воды из колодцев самописцев уровня устраняют путем устройства внутренней гидроизоляции колодцев с помощью покрытий стенок колодцев битумными обмазками или цементной штукатуркой с добавками пуцоланов. 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.

Топографо-геодезические работы при эксплуатации гидрометрических сооружений

§ 276. Топографические и геодезические работы в процессе эксплуатации гидрометрических сооружений выполняются для инструментального контроля:

1) планового и высотного положения сооружений относительно неподвижных базиса и надежно закрепляющих его реперов;

2) деформаций главных элементов сооружений (прогонов, опор, фундаментов, водосливных стенок и т.п.) и их изменений во времени;

3) заиливания гидрологических расходомеров, установок СУВ и их элементов и его хода во времени;

4) хода русловых деформаций на реках с неустойчивыми руслами в случаях, когда они представляют опасность для гидрометрических сооружений.

§ 277. 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. 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.

§ 278. 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.

§ 279. Особенно отрицательно влияют на работу гидрометрических сооружений деформации грунтов в их основании. Поэтому сооружения, расположенные на пучинистых<sup>1</sup> и просадочных<sup>2</sup> грунтах, нуждаются в систематическом наблюдении за изменением их положения как в плане, так и по высоте. 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.

---

<sup>1</sup>Пучинистые грунты - грунты, которые при промерзании увеличиваются в объеме и выпучиваются на поверхности.

<sup>2</sup>Просадочные грунты - грунты с пористостью свыше 30%, легко дающие усадку под нагрузкой, а также грунты, дающие осадку при растворении и вымыве находящихся в них солей.

§ 280. 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

предвычисления 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.

§ 281. Контрольные нивелировки выполняют по правилам технического нивелирования. У гидрометрических мостиков нивелируются 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  $1/4$  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); 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 рекомендуется 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. На установках СУВ контрольные нивелировки рекомендуется проводить в соответствии с указаниями § 204.

§ 282. Одновременно с контрольными нивелировками элементов сооружений производят нивелировки постов (уровенных, уклонных), крючковых реек и прочих устройств, входящих в их состав.

§ 283. 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.

§ 284. Определение положения элементов сооружения в плане относительно опорного базиса производят теодолитом, обычно прямыми засечками, одновременно с контрольными нивелировками.

§ 285. Величину стрел провеса ездовых канатов люлечных переправ и висячих мостков определяют по схеме, приведенной на рис. XII.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<sup>1</sup> (по одной на каждой стойке). 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.

<sup>1</sup> При двухтросовой переправе и две рейки при однотросовой.

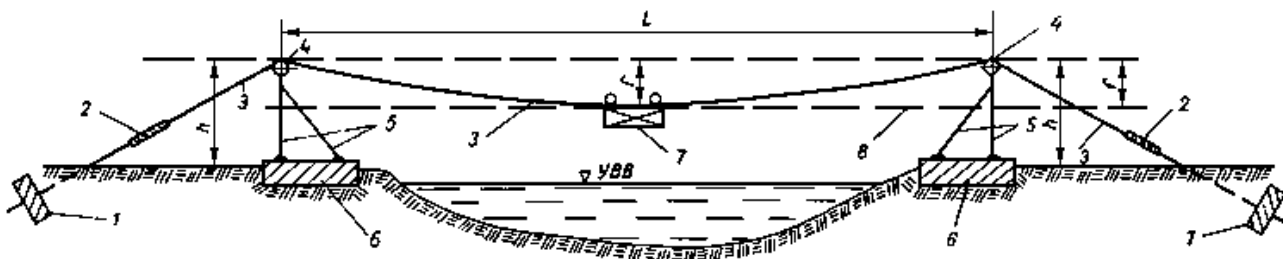


Рис.XII.2. Схема к определению стрелы провеса люлечных гидрометрических переправ

1 - якорь; 2 - натяжные устройства (талрепы); 3 - ездовые канаты; 4 - уравнильные 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

Деформации (прогибы) стволов вантовых опор свободных концов подкосных опор определяют с помощью отвеса (рис.XII.3) или с помощью теодолита.

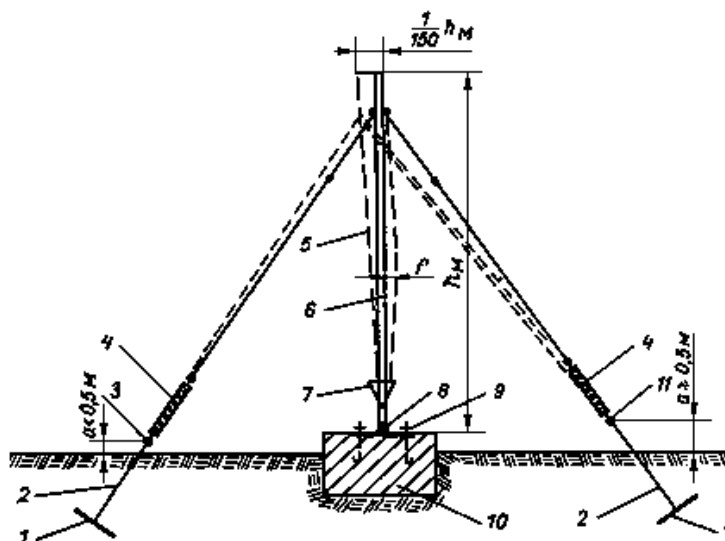


Рис.XII.3. Схема к определению деформаций ствола вантовой опоры

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;  $h_{\text{м}}$  - максимальное допустимое отклонение ствола от вертикали

§ 286. 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 наносах и скорость их заиления.

Указанные работы рекомендуется выполнять одновременно со взятием в реке проб на мутность и с их обработкой.

§ 287. Изучение русловых деформаций организуется только на реках с неустойчивыми руслами. В состав этих работ входит:

1) 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;

2) 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<sup>1</sup>;

<sup>1</sup>Если эти виды измерений не входят в программу стандартных наблюдений поста, то их рекомендуется организовать.

3) периодическое исследование выше и ниже лежащих участков реки для выявления основных изменений русла.

На основании этих данных составляются 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.

#### Текущий ремонт гидрометрических сооружений

§ 288. Под текущим ремонтом гидрометрических сооружений понимается комплекс периодически проводимых строительных и монтажных работ, необходимых для поддержания их в состоянии, пригодном для нормальной эксплуатации.

Надобность 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 представителей УГМС и ГМС и гидрометнаблюдателя поста, на котором расположено сооружение.

Комиссия по результатам обследования сооружения составляет подробную дефектную ведомость, на основании которой в РМП составляется смета на ремонт.

§ 289. 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 люлечных переправ и висячих мостов недопустимы: трещины в ездовых и уравнильных роликах и осях; разгибание сereg у талрепов и анкеров; 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.

§ 290. Наблюдатель поста в случае обнаружения перечисленных в § 289 дефектах гидрометрических сооружений должен немедленно уведомлять своего непосредственного начальника.

§ 291. 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.

## Глава XIII

### ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ, КОНТРОЛЬ И ОБРАБОТКА ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

#### Гидрологические наблюдения

§ 292. В состав гидрологических наблюдений, производимых наблюдателем поста, входят:

- 1) наблюдения за уровнем воды и регулярный контроль за регистрацией его самописцем;
- 2) наблюдения за температурой воды;
- 3) наблюдения за толщиной льда и снега на льду;
- 4) визуальные наблюдения за ледовыми явлениями и состоянием реки.

Примечания: 1. По тем створам рек с блуждающими руслами, где могут быть установлены хотя бы ориентировочные зависимости  $Q = f(H)$  за отдельные периоды, позволяющие уточнить данные вычислений стока по интерполяции между измеренными расходами воды, рекомендуется производить наблюдения за уровнями воды.

2. На постах, оборудованных гидрологическими расходомерами, перед наблюдениями производится осмотр их и расчистка от мусора и препятствий.

§ 293. Наблюдения за температурой воды производятся в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.2, ч.II и с учетом следующих дополнительных указаний:

а) на реках шириной менее 10 м наблюдения ведутся на стрежне реки;

б) на станциях и постах, гидрометрические устройства которых имеют подходные бассейны-водохранилища, нарушающие естественный температурный режим водотока, место для наблюдений за температурой воды выбирается на участке выше гидрометрического устройства, вне подпора от сооружения;

в) на небольших ручьях и логах, обычно пересыхающих и несущих воду только при прохождении кратковременных паводков, наблюдения за температурой воды не производятся;

г) в случае местоположения поста на плёсовом участке реки наблюдения за температурой воды не ведутся, если река на ближайшем перекате полностью пересохла (на участке поста - стоячий пруд).

§ 294. Наблюдения за толщиной льда и снега на льду на малых реках (с шириной водного сечения при ледоставе менее 25 м) производятся в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.2, ч.II и вып.6, ч.I со следующими дополнениями и изменениями.

1. На постах, оборудованных гидрологическими расходомерами, ледовые наблюдения ведутся также в одной точке, расположенной выше по течению вне зоны подпора от сооружения.

2. Если река перемерзает на всем протяжении или водост расположен на перемерзающем перекате, место для измерений толщины льда в створе поста выбирается в самой глубокой части реки. В момент, когда во вновь пробитой лунке обнаруживается "лед до дна", наблюдатель обязан сразу же сделать две-три контрольные лунки в створе поста, для того чтобы убедиться, что река перемерзла по всей ширине. При обнаружении воды в одной из вновь пробитых лунок наблюдатель должен перенести измерения толщины льда в эту лунку. При полном исчезновении воды во всех лунках наблюдатель записывает: "Река перемерзла".

В дальнейшем наблюдатель обязан расчищать сухие лунки от снега и следить за их состоянием: при устойчивых морозах без оттепелей два раза в месяц - 15-го числа и в последний день месяца. С

наступлением первой оттепели наблюдения в лунках производятся как обычно - один раз в 10 дней.

3. Если водпост расположен на плёсовом участке реки, а на нижележащем перекате глубина мала (близка к наибольшей толщине льда), то измерения толщины льда в створе поста ведутся непрерывно в течение всей зимы, независимо от того, имеется ли течение воды в русле или сток в нем отсутствует. Одна из точек дополнительных декадных наблюдений на средней линии реки назначается на гребне переката, который с осени обозначается на берегу створными вехами; наблюдения на гребне переката ведутся в этом случае в соответствии с указаниями п.2.

4. Подробные леδοмерные съёмки участка поста малых рек не производятся.

§ 295. Визуальные наблюдения за ледовыми явлениями, состоянием реки и погоды производятся в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.2, ч.II и с учетом следующих дополнительных указаний.

1. Наблюдения за ветром и волнением, не имеющие практического значения в условиях малых рек, не ведутся.

2. На малых реках, пересыхающих в летний период (ежегодно или только в засушливые годы), особенно тщательно должны производиться наблюдения за пересыханием. В зависимости от того, имеет место полное пересыхание реки или только на порогах и перекатах, когда поток превращается в ряд разобщенных прудов со стоячей водой, а также от местоположения поста - на обсохшем участке или на плёсе выше обсохшего переката - наблюдения ведутся следующим образом:

а) при пересыхании реки в створе поста измерения высоты уровня, естественно, прекращаются, и водомерные наблюдения ограничиваются визуальными наблюдениями за состоянием реки, которое записывается в графе примечаний полевой водомерной книжки словами: "Река пересохла".

В случае прохождения кратковременных дождевых паводков отмечается высота уровня воды, а в графе примечаний записывается: "Вода течет после дождя".

В первые три-пять дней после восстановления постоянного руслового стока осенью в графе примечаний записывается: "Вода течет";

б) если пост на пересыхающей реке расположен на плёсовом участке, где вода сохраняется, но сток временно отсутствует, то измерения высоты уровня воды производятся непрерывно в течение всего летнего периода. Наряду с этим наблюдатель обязан ежедневно следить за состоянием нижележащего переката (порога), который заблаговременно указывается наблюдателю начальником (инженером, техником) станции при летней инспекции поста. Инспектирующим должна быть также установлена отметка уровня воды на посту, при которой нижележащий перекат может обсохнуть (отметка низшей точки дна на гребне переката). Учитывая возможные деформации речного дна на перекате, к низшей отметке его гребня прибавляется запас 10-20 см. Полученная таким образом отметка уровня над нулем графика поста сообщается наблюдателю. При достижении уровнем воды этой отметки наблюдатель обязан начать дополнительные визуальные наблюдения над состоянием переката. Эти наблюдения записываются в графе примечаний полевой водомерной книжки словами: "На перекате вода течет" или "Перекат обсох".

3. Наблюдатель обязан отмечать в графе примечаний полевой книжки сведения о всех водохозяйственных мероприятиях, которые нарушают естественный режим реки. К числу таких мероприятий относится, например, отвод речной воды выше поста на орошение полей, преграждение малых рек временными запрудами с целью накопления летом воды для бытовых нужд (в частности, для водопоя скота, полива огородов), открытие и закрытие щитов мельничных плотин и т.п. Все сведения о водохозяйственных изменениях на участке реки следует заносить в памятку-справку (приложение 2).

§ 296. Наблюдения за уровнем воды производятся в следующие сроки:

1. На постах, оборудованных СУВ суточного действия, - один раз в сутки, в 8 часов (поясного времени).

Примечания: 1. При интенсивно протекающих паводках, в сложных гидрологических условиях (с наличием ледохода, шуги и мусора) на постах необходимо устанавливать дежурство наблюдателей, обязанностью которых будет являться контроль за работой самописца, состоянием соединительной

трубы, очистка появившегося за день обмерзания щитов водосливов и предотвращение засорения проточных частей водосливов и лотков.

2. На неинформационных постах, оборудованных самописцами, допускается производить наблюдения не в 8 часов, а в другой срок, постоянный для данного поста и определяемый распоряжением УГМС (ГМО).

2. На постах, оборудованных максимальными рейками:

а) как правило, два раза в сутки, в 8 и 20 часов;

б) в периоды, когда изменение уровня воды происходит медленно и плавно, один раз в сутки, в 8 часов. Однорочные наблюдения допустимы только в такие периоды, когда возможность прохождения паводков совершенно исключена. Период однорочных наблюдений для каждого поста устанавливается особо начальником станции, к которой прикреплен пост, и утверждается УГМС (ГМО);

в) при быстрых изменениях уровня воды, связанных с изменениями водности реки от естественных причин (весеннее половодье, дождевые паводки), назначаются дополнительные наблюдения, порядок и сроки которых устанавливаются начальником станции особо для каждого поста и утверждаются УГМС с учетом следующих общих указаний.

Во время снегового половодья на небольших реках и ручьях, на которых во время таяния снега или льда (равнинные реки весной, горные реки ледникового питания летом) в ходе уровня воды обнаруживается суточная периодичность, т.е. регулярное повышение и понижение уровня в определенные часы суток (рис.XIII.1), наблюдения производятся два раза в сутки, в обычные два срока (8 и 20 часов), и дополнительно в каждый срок - по максимальной рейке.

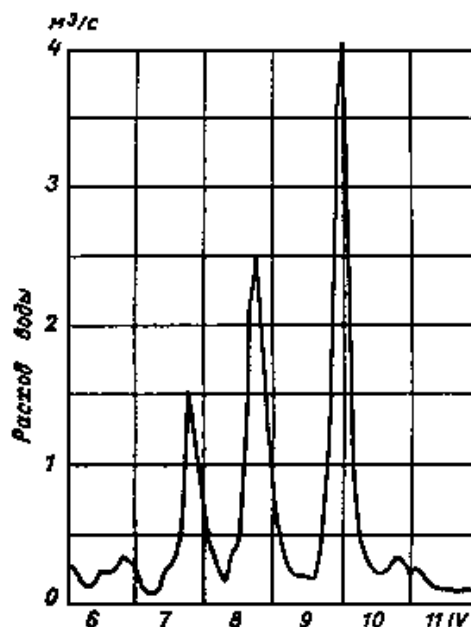


Рис.XIII.1. График суточного хода стока на малой реке в период снеготаяния

Первые два-три года после организации на каждом посту, где имеются основания предполагать суточный ход уровня в период таяния снега (льда), должны быть проведены серии подробных наблюдений через каждые 2-3 часа. Эти наблюдения проводятся в течение 5-10 суток по возможности в тот период, когда отсутствуют дожди и продолжительные похолодания, которые могут исказить нормальный суточный ход. Если при проведении такой серии имели место искажающие явления, наблюдения должны быть продолжены.



Нужно иметь в виду, что на горных реках характер суточного хода уровня может быть различным в разные месяцы в связи с тем, что с повышением температуры воздуха фронт снеготаяния перемещается вверх - в горы, в более отдаленные части бассейна реки. Время добегания талых вод до створа поста в таких случаях увеличивается, и соответственно этому сроки наступления наивысшего и наименьшего уровней смещаются во времени. Поэтому на горных реках в течение одного сезона нужно провести несколько серий подробных наблюдений в разные фазы снеготаяния, т.е. в разные месяцы.

При прохождении снегового половодья на реках, где отсутствует суточный ход уровня, наблюдения также проводятся в 8 и 20 часов и по максимальной рейке. Наблюдения по максимальной рейке на таких реках имеют целью лишь захват наивысшего уровня половодья. Поэтому показания максимальных реек могут охватывать не всю амплитуду колебаний уровня, а лишь амплитуду возможных колебаний наивысшего уровня. Последняя устанавливается по материалам предшествовавших многолетних наблюдений, а при их отсутствии - по соображению с заведомым запасом.

В равнинных условиях суточный ход уровня воды наблюдается обычно на реках длиной не более 50 км. При ливневых дождях, выпадающих в районе поста, дождевые паводки носят кратковременный характер и длятся обычно несколько часов.

Учащенные наблюдения за уровнем воды в таких случаях следует начинать сразу после начала дождя и вести в течение всего дождя и после его прекращения до тех пор, пока не установится обычный низкий уровень воды или плавный спад уровня.

В тех случаях, когда дождь приобретает затяжной характер, становится обложным, и интенсивность подъема уровня воды вследствие этого уменьшается, учащенные наблюдения могут быть прекращены или частота их должна быть уменьшена.

На более значительных реках, где наблюдаются транзитные дождевые паводки, т.е. паводки от дождей, выпавших в верховьях реки или в какой-нибудь отдаленной части бассейна при сухой погоде в районе поста, учащенные наблюдения необходимо начинать после первого очередного срока, в который зафиксирована прибыль воды более чем на 10 см.

Для установления требуемой частоты водомерных наблюдений при прохождении дождевого паводка необходимо знать основные характеристики речного бассейна, определяющие время добегания паводка от истока реки до створа поста и, следовательно, быстроту изменения уровня. Этими характеристиками являются:

- а) длина реки от истока до данного створа,
- б) скорость добегания руслового стока или интенсивность его нарастания.

Скорость добегания и интенсивность нарастания паводка в районах с неровным и гористым рельефом устанавливается прежде всего на основе рекогносцировочного обследования участка реки от истока до створа во время характерных паводков. При этом желательно иметь на участке один-два водомерных поста хотя бы в виде шкал, нанесенных на прибрежном дереве, скале и пр., и по ним провести наблюдения за подъемом уровня одновременно с наблюдениями за уровнем и измерением расхода воды на основном створе. На основе данных, полученных при наблюдениях подобного рода, принимается частота водомерных наблюдений на определенном створе в зависимости от интенсивности нарастания уровня. Скорость добегания принимают также равной средней скорости течения при паводках в основном русле реки (исключая пойму). Она определяется по измеренным расходам воды. Зная указанные характеристики, частоту водомерных наблюдений можно определить из табл. XIII.1.

Таблица XIII.1

| Длина реки от истока до створа поста, км | Промежуток между сроками наблюдений при скорости течения, м/с |       |     |     |         |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|---------|
|                                          | менее 0,5                                                     | 0,5-1 | 1-2 | 2-3 | более 3 |

|        |              |        |        |        |              |
|--------|--------------|--------|--------|--------|--------------|
| До 5   | 1 час        | 40 мин | 20 мин | 10 мин | 5 мин        |
| 5-10   | 1 час 30 мин | 1 час  | 30 мин | 15 мин | 10 мин       |
| 10-20  | 3 часа       | 2 часа | 1 час  | 30 мин | 20 мин       |
| 20-50  | 6 час        | 4 часа | 2 часа | 1 час  | 40 мин       |
| 50-100 | 12 час       | 6 час  | 4 часа | 2 часа | 1 час 30 мин |

В табл.XIII.1 указана необходимая частота наблюдений на подъеме паводка, когда изменение уровня происходит наиболее интенсивно. На спаде паводка частота наблюдений может быть уменьшена вдвое.

При определении частоты наблюдений по этой таблице, если промежуток между сроками составляет не менее 2 часов, дополнительные сроки наблюдений следует назначать:

а) в 0, 2, 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18 и 22 часа поясного времени, если наблюдения проводятся через 2 часа;

б) в 2, 5, 11, 14, 17 и 23 часа - при промежутках в 3 часа;

в) в 0, 4, 12 и 16 часов - при промежутках в 4 часа;

г) в 2 и 14 часов - при промежутках в 6 часов.

Для рек, бассейны которых в значительной части покрыты лесом или заболочены, а также для рек с естественным (озера) или искусственным регулированием стока частота наблюдений может быть уменьшена по сравнению с данными табл.XIII.1. В случае существенного регулирования режима надобность в дополнительных наблюдениях может отпасть даже на небольших реках.

Следует подчеркнуть, что производство наблюдений через 10-20 минут во время дождевых паводков на малых реках с быстрым течением является совершенно необходимым для того, чтобы надежно проследить ход стока во времени. Практически это означает, что наблюдатель в течение всего паводка должен находиться на посту.

На постах, где из-за отдаленности жилья наблюдателя выполнение ночных и вообще учащенных наблюдений является крайне затруднительным, в первую очередь должна быть запланирована и произведена установка самописцев уровня воды.

3. При быстрых изменениях уровня воды, вызываемых искусственными причинами (например, пуски воды с вышележащей плотины, переменный подпор снизу), сроки наблюдений назначаются особо в каждом отдельном случае.

§ 297. Наблюдения на водомерном посту обычного типа (свайном, речном или передаточном) производятся в соответствии с указаниями "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.2, ч.II.

§ 298. Наблюдения по крючковой рейке производятся в следующем порядке (см. рис.1 приложения 3):

1) рейка надевается отверстиями в кронштейне на штыри опоры (только в случае съёмной рейки);

2) отдается стопорная гайка 6;

3) рейка перемещается рукой для установления острия крючка на 1-2 мм ниже поверхности воды (крючок затопляется);

4) закрепляется стопорная гайка 6;

5) вращением микрометрической гайки 8 острие крючка точно устанавливается на уровне воды (что определяется появлением мениска вокруг острия рейки);

6) делается отсчет сантиметров (по рейке) и долей сантиметров по нониусу 9.

Если крючковая рейка заменена игольчатой, наблюдения производятся в том же порядке, только при перемещении рейки острое устанавливается на 1-2 мм выше поверхности воды.

При наличии ряби или небольшого волнения, затрудняющих точное измерение высоты уровня воды, наводка острия рейки на уровень производится непосредственно рукой, без помощи микрометричной гайки. Отсчет по рейке делается при двух положениях острия, соответствующих самому высокому и самому низкому положению уровня воды, а в книжку записывается среднее из отсчетов.

Примеры отсчета уровня по крючковой рейке приведены на рис.2 приложения 3.

§ 299. Наблюдения по максимальной рейке производятся сразу после наблюдений по основному водомерному посту в следующем порядке:

1) открывается или отвинчивается крышка, закрывающая трубу;

2) вынимается стержень-указатель и переносной водомерной рейкой измеряется (или прямо отсчитывается по нанесенным на стержне делениям) длина той части, на которой смыт мел, или части ниже уровня прилипания опилок (пробки, коры).

Наблюдатель перед опусканием стержня в трубу должен заново покрыть его раствором мела либо очистить стержень от приставших опилок (пробки, коры), затем опустить в трубу и засыпать новую порцию сыпучего состава.

§ 300. Установка самописца "Валдай", его первоначальная регулировка и назначение масштаба записи в зависимости от амплитуды колебания уровня воды за сутки производится инженером или техником станции, которые подробно инструктируют наблюдателя в отношении ухода за самописцем и колодцем с соединительной трубой.

Приемо-передаточная система самописца "Валдай" обеспечивает возможность выбора масштаба записи уровня воды в зависимости от величины амплитуды его колебания, как это указано в табл.XIII.2.

Таблица XIII.2

| Амплитуда колебания уровня,<br>м | Рекомендуемый масштаб записи<br>уровня | Ошибка регистрации<br>самописца, мм |
|----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| До 1                             | 1:1                                    | ±3                                  |
| 1-2                              | 1:2                                    | ±5                                  |
| 2-3                              | 1:5                                    | ±7                                  |
| 3-6                              | 1:10                                   | ±10                                 |

§ 301. Смена ленты СУВ "Валдай" производится ежедневно после отсчета по основному водомерному (контрольному) посту. В периоды зимней и летней межени, когда вероятность резкого изменения уровня весьма мала, допускается оставлять одну и ту же ленту на следующий день, сдвигая ее вверх на 5-10 см, с обязательным соблюдением условия, чтобы линии записи отдельных суток не пересекались между собой. Смена лент в таких случаях производится не реже чем 1 раз в 5 дней.

Наблюдатель должен иметь не менее чем десятидневный запас подготовленных лент. Подготовка заключается в обрезании углов ленты, аккуратном подгибании широких белых полей, которыми лента закладывается в продольную щель барабана, подписывании названия реки, пункта и года наблюдений.

Порядок подготовки самописца для наблюдений следующий (приложение 6):

1. Наблюдатель открывает крышку прибора и, заметив время по часам, делает пером засечку на ленте, легко поворачивая барабан, в виде вертикальной черты длиной около 1 см. Слева от засечки записывается время наблюдения в часах и минутах, а справа - отсчет уровня (напора) по основному

водомерному посту. При дневных или вечерних наблюдениях, когда запись на ленте самописца уже имеется, целесообразно делать перерыв в записи, отводя перо самописца на 5 минут.

2. Откидывается вверх кронштейн пера для того, чтобы оно не мешало снятию барабана.

3. Оттягивается влево головка оси 18 (см. рис. 1 приложения 6), являющейся левой опорой барабана, благодаря чему последний выводится из опорного гнезда и ставится на предохранитель. После этого барабан движением влево выводится из зацепления с шайбой оси поплавкового колеса 13 и вынимается из прибора.

4. Поворотом рычага, имеющегося на одной из щек барабана, освобождается зажим прорези барабана, после чего лента свободно снимается.

5. Концы чистой, заранее подготовленной ленты заправляются в прорезь барабана и зажимаются поворотом рычага. Если при приборе имеется запасной барабан, надевание ленты производится в рабочем помещении станции (поста), что представляет значительные удобства.

6. Барабан с надетой на него чистой лентой устанавливается на подкладки и вводится в зацепление с шайбой оси поплавкового колеса и с подвижным подпружинным центром. При сочленении барабана с шайбой он вначале надевается на выступ, а затем поворачиванием вокруг оси вводится в зацепление со штифтом.

7. Завод часов производится следующим образом: плавным вращением заводного барабанчика часового механизма навивают на него струну гиревого привода и поднимают гирю. Подъем гири производится с таким расчетом, чтобы при наивысшем ее положении выступающий из-под основания прибора участок струны был не менее 5-10 см. При навивании струны гиревого привода необходимо следить за тем, чтобы она ложилась в резьбу на поверхности барабанчика. В противном случае за счет удлинения будет искажен масштаб записи времени.

8. Производится настройка самописца - острое перо устанавливается в точке, соответствующей времени и высоте уровня воды в момент установки пишущего приспособления. Настройка по шкале времени достигается ослаблением винта, крепящего каретку с пером на струне, и перемещением каретки вдоль струны до нужного положения, после чего винт вновь закрепляется.

Настройка по шкале уровня достигается следующим образом:

а) на ленте отмечается и надписывается деление по шкале уровня, соответствующее нулевому отсчету по водомерному посту (или круглому числу сантиметров над нулем);

б) отдается стопорный винт, крепящий поплавок колесо;

в) придерживая колесо, вращают барабан, перемещая его в нужное положение относительно пера;

г) после этого винт вновь закручивается до отказа.

9. Перо устанавливается в рабочее положение, и на ленте делается вертикальная засечка (см. п. 1). Если в период смены ленты происходит быстрое изменение высоты уровня воды, необходимо перед окончательной установкой пера самописца сделать вторичный отсчет по основному водомерному посту; в этом случае около засечки на новой ленте записываются результаты вторичного отсчета.

10. После смены ленты наблюдатель проверяет состояние пера самописца, доливая в него чернила в случае надобности, и убеждается в правильности записи, выждав не менее 5 минут. Линия записи должна быть тонкой, ровной и сплошной. Толстая, растекшаяся линия появляется при затупившемся пере, его засорении или плохом качестве чернил, а также при попадании брызг воды на ленту. Ступенчатая запись свидетельствует о чрезмерном нажиме пера на барабан и задержке его хода, либо о задевании поплавкового тросика за края выреза в полу будки. Перерывы в записи имеют место при очень слабом нажиме пера на барабан, при отсутствии или сгущении чернил в пере. Зигзагообразная запись свидетельствует о пульсации уровня в колодце самописца.

Обнаруженные недостатки ликвидируются прочисткой или сменой пера, регулировкой нажима его на барабан и количества чернил в пере. Влияние пульсации устраняется путем уменьшения

сечения соединительной трубы или входных отверстий колодца.

§ 302. Систематический уход за самописцем "Валдай" заключается в поддержании безукоризненной чистоты и исправности прибора и отдельных его частей.

Не реже 1 раза в неделю самописец протирается чистой сухой тряпкой или обметается мягкой щеткой. После удаления пыли металлические части прибора протираются масляной тряпкой. Смазка не должна быть густой, поэтому в зимнее время к маслу надлежит прибавлять очищенный керосин. В случае появления ржавчины ее следует тщательно удалить смоченной в керосине тряпкой, а затем насухо протереть прибор и смазать маслом. Трос поплавковой системы для предохранения от ржавчины также нужно периодически смазывать машинным маслом.

Отверстие в часовом механизме, ведущее к анкерному ходу часов, должно быть всегда закрыто пробкой или крышкой. Перо самописца должно содержаться в безупречной чистоте. Для него следует употреблять только специальные чернила.

Для уменьшения влажности, вредно влияющей на прибор и могущей вызвать деформацию бумажной ленты самописца, рекомендуется помещать под футляр-кожух прибора баночку с гранулированным хлористым кальцием, хорошо поглощающим влагу. Разборку прибора, его ремонт и регулировку часового механизма наблюдателю производить не разрешается.

§ 303. Самописец уровня воды длительного действия ГР-38 служит для записи колебаний уровня на водомерных постах, удаленных от населенных пунктов, при невозможности ежедневных посещений поста наблюдателем (приложение 4).

Самописец устанавливается на постах, контролируемых наблюдателем 1 раз в неделю, в две недели или в месяц. Самописец может быть использован на временно открываемых экспедиционных постах в летний период, без посещения поста наблюдателями.

Прибор может быть применен также для наблюдений за уровнем воды в болотных скважинах и за уровнем грунтовых вод.

Самописец не рекомендуется применять:

1) вместо самописца "Валдай" вблизи населенных пунктов при ежедневном посещении поста наблюдателем;

2) на реках с интенсивными и кратковременными подъемами и спадами уровня (малые горные реки, створы, расположенные ниже сбросных сооружений ГЭС, и др.);

3) при малых изменениях уровня в течение большей части года (озера).

При резких колебаниях уровня самописец ГР-38 не обеспечивает достаточную точность записи, поскольку перо самописца может обеспечить четкую запись на ленте при интенсивности изменения уровня не более 20 см в минуту.

При подготовке самописца к работе на месте установки необходимо убедиться в его исправности: проверить взаимодействие основных его узлов, если нужно, отрегулировать и только после этого приступить к заправке (смене) ленты и пр. При этом следует иметь в виду, что ходовой винт самописца имеет только одну правую резьбу. Поэтому при однонаправленном вращении поступательное движение каретки вдоль ходового винта ограничивается его резьбой.

§ 304. Подготовка самописца ГР-38 к работе заключается в следующем:

1. На ленте, перед тем как надеть ее на барабан, производится цифровая разметка шкалы уровня, причем начальная круглая цифра принимается близкой к показанию уровня воды над нулем графика в момент начала наблюдений на посту. При этом учитываются ожидаемые колебания уровня и их знак.

2. На ленте записывается число, месяц, год, название поста и уровень по нему в момент установки, затем лента надевается на барабан и закрепляется зажимным устройством, чтобы бумага плотно прилежала к барабану. После этого карандаш или перо устанавливаются точно по тому делению на шкале уровня, которое соответствует показанию уровня на посту, и против того деления

на оси времени, которое соответствует времени по точным часам наблюдателя.

Установка карандаша (пера) производится путем поворота барабана в направлении, противоположном его вращению, в целях выборки люфта.

3. При смене ленты открывают крышку прибора, отодвигают правый центр, вынимают барабан из центров, освобождают зажимное устройство и снимают ленту. На ленте отмечают время снятия и уровень на посту в момент снятия. После этого надевают на барабан новую ленту с оцифровкой от нуля графика поста и устанавливают карандаш (перо), как указано выше. При смене ленты производится подзаводка часов.

§ 305. На сети имеются установки СУВ, оснащенные самописцами уровня длительного действия типа 501 фирмы "Метра" (ЧССР). Краткая техническая характеристика этого самописца приведена в гл.III (§ 40), а более полное описание дано в приложении 5.

§ 306. Уход за приборами ГР-38 и типа 501 состоит из тех же операций, что и для самописцев уровня "Валдай". Особенностью ухода является необходимость уделять большое внимание часовому механизму. Он периодически должен подвергаться осмотру и регулировке специалистом. Более тщательно должны быть настроены и налажены перья самописцев для получения четкой записи.

#### **Запись наблюдений и первичная обработка их результатов наблюдателем поста**

§ 307. Наблюдения за уровнем воды на постах обычного типа (свайного или речного) производятся с точностью 0,5 см и записываются в книжку по форме КГ-1 согласно указаниям "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.2, ч.II.

Запись результатов систематического измерения толщины льда на малых реках ведется в таблице пентадных наблюдений полевой книжки (стр.10).

На постах, оборудованных гидрологическими расходомерами, полевые записи о состоянии и работе гидрометрического устройства и результатах наблюдений ведутся в месячной книжке КГ-76.

Отсчеты уровня (напора) производятся по крючковым или игольчатым рейкам с точностью 1 мм при небольших напорах (до 200 мм) и 2 мм при больших напорах.

Все полевые записи в книжке делают простым (не химическим) черным карандашом, четко, без подчисток и исправлений.

Книжка заполняется наблюдателем в двух экземплярах: подлинник и копия. По истечении месяца наблюдатель пересылает подлинный экземпляр книжки на станцию, а копию оставляет у себя.

Одновременно с полевой книжкой наблюдатель высылает на гидрологическую станцию комплект лент самописца за истекший месяц.

Результаты всех наблюдений, срочных и дополнительных, записываются в хронологическом порядке. Время наблюдения указывается обязательно с точностью до 5 минут.

§ 308. Запись данных наблюдений в книжку КГ-1 по свайному или речному водомерному посту производится так же, как и для больших рек: наблюдатель заполняет графу 7 книжки, прибавляя к отсчету уровня величину приводки, взятую из справочной таблички, помещенной на предпоследней странице книжки. Обработка уровенных наблюдений производится на станции в соответствии с указаниями Наставления вып.6, ч.I.

§ 309. Книжка КГ-76 (макет книжки приведен в приложении 29) заполняется наблюдателем непосредственно на водомерном посту в следующем порядке:

1) записывается номер ленты самописца уровня в графу 1, проставляется дата и время наблюдений (графы 2, 3 и 4);

2) записываются отсчеты по крючковым (игольчатым) рейкам по внутреннему (в колодце самописца) и внешнему водомерным постам с точностью до 1 мм (в графы 5 и 6);

3) вычисляется разность отсчетов по рейкам (графа 7). Она должна быть постоянной для всех

наблюдений. Изменчивость разности не должна превышать 2 мм при небольших напорах (менее 200 мм) и 5 мм при больших их значениях.

Примечание. Если разность отсчетов превышает указанные пределы, то наблюдения по внутренней и внешней рейкам следует повторить и записать под отсчетами, выполненными в первый раз; неверные отсчеты при этом зачеркиваются. Если при повторных отсчетах разность между ними остается большой, то это может свидетельствовать о неисправности соединения колодца самописца уровня с верхним бьефом гидрометрического сооружения, т.е. о засорении соединительной трубы.

4) в графе 8 записывается напор по внешнему водомерному посту; напор обычно вычисляется как разность между приводкой и отсчетом уровня воды, однако могут быть и другие случаи, когда напор вычисляется как разность между отсчетом и приводкой или как сумма отсчета и приводки.

Способ и пример вычисления напора должен быть записан на последней странице книжки наблюдений;

5) в графу 9 заносятся сведения о наложении или снятии ленты с записью "Надета", "Снята"; в сроки, когда наблюдения проводятся при ранее надетой ленте и последняя не снимается, эта графа не заполняется;

6) в графе 10 ставится подпись наблюдателя, выполнившего наблюдения.

Пример записи наблюдений в книжке КГ-76 приведен в табл. XIII.3.

Таблица XIII.3

**Образец заполнения страниц 4-12 книжки КГ-76**

| N<br>ленты | Дата | Время |     | Отсчет по рейке, мм |         |               | Напор по<br>внешней<br>рейке, мм | Отметка о<br>наложении и<br>снятии<br>ленты | Подпись<br>наблю-<br>дателя |
|------------|------|-------|-----|---------------------|---------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
|            |      | час   | мин | внут-<br>ренней     | внешней | раз-<br>ность |                                  |                                             |                             |
| 37         | 4/IV | 7     | 55  | 905                 | 920     | -15           | 80                               | Снята                                       | Иванов                      |
| 38         | 4/IV | 8     | 05  | 904                 | 918     | -14           | 82                               | Надета                                      | Иванов                      |
| 38         | 4/IV | 19    | 50  | 714                 | 731     | -17           | 269                              |                                             | Иванов                      |
| 38         | 5/IV | 8     | 00  | 795                 | 810     | -15           | 190                              | Снята                                       | Петрова                     |
| 39         | 5/IV | 8     | 05  | 794                 | 810     | -16           | 190                              | Надета                                      | Петрова                     |
|            | 5/IV | 14    | 35  | 631                 | 650     | -19           | 350                              |                                             | Петрова                     |
|            | 5/IV | 20    | 00  | 574                 | 590     | -16           | 410                              |                                             | Петрова                     |
|            | 5/IV | 23    | 40  | 666                 | 680     | -14           | 320                              |                                             | Петрова                     |
| 39         | 6/IV | 7     | 50  | 870                 | 885     | -15           | 115                              | Снята                                       | Иванов                      |
| 40         | 6/IV | 8     | 00  | 870                 | 884     | -14           | 116                              | Надета                                      | Иванов                      |

§ 310. В разделе "Эксплуатационные сведения" на странице 13 книжки КГ-76 наблюдателем поста записываются текущие эксплуатационные сведения. Все записи делаются независимо от их содержания в хронологическом порядке и обязательно сопровождаются точным указанием даты.

К эксплуатационным сведениям, подлежащим обязательной записи наблюдателем, относятся:

- 1) все случаи замеченных неисправностей установки и нарушения ее нормальной работы и принятые меры к их устранению в периоды между текущими обследованиями;
- 2) сведения об очистке верхнего бьефа сооружения от наносов;
- 3) меры по подготовке к зимним наблюдениям и отоплению установки;

4) меры по подготовке к пропуску весеннего половодья;

5) снятие и установка самописца;

6) условия прохождения паводков (затопление поймы, размывы и обвалы берегов и пр.) и вызванные ими последствия.

На стр.14 книжки КГ-76 записываются сведения о происшедших изменениях на территории водосбора или в части его, примыкающей к посту, связанные с хозяйственной деятельностью человека и могущие оказать влияние на сток: значительные распахки, вырубki леса, осушительные работы, возведение гидротехнических сооружений, мостов и т.п.

Содержание записей должно быть по возможности кратким, но ясным и конкретным. Например, записи об очередном осмотре наблюдателем русла делаются примерно в следующей форме:

"25/VII, 13 ч 30 мин. Произведен очередной осмотр русла реки. В 100 м выше водослива в русле обнаружена наброска из свежего тальника, которая была немедленно удалена. Влияние на работу водослива наброска не оказывала".

"15/VIII, 8 ч 45 мин. После сильного ливня, прошедшего ночью, в 50 м выше контрольного русла обнаружено оползание левого берега реки на протяжении 6 м, шириной до 1 м. Русло значительно стеснено, вода взмучена. Произведена расчистка оползня".

"4/X, 8 ч 15 мин. В очередной срок наблюдений в колодце самописца обнаружен лед, толщина слоя 3 см. Самописец снят с установки и убран в помещение. Соединительная труба закрыта пробкой. Вода из колодца выкачана до отметки на 25 см ниже вывода трубы".

### **Обработка и контроль материалов наблюдений на гидрологической станции**

§ 311. Обработка и контроль материалов наблюдений на гидрологической станции ведется ежемесячно, по получении от наблюдателя поста данных за предыдущий месяц, и включает следующие операции:

1) сплошная проверка полевой книжки<sup>1</sup> (по постам, укомплектованным недостаточно квалифицированными наблюдателями - также и первичная обработка);

---

<sup>1</sup> На воднобалансовой станции, где наблюдения проводятся квалифицированными сотрудниками, сплошная проверка может быть излишней.

2) обработка записей самописца;

3) составление таблицы стока воды;

4) составление хронологического графика средних суточных расходов воды;

5) внесение текущих эксплуатационных сведений в технический паспорт гидрометрического устройства.

§ 312. Проверка полевой книжки производится по подлиннику и включает следующие операции.

1. Критический контроль книжки заключается во внимательном просмотре и анализе ее со стороны общей доброкачественности наблюдений, их своевременности, аккуратности записей и отсутствия подчисток и т.п., а также в выборочной проверке привонок уровней и вычисления напора воды. При анализе материалов наблюдений желательно сопоставить их с данными по близлежащим постам, расположенным в сходных физико-географических условиях. Критический контроль производится немедленно по получении книжки от наблюдателя.

2. Проверка правильности выписанных (на 1-й странице книжки КГ-1 или на последней странице книжки КГ-76) привонок производится в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.I (§ 115).



3. Проверка правильности вычисления напора.

4. Проверка температурных и ледовых наблюдений производится в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.I (§ 361-364 и 390-391).

После проверки книжки производится балловая оценка качества работы поста, письменно сообщаемая наблюдателю вместе с перечнем дефектов наблюдений и ошибок, допущенных при обработке. По мере необходимости в письмо наблюдателю включаются указания методического характера.

Проверка производится ежемесячно независимо от сроков контрольных нивелировок. По получении в дальнейшем материалов новой контрольной нивелировки устанавливаются окончательные приводки и в случае необходимости производится пересчет величин уровней, напоров и расходов воды. Задержка первичной обработки до следующей нивелировки допускается лишь для отдельных постов в районах вечной мерзлоты, водомерные устройства которых испытывают систематические изменения высотных отметок по сезонам.

Исправленный подлинник полевой книжки пересылается в отдел гидрологии ГМО.

§ 313. При обработке лент самописца уровня производятся следующие операции:

- 1) критический просмотр полноты и качества записи;
- 2) разбивка точек на линии, прочерченной пером (графитом);
- 3) снятие ординат (высот) уровней с записи с приведением показаний самописца к нулю графика поста;
- 4) составление месячной и годовой таблиц уровней.

Вся обработка по п.1-3 ведется на самой ленте.

§ 314. При критическом просмотре производится проверка графического качества записи и наличия на ленте всех необходимых данных: надписей с указанием наименования водного объекта, поста, даты, масштаба записи уровня и времени, а также отметки нуля графика поста. В записи могут быть перерывы или же участки с растекшейся, зигзагообразной, ступенчатой записью (рис.XIII.2). Если перерывы невелики, а ход записи до и после перерыва плавный и одного направления, то пропуск восстанавливается карандашом от руки в соответствии с общим характером записи. На участке, где запись расплывчатая, проводится кривая (другим цветом) посередине расплывчатой полосы. При наличии зигзагообразной и ступенчатой записи необходимо принять меры для устранения причин, вызывающих такую запись.

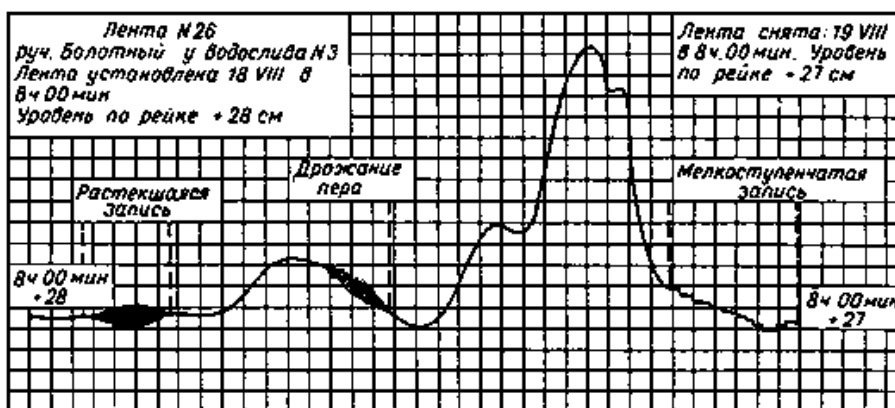


Рис.XIII.2. Дефекты записи самописца

По окончании проверки и исправления записи на ленте проставляется порядковый номер от

начала данного года.

§ 315. Разбивка точек на линии записи производится через равные интервалы времени или же по характерным (переломным) точкам. Допускается комбинированное применение обоих методов. Разметка записи по равным интервалам времени применяется при плавном и однозначном ходе уровня, метод характерных точек - в случае хода уровня, характеризующегося резкой сменой подъема и спада, а также переменной интенсивностью приращения уровня, при которой намеченные через равные интервалы точки недостаточно полно отражают ход уровня.

При разметке записи по времени рекомендуется придерживаться следующих правил:

1) при суточной амплитуде колебаний уровня менее 10 см точки размечаются в 8 и 20 часов, при амплитуде колебаний уровня от 10 до 20 см - в 2, 8, 14, 20 часов, при большей амплитуде - через каждое деление ленты (от 1 до 4 часов в зависимости от масштаба записи времени);

2) в случаях правильного суточного хода уровня, систематического повышения и понижения его в определенные часы суток (например, при таянии снега и льда) точки размечаются через интервал, соответствующий каждому двухмиллиметровому делению ленты;

3) при разметке записи через равные интервалы времени дополнительно выделяются точки суточного максимума и минимума уровней;

4) при разметке записи методом характерных точек последние намечаются на всех пиках, впадинах и местах изменения интенсивного приращения уровней воды с таким расчетом, чтобы отрезки кривой записи между выбранными характерными точками могли быть приняты за прямые. Небольшие зубцы на линии записи при обработке срезаются. Для выделения характерных точек удобно пользоваться специальной прозрачной палеткой, представляющей собой лист восковки с узкой прорезью. Такая палетка для самописца с масштабом записи 1:1 и 1:2 изображена на рис.XIII.3. Для самописцев с масштабом записи 1:5 и 1:10 прорезь палетки должна быть соответственно уже - 1,5 мм. Эта палетка накладывается на ленту в исследуемом участке линии записи. Небольшие извилины записи, уместающиеся в прорези, не учитываются при обработке. В тех местах, где линия записи пересекается краями прорези, отмечаются точки перелома (рис.XIII.4).

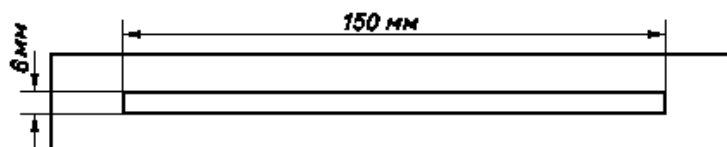


Рис.XIII.3. Палетка для обработки лент самописца уровня воды "Валдай"

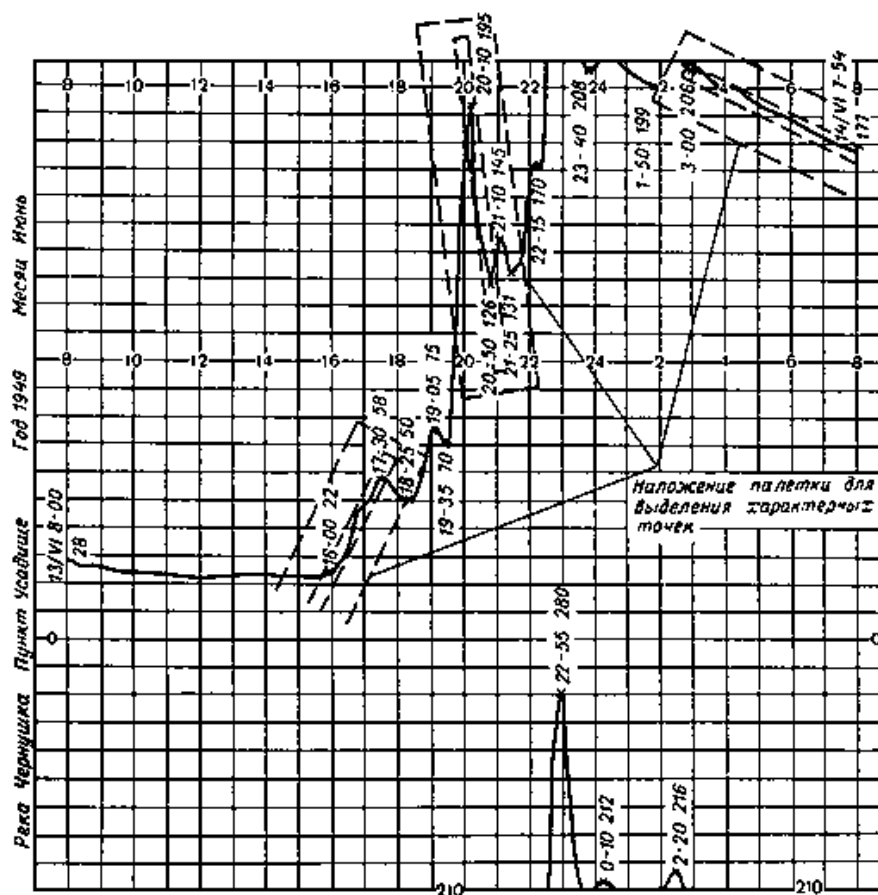


Рис.XIII.4. Образец обработанной ленты СУВ "Валдай"

Образец ленты самописца "Валдай", обработанный методом характерных точек, приведен на рис.XIII.4.

Контроль времени на линии записи (ленте) производится следующим образом: из начальной и конечной контрольных засечек опускаются перпендикуляры на ось времени. Допустимая невязка по времени определяется точностью хода часового механизма  $\pm 5$  минут в сутки. В самописцах длительного действия (ГР-38 и типа 501) при установке их на срок от 7 до 32 суток допустимая невязка соответственно увеличивается от  $\pm 35$  до  $\pm 160$  мин. Эта невязка не разбрасывается, так как она соответствует на ленте отрезку длиной несколько более 1 мм. Если разность времени, определенного по масштабу времени на ленте и по засечкам, превышает допустимую невязку, то она разносится пропорционально длине отрезка ленты между контрольными засечками. Такой метод устранения ошибок в регистрации времени применяется в связи с тем, что обычно невозможно установить причину изменения хода часов. Для определения погрешности хода часов после предварительной засечки целесообразно оставить работать самописец еще на "запасные" сутки. В случае неверного хода часов при величине расхождения, превышающей допустимую, сразу же после снятия ленты необходимо произвести регулировку часов и сделать затем внеплановое посещение поста с целью оценки результатов регулирования. Если невозможно исправить ход часов с помощью регулятора, надо вызвать механика.

§ 316. Определение уровней. После введения поправок на время по кривой записи определяют высоту уровня для каждого установленного при разметке ленты срока. Разность проекций точек начальной и конечной контрольных засечек на ось уровня должна быть равна (в переводе по масштабу записи уровня) разности высот уровня, измеренных на контрольном водомерном посту. Если между показаниями поста и самописца есть разница (невязка), то выясняют ее причину для внесения поправок. При невыясненной причине невязку разбрасывают пропорционально времени и соответственно исправляют отсчеты уровня по ленте. Снятие значений уровня для размеченных точек заключается в измерении по делениям ленты их ординат относительно начальной ординаты и в переводе полученных величин уровня по масштабу в высоты над нулем постового устройства. Для определения начальной ординаты служат отсчеты уровня по контрольному посту, выписанные на ленте. Если лента размечается по методу характерных точек, то отсчеты уровня производятся в местах засечек этих точек на кривой записи, а время определяется по выверенной шкале времени. Около каждой размеченной точки выписывается карандашом время в часах и минутах с точностью от



Наличие таких участков определяется следующими признаками:

- Однако следует иметь в виду, что наличие обратной записи на ленте самописца длительного действия с контрольными засечками в начале и конце недели допускает возможность появления грубых ошибок, поскольку трудно отличить переход винта на обратный ход от естественного изменения уровня. В таких случаях перед снятием ленты следует внимательно проверить совпадение по высоте пика записи на ленте с переходом винтовой нарезки.

В целях упрощения обработки в таблице принимаются календарные сутки. Таблица заполняется на основании обработанных лент самописца в следующем порядке.

1. Данные в графы с 1 по 4-ую переписываются непосредственно с обработанной суточной ленты самописца. Каждой точке на ленте соответствует отдельная строка в таблице стока. Время указывается с точностью, отвечающей по масштабу времени 1 мм на ленте (например, для самописца

"Валдай" 1 мм = 5 мин), уровень воды - с точностью 0,2 см для водосливных установок и 0,5 см для расходомеров других типов.

Кратковременные перерывы в записи восстанавливаются прямолинейной интерполяцией.

2. Графа 5 (напор) заполняется путем алгебраического прибавления к значениям графы 4 величины приводки, приведенной в заголовке таблицы. Напор вычисляется с той же точностью, что и уровень воды.

3. В графу 6 вписывается величина расхода воды, соответствующая данному напору и отыскиваемая в тарифовочной таблице расходомера. Расход указывается с точностью до третьей значащей цифры (например, при расходах менее 1 м<sup>3</sup>/с - с точностью до 1 л/с, при расходах от 1 до 10 м<sup>3</sup>/с - с точностью до 10 л/с и т.д.). Для тонкостенных водосливов и измерений объемным методом расходы до 0,01 м<sup>3</sup>/с указываются с точностью до 0,0001 м<sup>3</sup>/с.

4. В графу 7 вписывается полусумма смежных значений расхода воды, а в графу 8 - продолжительность интервала в часах и минутах. Объем стока за интервал получают путем перемножения граф 7 и 8 и вписывают в графу 9.

Округление полученных величин объема стока за интервал производится:

|          |                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------|
| Величины | менее 1 м <sup>3</sup> - до 0,001 м <sup>3</sup> ,    |
| "        | от 1 до 10 м <sup>3</sup> - до 0,01 м <sup>3</sup> ,  |
| "        | от 10 до 100 м <sup>3</sup> - до 0,1 м <sup>3</sup> , |
| "        | более 100 м <sup>3</sup> - до 1,0 м <sup>3</sup> .    |

5. По данным графы 9 подсчитывается объем стока за сутки и записывается в эту же графу ниже последней записи, соответствующей 24 часам данных суток.

6. Для контроля подсчитывается сумма продолжительностей интервалов за данные сутки.

7. Делением суммарного объема стока за сутки на 86400 с получают средний суточный расход воды, записываемый в графу 6 строкой ниже последней записи в ней за данные сутки. В случае если сток имел место не в течение всех суток, а лишь в какую-то часть их, средний суточный расход воды вычисляется таким же образом, т.е. делением объема стока на полное число секунд в сутках.

Примечание. Величины средних суточных расходов воды за дни, когда имели место перерывы в записи самописца, заключаются в скобки, как полученные с меньшей точностью.

8. После записи среднего суточного расхода воды оставляют одну свободную строку и переходят к записям за следующие сутки, причем первая запись в графах 2-6 повторяет последнюю запись предшествующих суток, так как обе они относятся к одному моменту времени - 0 ч 00 мин.

9. В графе "Примечания" приводятся сведения о наиболее интересных и важных явлениях, сопутствовавших стоку воды (селевые выносы, большие затопления и размывы берегов, ледовые явления и т.п.) или объясняющих его колебания, например начало интенсивного снеготаяния, прохождение сильного дождя и пр.

10. В случае полного отсутствия стока за какие-либо сутки против соответствующего числа графы 1 делается запись: "Стока не было". Если сток отсутствовал в течение нескольких суток, в таблице пишется "С \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ стока не было".

11. После записи и обработки суточных данных производится подсчет и выборка итоговых месячных характерных величин, записываемых в специально отведенных для этого строках на 4-й странице таблицы:

а) подсчитывается объем стока за месяц суммированием суточных объемов, приведенных в графе 9;

б) подсчитывается число секунд в месяце умножением полного числа дней месяца (а не только дней, в которые происходил сток) на 86400;

в) делением первой из перечисленных величин на вторую получается средний расход воды за месяц;

г) из данных графы 6 выбираются наибольший и наименьший расходы воды за месяц и записываются с указанием даты (с точностью до 5 минут). Если сток отсутствовал в течение ряда суток, то дата наименьшего расхода воды указывается сокращенно, т.е. перечисляются лишь дни, в течение которых стока не было.

12. В конце таблицы стока дается заключение о степени надежности приводимых данных, основанное на рассмотрении и анализе как материалов наблюдений с точки зрения правильности и полноты последних, так и эксплуатационных сведений о состоянии и условиях работы расходомера. Поскольку эта оценка является весьма сложной и ответственной, она производится начальником или инженером станции.

§ 318. Хронологические графики средних суточных расходов воды строятся для постов, оборудованных гидрологическими расходомерами, взамен графиков колебаний уровня воды. Составление и анализ графиков производятся в соответствии с указаниями "Наставления гидрометстанциям и постам" вып.6, ч.I с той разницей, что по оси ординат откладываются не уровни, а расходы воды. Масштаб расхода (вертикальный) выбирается в зависимости от величины наибольшего расхода воды с таким расчетом, чтобы наибольшему расходу соответствовал отрезок в 10-20 см.

§ 319. Внесение эксплуатационных сведений в технический паспорт гидрометрического устройства производится в соответствии с указаниями главы XI:

а) ежемесячно - по записям в полевой книжке,

б) после каждой инспекции поста - на основании отчета об инспекции,

в) по получении внеочередных донесений наблюдателя об изменениях, носящих катастрофический характер.

§ 320. Составление и оформление Гидрологического ежегодника производится по окончании года в соответствии с указаниями "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.III и "Дополнений и изменений к Наставлению" вып.6, ч.III, изд.1966.

## **Глава XIV**

### **ИНСПЕКЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ**

§ 321. Инспекция производится в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.10.

В отношении постов на малых реках, оборудованных сложными гидрометрическими устройствами и самописцами уровня воды, необходимо особо подчеркнуть требование о проведении инспекции начальником или инженером станции. Поручение ее старшему технику или технику недопустимо даже в качестве временной меры и может быть разрешено лишь в виде исключения в том случае, если начальник станции или инженер не могут своевременно посетить пост.

Недопустима также задержка инспекции против установленных сроков или пропуск очередной инспекции.

Кроме общих указаний "Наставления гидрометеорологическим станциям и постам" вып.10, необходимо соблюдать дополнительные указания.

Посты на малых реках, оборудованные гидрометрическими установками и самописцами уровня

воды, инспектируются не менее трех раз в год в следующие сроки:

1. На реках, характеризующихся высоким снеговым половодьем, устойчивой летней меженью и длительным ледоставом:

- а) перед замерзанием или во время него;
- б) во второй половине зимы или в половодье;
- в) летом после спада половодья при устойчивых низких уровнях.

2. На реках, характеризующихся летними паводками:

- а) перед замерзанием или во время него;
- б) в конце зимы;
- в) летом при высоких уровнях.

Примечание. На незамерзающих реках первая инспекция может не производиться.

3. На реках в области вечной мерзлоты:

- а) перед замерзанием или во время него;
- б) в середине зимы, в начальный период образования наледей и пучения грунта;
- в) весной перед вскрытием и началом половодья или в период прохождения его;
- г) во второй половине лета, в период наибольшего оттаивания деятельного слоя почвы.

Кроме этих плановых, очередных инспекций выезд на пост производится немедленно по получении донесений наблюдателя о неисправности гидрометрического устройства или нарушении его нормальной работы, а также после обнаружения при обработке наблюдений дефектов, вызванных изменениями высотного положения нулей наблюдений или неисправностью самописца уровня воды.

На постах, оборудованных тонкостенными водосливами, гидрометрическими лотками и контрольными руслами, при обработке и анализе данных контрольной нивелировки приводка отсчетов по рейке (свае) к нулю графика вычисляется не с точностью 1 см, как обычно, а с большей точностью, порядка 0,2-0,5 см.

На малых ГЭС и водосбросах инспекция производится в соответствии с правилами по учету стока на них, изложенными в Наставлении вып.6, ч.1, гл. 6.

§ 322. При инспекции производятся следующие работы:

- 1) проверка правильности и своевременности производства наблюдений, их записи и обработки;
- 2) осмотр русла реки (ручья) выше и ниже устройства;
- 3) обследование состояния гидрометрического устройства;
- 4) обследование установки самописца;
- 5) обследование контрольных водомерных устройств;
- 6) контрольная нивелировка реперов и водомерных устройств;
- 7) установка отопления (в предзимнюю инспекцию);



8) устранение замеченных дефектов в состоянии установки.

§ 323. При проверке правильности наблюдений и их обработки начальник (инженер) станции обращает особое внимание на следующее:

1) точность хода часов (погрешность хода часов не должна превышать  $\pm 5$  минут);

2) своевременность производства срочных наблюдений (проверяется по лентам самописца);

3) правильность производства наблюдений (проверяется непосредственно на посту путем контрольных отсчетов);

4) разборчивость и аккуратность записей в полевой книжке и на ленте самописца, отсутствие подчисток в записях;

5) полнота и понятность записей визуальных наблюдений и текущих эксплуатационных сведений;

6) правильность выписки приводок в "Справочной табличке" и правильность приведения уровней к нулю графика поста;

7) правильность определения расходов воды по тарифовочной таблице гидрологического расходомера;

8) правильность подсчета средних и выборки крайних величин.

§ 324. Осмотр русла реки (ручья) производится совместно с наблюдателем в соответствии с указаниями гл. II.

§ 325. Обследование состояния гидрометрического устройства имеет целью выявление возможных нарушений нормальной работы и состоит в тщательном внешнем осмотре, а в случае необходимости - вскрытии его подземных частей.

В частности, при осмотре обращается внимание на следующие возможные нарушения:

1) фильтрация через тело сооружения и под сооружением. При обнаружении фильтрации выясняются причины и принимаются меры к ее уничтожению (заливка бетоном, укладка мятой глины, смоление или замена деревянных частей). Если видимой причины не обнаружено, то производится по возможности отрывка подземных частей, их осмотр и ликвидация фильтрации;

2) обход сооружения потоком с боков;

3) появление трещин и выкрашивание в бетонных конструкциях;

4) видимый перекося, вызываемый неравномерным оседанием и выпучиванием сооружения или его подмывом (в дальнейшем уточняется контрольной нивелировкой);

5) гниение деревянных частей;

6) выгиб и поломка металлических частей;

7) появление ржавчины на металлических частях (устраняется счисткой и окраской конструкций масляной краской);

8) засорение верхнего бьефа установки (в гидрометрических лотках - пониженной части лотка, в стыке горловины и отводящего раструба) наносами, карчами, древесным мусором и т.п. Если это явление происходит в размерах, угрожающих нормальной работе расходомера, производится полная очистка верхнего бьефа;

9) герметичность закрытия сбросного отверстия, предназначенного для опорожнения верхнего бьефа. При наличии просачивания через закрытое отверстие производится его герметизация путем смены резиновой прокладки или полной замены закрывающей отверстие пробки.

§ 326. В гидрологических расходомерах типа тонкостенных водосливов особенно тщательно обследуется водосливная стенка, малейшие нарушения в положении и состоянии которой могут вызвать существенные неправильности в определении расхода воды. При осмотре необходимо обратить особое внимание на следующее.

1. Вертикальность стенки проверяется отвесом; для этого на верхний горизонтальный край металлического щита водослива накладывается металлическая рейка или планка, в середине которой просверливается отверстие для нити отвеса. Планку устанавливают так, чтобы отверстие приходилось в плане точно на линии верхнего обреза стенки; тогда отклонение грузика отвеса от ребра водослива вверх или вниз по течению покажет неперпендикулярность стенки. Допускается отклонение от вертикального положения до  $5^\circ$ . В случае большего отклонения положение стенки должно быть исправлено.

2. Скос водосливной стенки в плоскости крепления проверяется следующим способом.

На верхний край стенки накладывается прямая рейка, и на ней устанавливается уровень. Отклонение пузырька уровня от середины свидетельствует о перекосе стенки. Для водосливов допускается наличие уклона порога водослива не больше 0,01 (что соответствует углу отклонения оси симметрии от линии отвеса не больше  $35'$ ).

Если отклонение превосходит указанную величину, оно должно быть устранено простыми средствами (например, утолщением резиновой прокладки с одного края) или путем капитального переустройства стенки.

3. Зазубрины на ребре водослива удаляются напильником. В этом случае ребро водослива спиливается по всей длине на глубину зазубрин, а потом обрабатывается, как показано на рис. IX.1.

4. Ржавчина на ребре водослива удаляется вначале напильником с тонкой насечкой, а окончательно - наждачной бумагой.

5. Неплотное крепление водосливной стенки в закладной части сооружения устраняется завинчиванием до отказа гаек на болтах, скрепляющих эти части. В случае если некоторые гайки или болты отсутствуют, необходимо довести их количество до полного комплекта, для чего следует иметь при себе запасные гайки и болты.

6. Отсутствие свободного доступа воздуха под переливающуюся струю (в прямоугольном водосливе без бокового сжатия) устраняется прочисткой трубки.

§ 327. Обследование установки самописца уровня заключается в детальном внешнем осмотре, при котором следует обращать внимание на следующие характеристики.

1. Устойчивость установки самописца достигается надежностью крепления его платы к столу и самого стола к колодезю. При обнаружении недостаточности крепления (расшатывание его) производится подвинчивание или замена винтов, с помощью которых плата закрепляется на столе, а также, исходя из примененной конструкции, улучшается крепление самого стола.

2. Отсутствие перегиба стола проверяется уровнем. При обнаружении перегиба под соответствующий угол платы самописца подкладывается деревянная или резиновая прокладка необходимой толщины.

3. Свободное соединение колодезя самописца с руслом реки (ручья) проверяется:

а) внешним осмотром (отсутствие скоплений наносов у вывода трубы в русло);

б) сравнением хода уровня воды по лентам самописца с отсчетами по основному водомерному посту;

в) искусственно созданным волнением в русле реки вблизи вывода трубы, которое должно немедленно сказаться на колебаниях поплавка прибора;

г) при наличии контрольной рейки в колодезе самописца - сравнением ее показаний с показаниями основного водомерного поста.

В случае засорения соединительной трубы производится ее прочистка путем протаскивания троса или проволоки с насаженным на них жестким ершом или другим способом.

4. Состояние измерительного павильона самописца, в котором должны быть чистота и порядок. Двери должны закрываться плотно и без щелей, окна - вымыты и протерты. Допускается хранение в павильоне подсобного инвентаря.

§ 328. При обследовании самого регистрирующего прибора производятся следующие работы.

#### 1. Проверка хода и регулировка часового механизма

Проверка хода часов самописца производится по точно выверенным часам, имеющимся у инспектирующего лица. В результате должно быть установлено совпадение интервала времени между моментами установки и снятия ленты, определенного по контрольным часам и по записи на ленте (т.е. общей длины пути пера вдоль оси времени, выраженной в единицах времени по установленному для данного самописца масштабу записи). Например, для самописца "Валдай" длина суточного пути пера по горизонтальной оси должна соответствовать 288 мм.

Порядок регулировки часовых механизмов самописца выполняется в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

#### 2. Проверка чувствительности прибора

Эта проверка производится путем плавного приподнимания поплавка за тросик. Перо должно плавно без задержек дать запись на ленте в виде вертикальной черты. Обнаруженные задержки и толчки свидетельствуют о недостаточной чувствительности прибора и требуют очистки и смазки его внутренних частей.

Кроме того, о недостаточной чувствительности прибора свидетельствует ступенчатая запись на ленте самописца за период, предшествовавший инспекции.

#### 3. Проверка достаточности и правильности смазки прибора

Все трущиеся части должны периодически смазываться маслом; смазка не должна быть слишком обильной и густой.

При инспекции все трущиеся части механизма самописца (кроме часов, которые не разбираются и не смазываются) промываются смоченной в бензине чистой тряпкой и снова смазываются.

#### 4. Проверка исправности пера самописца и качества чернил

Линия записи на ленте должна быть непрерывной и тонкой. При растекшейся толстой линии следует промыть перо, проверить, не загустели ли чернила. В случае неисправности пера оно заменяется запасным, приложенным к комплекту прибора.

#### 5. Ремонт прибора

На месте инспектирующим лицом может быть произведен следующий ремонт самописца "Валдай":

а) замена струны, поддерживающей гирю часового привода, на новую. Для этого отвинчивается винт барабанчика сверху часового механизма, головка барабанчика снимается и в отверстие проводится новая струна, закрепляемая в головке узлом;

б) пайка поплавка самописца или замена его новым;

в) замена троса поплавочной системы новым, который должен быть заранее получен с завода-изготовителя и привезен инспектирующим лицом;

г) замена часового механизма прибора.

Ремонт часового механизма, смена подшипников оси поплавкового колеса, ремонт оси, замена

или исправление деталей кожуха, барабана, каретки должны производиться только на заводе или в бюро поверки приборов.

§ 329. Обследованию подвергаются все водомерные устройства станции (поста): сваи, рейки обычные и крючковые, максимальная рейка.

Осмотр постовых устройств обычных типов производится согласно "Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам" вып.10.

При обследовании максимальной рейки проверяется устойчивость трубы, в которой помещен стержень-указатель, свободное сообщение трубы с руслом реки через отверстия в нижней части, надежность фиксации наивысших уровней между сроками наблюдений.

При обследовании крючковой рейки проверяется:

1) устойчивость крепления рейки в кронштейнах;

2) целостность острия рейки. Если острие поломано, погнуто или затупилось, необходимо произвести заточку его и соответствующее исправление приводки отсчетов к нулю графика;

3) отсутствие ржавчины. Обнаруженная ржавчина удаляется осторожно, так чтобы не повредить насечку делений на рейке. После удаления ржавчины рейка протирается масляной тряпкой;

4) легкость вращения микрометричного винта.

§ 330. При контрольной нивелировке поста перед ее началом производится детальный осмотр реперов с проверкой сохранности их частей, а также надежности крепления стенных реперов-марок, заложенных в теле сооружения. Обнаруженные дефекты немедленно устраняются.

В установках гидрометрических лотков нивелировкой обязательно проверяется горизонтальность дна приемного раструба (в продольном и поперечном направлениях), уклон дна горловины и отводящего раструба.

Данные контрольной нивелировки сразу обрабатываются и вписываются в графы 4-6 "Справочной таблички" книжки КГ-1 для записи наблюдений.

§ 331. Полученные отметки стенных марок, заложенных в теле сооружения, сопоставляются с данными предыдущей нивелировки. В случае неодинакового изменения отметок стенных марок, выходящего за пределы точности нивелировки и свидетельствующего о неравномерной осадке или выпучивании сооружения в продольном или поперечном направлении (перекосе его), инспектирующий принимает меры по устранению и предотвращению в дальнейшем этого явления.

Если соответствующее исправление гидрометрического устройства подручными средствами невозможно и требует капитальных работ, вплоть до перестройки всего сооружения, инспектирующий сразу по возвращении из инспекции письменно доносит о происшедшем в УГМС (ГМО), одновременно приводя свои соображения о способах и стоимости работ по ликвидации обнаруженных недочетов.

§ 332. При проведении предзимней инспекции производится установка отопления. Следует иметь в виду, что от правильной и своевременной установки отопления зависит нормальная работа гидрометрического устройства как в зимний период, так и во время весеннего половодья. Поэтому данная работа проводится обязательно в присутствии инспектирующего лица, под его непосредственным наблюдением и руководством.

С особой тщательностью отепляется непосредственно измерительное устройство, а также колодец и измерительный павильон самописца (на постах, где зимой ведется непрерывная регистрация уровня воды).

§ 333. Результаты инспекции оформляются в соответствии с действующими правилами и формами. Кроме того, на последней страничке книжки для записи наблюдений отмечаются основные результаты инспекции: замеченные неправильности в наблюдениях и их обработке, дефекты в состоянии установки и меры, принятые к их устранению, а также распоряжения наблюдателю о ведении дополнительных наблюдений, сроках необходимых ремонтных и подготовительных работ и

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### КРАТКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ

§ 1. Для получения плановой топографической основы участков малых рек, на которых предполагается возведение гидрометрических сооружений, рекомендуется 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.

§ 2. 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 съемка производится, как правило, на протяжении не менее 15-20-кратной ширины меженного русла, а на очень малых реках и ручьях - не менее 25-50 м.

§ 3. Масштаб съемки назначается в зависимости от размеров снимаемого участка (табл.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 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                                        | "                                |

§ 4. В состав инструментальной топографической съемки входят следующие работы: 1) проложение плановой и высотной основы съемки; 2) выполнение съемки рельефа местности (включая рельеф дна реки) полярным способом (методом засечек) или по разбитым от магистрали поперечникам (с промером глубин); 3) нивелирование мгновенного продольного профиля реки. В камеральные работы входит составление планов и профилей участка.

§ 5. 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.

Промерные поперечники входят в соответствующие поперечные профили. В местах резких переломов поперечного профиля берутся дополнительные точки. Концы и углы магистрали, концы поперечных профилей и промерных поперечников, а также точки заметных переломов рельефа закрепляются кольями.

Поперечные профили (если съемка ведется по поперечникам) разбиваются в зависимости от изменения конфигурации русла реки, но с учетом средних расстояний, приведенных в табл.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.

Опорными (плановыми и высотными) точками съемки являются реперы, один из которых закладывается в месте пересечения магистрали средним поперечным профилем, обычно совпадающем с гидроствором, другой - в этом же створе на противоположном берегу. Отметка реперов, если не представляется возможным сразу же привязать их к нивелирным знакам государственной опорной сети, назначается 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 "Инструкцией по нивелированию I, II, III и IV классов" (ГУГК).

§ 6. Нивелирование поперечных профилей производится применительно к IV классу. Профили, ограничивающие участок съемки, нивелируются 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 нивелируются до отметок, на 0,5 м превышающих отметку уреза. Рельеф берегов русла (поймы), а при необходимости и самого русла между поперечными профилями наносится на план с помощью тахеометрической съемки.

§ 7. Промеры глубин производятся с помощью штанги по поперечникам, разбиваемым при проложении плановой основы съемки, с точностью до 1-2 см на равнинных реках и 3-5 см на горных.

Урезы воды перед промерами закрепляются кольями, забиваемыми вровень с уровнем воды и нивелируемыми от ближайшей точки магистрали. На каждом поперечнике промеряется не менее 10 промерных точек; на реках шире 10 м промерные точки назначаются через 1 м равномерно по ширине реки и, кроме того, в местах резкого перелома профиля дна. Положение промерных точек на поперечнике определяется по размеченному тросу с точностью до 0,1 м. Если снимается сухое русло, то промеры глубин заменяются нивелировкой.

§ 8. Нивелирование мгновенного продольного профиля водной поверхности и дна реки по створу производится на участке, протяженность которого обеспечивает достаточную точность определения уклона, в соответствии с Наставлением вып.6, ч.1 и дополняющими его Методическими указаниями N 81. 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 назначается в зависимости от величины уклона, но всегда должно быть меньше 75 м.

Перед нивелированием по возможности одновременно в предварительно намеченных точках, расстояние между которыми измерено мерной лентой, вровень с водой забиваются колышки.

При наличии поперечного уклона водной поверхности забивка колышков и последующее нивелирование производится отдельно по правому и левому берегам.

Если снимается сухое русло, то нивелируется только линия наинизших 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.

§ 9. Обработка съемки производится в поле (на станции). Составление плана участка ведется в следующем порядке:

1) наносятся и закрепляются плановая и высотная основы съемки, а также направление магнитного меридиана;

2) по данным нивелирования наносятся и закрепляются все нивелировочные точки урезов, промерные точки, метки высоких вод и около них выписываются отметки;

3) проводятся в карандаше горизонтали, линии рабочих урезов и границы разлива при самом высоком (историческом) уровне воды;

4) в поле на основании осмотра местности уточняется направление горизонталей и линий урезов и глазомерно наносится ситуация;

5) закрепляются горизонтали, линии рабочих урезов и границы разлива;

6) выписываются названия реки, ее притоков, урочищ, сооружений, населенных пунктов и пр.;

7) на полях плана приводится описание и отметка временного репера, азимуты магистрали и поперечных профилей и другие сведения;

8) на план участка водпоста следует нанести места выходов родников, наличие водной растительности, валунов, отдельные деревья и т.п.;

9) делается заглавная надпись - название бассейна (моря, крупной реки), реки, населенного пункта или урочища, масштаб и дата съемки, должность и подпись лица, производившего съемку и вычертившего план;

10) вычерчивается поперечный профиль по гидроствору и продольный профиль реки в пределах выполненной съемки.

На продольный профиль наносится линия дна, линия уровня воды в момент съемки и линия высокого уровня воды. При этом в примечании указывается, 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.

§ 10. Определение направления и величины скорости течения и обработка полученных данных производится в соответствии с "Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам" вып.6, ч.1.

§ 11. 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.

Закладка скважин (шурфов) производится: 1) по основному створу - в трех или пяти точках (по одному-двум на берегах и одному в русле), 2) по двум поперечникам в 5-10 м выше и ниже основного створа в 3 точках (желательно).

Скважины (шурфы) доводятся до водоупора, а при очень глубоком его залегании - до глубины не менее 3 м.

Пробы грунта при бурении берутся через 0,25-1,00 м в зависимости от степени однородности грунта.

Крупность, однородность, цвет и плотность грунтов определяются глазомерно непосредственно у скважины. При проходке скважин (шурфов) отмечается высота уровня появления грунтовых вод, а в районах с вечной мерзлотой - ее верхняя граница. Все полевые записи ведутся в журнале, образец заполнения которого приведен в табл.2.

**ЖУРНАЛ БУРЕНИЯ (ШУРФОВАНИЯ)**

(Пример заполнения)

УГМС ЦЧО

Станция Ново-Девицкая

Место бурения: створ проектируемого расходомера на Приусадебном лугу

Дата 9-10 июня 1966 г.

Работы производил инж.

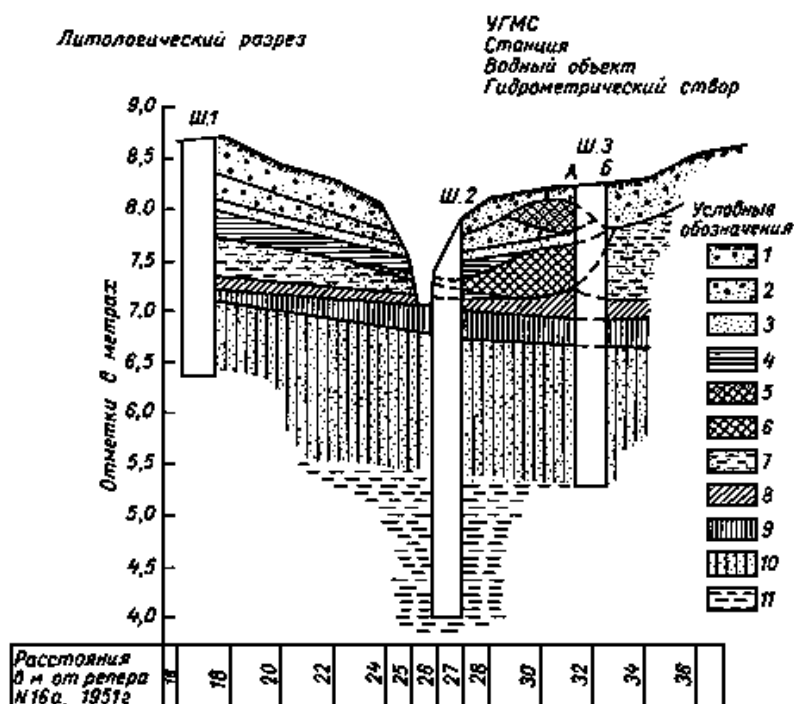
| N<br>п/п | Наименование горизонта                                                                        | Глубина<br>залегания,<br>см | Мощность,<br>см | Примечание                                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Шурф N 1 - в 10 м от ручья по<br>правому берегу                                               |                             |                 |                                                                                           |
| 1        | Растительный слой, песок с галькой                                                            | 0-35                        | 35              |                                                                                           |
| 2        | Песок бурый, крупнозернистый, с<br>галькой и слюдой                                           | 35-60                       | 25              |                                                                                           |
| 3        | Песок желтый, мелкозернистый                                                                  | 60-70                       | 10              |                                                                                           |
| 4        | Более крупный песок темно-желтый,<br>с большим количеством гальки и<br>линзами ортштейна      | 70-100                      | 30              |                                                                                           |
| 5        | Песок темно-желтый до бурого,<br>местами с большим количеством<br>гальки и гравия, водоносный | 100-140                     | 40              | Вода показалась на<br>глубине 120 см<br><br>Взят образец грунта на<br>механический анализ |
| 6        | Песок серый, крупнозернистый, с<br>галькой и гравием                                          | 140-150                     | 10              |                                                                                           |
| 7        | Песок светло-серый,<br>мелкозернистый, с растительными<br>остатками                           | 150-160                     | 10              |                                                                                           |
| 8        | Суглинок легкий, светло-серый                                                                 | 160-220                     | 60              | Взят образец на<br>механический анализ                                                    |
|          | Шурф N 2 - захватывает левый берег<br>и дно ручья                                             |                             |                 |                                                                                           |
| 1        | Растительный слой, песок с галькой                                                            | 0-25                        | 25              |                                                                                           |
| 2        | Песок бурый с галькой и тончайшими<br>слюдяными пластинками                                   | 25-40                       | 15              |                                                                                           |
| 3        | Песок желтый, мелкозернистый                                                                  | 40-50                       | 10              |                                                                                           |
| 4        | Песок желтый с галькой и<br>прослойками ортштейна                                             | 50-80                       | 30              |                                                                                           |
| 5        | Торф                                                                                          | 80-90                       | 10              |                                                                                           |
| 6        | Песок темно-желтый,<br>крупнозернистый с галькой и<br>гравием, водоносный                     | 90-100                      | 10              | Вода появилась на<br>глубине 100 см                                                       |
| 7        | Песок серовато-желтый,<br>крупнозернистый                                                     | 100-115                     | 15              |                                                                                           |
| 8        | Песок светло-серый, мелкозернистый                                                            | 115-135                     | 20              |                                                                                           |
| 9        | Суглинок легкий, светло-серый,<br>средней плотности                                           | 135-280                     | 145             |                                                                                           |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |     |                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------------------------------|
| 10 | Переходит в плотную серую глину, в нижней части прослойки желтой глины<br>Шурф N 3 - на левом берегу ручья, в 6,5 м от шурфа N 2<br>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) | 280-410 | 130 |                                  |
|    | 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 |                                  |

Местоположение скважин и шурфов показывается 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 рисунке.



## Образец оформления литологического профиля

Примечания: 1. Если заранее известно, что учет стока воды в данном створе будет осуществляться без воздействия в русле гидрометрических сооружений, бурение (шурфование) не производится.

2. При скальных или крупнокаменистых грунтах, исключающих возможность ручного бурения и шурфования, производится описание грунтов, слагающих берега и ложе реки (породы, трещиноватость, размеры и формы отдельностей - глыб и т.п.).

3. Если обследуется русло, заполненное водой, то средний шурф (который должен бы быть в русле) закладывается на берегу, возможно ближе к урезу воды.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 2

#### ПАМЯТКА-СПРАВКА

Река \_\_\_\_\_

Проектируемый створ \_\_\_\_\_

#### I. Общие сведения

1. Область \_\_\_\_\_

2. Район \_\_\_\_\_

3. Главная река \_\_\_\_\_

4. Расположение гидроствора \_\_\_\_\_

насел.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) \_\_\_\_\_

ж) места, пригодные под водохранилища  
по карте \_\_\_\_\_

по опросу \_\_\_\_\_

по обследованию на месте \_\_\_\_\_

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)

снегосъемки \_\_\_\_\_

## **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 \_\_\_\_\_

влажность почвы \_\_\_\_\_

снегозапасы \_\_\_\_\_

погода \_\_\_\_\_

общая оценка \_\_\_\_\_

#### **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. Руслые 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, лесных заломов (таежные реки), заторов при лесосплаве и пр., 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 \_\_\_\_\_ состав наблюдений \_\_\_\_\_

---

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### ОПИСАНИЕ КРЮЧКОВОЙ РЕЙКИ

На водомерных постах, оборудованных водосливами и гидрометрическими лотками, а также искусственными контрольными руслами, в качестве основного измеряющего уровень устройства применяется крючковая рейка (рис.1), позволяющая измерять высоту уровня воды с точностью до  $\pm 1$  мм.

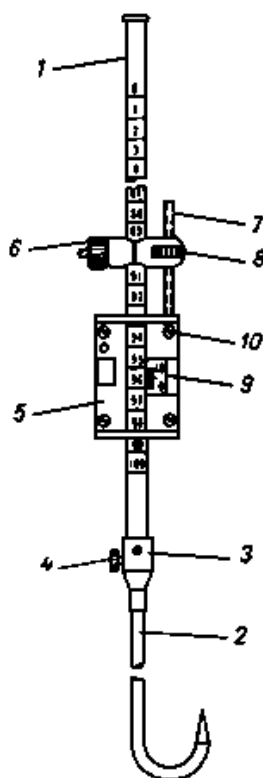


Рис.1. Крючковая рейка

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.

Рейка может вертикально перемещаться в направляющих цапфах кронштейна 5 и закрепляется зажимной гайкой 6 со стопорным винтом. Для более точной наводки острия крючковой рейки на поверхность воды служит микрометричный винт 7 с гайкой 8. Отсчет уровня с точностью до миллиметра производится 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.2.

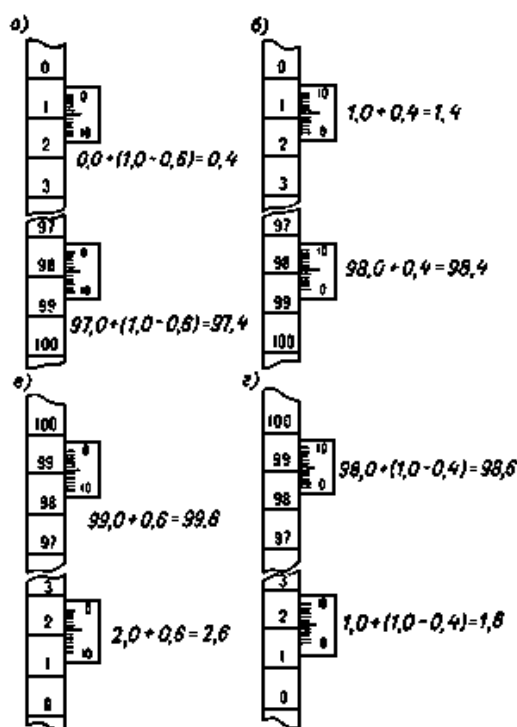


Рис.2. Примеры отсчета показаний по крючковой рейке с использованием шкалы нониуса в см

В зависимости от конструкции гидрометрического устройства крючковая рейка крепится на стенке подводящего канала (бассейна) или на самостоятельной опоре.

Первый способ крепления применяется в гидрометрических лотках и на водосливных установках, имеющих подводящий канал с вертикальными бетонными или деревянными стенками. К деревянной стенке крючковая рейка непосредственно привинчивается шурупами; в бетонных и железных конструкциях рейка крепится к железному уголку, втпленному в бетон или приваренному к железной стенке.

На водосливных установках, имеющих подходной бассейн с пологими естественными откосами, крючковая рейка крепится на самостоятельной опоре - деревянной свае или железном уголке, забитом в дно реки. При значительном удалении рейки от берега оборудуется легкий дощатый мостик для удобства подхода к ней (рис.3). В местах, где возможно повреждение крючковой рейки внешнего водомерного поста, рейка должна быть съемной. На опоре для рейки укрепляются четыре металлических стержня-штыря, диаметр которых равен диаметру отверстий для шурупов в кронштейне реки. В этом случае каждый раз перед производством наблюдений рейка надевается отверстиями в кронштейне на штыри, после чего производится наводка острия крючка рейки на уровень воды и отсчет делений рейки.

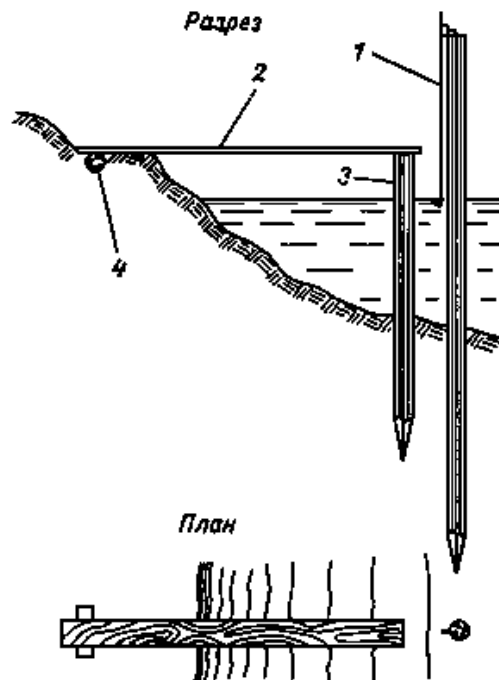


Рис.3. Свайный мостик для подхода к рейке  
1 - крючковая рейка; 2 - доска; 3 - свая; 4 - лежень

Установка крючковой рейки, дающей высокую точность измерения высоты уровня воды, требует надежной защиты от волнения.

Крючковая рейка должна быть установлена в месте со стоячей водой - в естественной заводии, 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 производится нивелировка ее одним из двух следующих способов.

Первый способ. а) Если верхнее деление рейки нулевое, оно совмещается с нулем нониуса, после чего нивелируется отметка верха рейки. Из отметки верха рейки вычитается длина верхней, неразмеченной части рейки, измеренная миллиметровой линейкой. Полученная величина будет отметкой нуля нониуса рейки. Для приводки наблюдаемых уровней к нулю графика поста к соответствующим отсчетам по рейке надлежит прибавлять разность приводки нуля нониуса и длины части рейки от нулевого ее деления до острия крючка.

*Пример.* Отметка репера 10,0 м = 10000 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.

б) Если нуль рейки внизу, то при нивелировке нуль нониуса совмещается с сотым делением рейки. Наблюдаемые уровни в возвышении над нулем графика определяются 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

$$9043 - 7000 - 665 - 300 = 1078 = 1,078 \text{ м.}$$

Второй способ может быть применен только при спокойной, гладкой поверхности воды. В непосредственной близости от рейки забивается колышек вровень с водой и одновременно делается



отсчет по крючковой рейке. Далее нивелировкой определяется отметка колышка, равная отметке уровня воды в момент отсчета.

а) Для реек с нулевым делением внизу превышение наблюденных уровней над нулем графика определяется вычитанием из отметки уровня воды отметки нуля графика и прибавлением к этой разности 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;

б) Для реек с нулевым делением сверху превышение уровней над нулем графика определяется 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 10000 мм, нуля графика 7000 мм, уровня воды 8200 мм.

Ноль рейки внизу. Первоначальный отсчет по рейке 400 мм. Отсчет при очередном наблюдении 500 мм. Превышение наблюденного уровня над нулем графика  $8200-7000+(400-500)=1100$  мм.

Приводка нуля нониуса

$$8200-7000+300+400 \text{ мм}=1900 \text{ мм.}$$

Ноль рейки сверху. Первоначальный отсчет по рейке 600 мм. Отсчет при очередном наблюдении 500 мм. Возвышение наблюденного уровня над нулем графика

$$8200-7000-600+500=1100 \text{ мм.}$$

Приводка нуля нониуса

$$8200-7000+300+1000-600=1900 \text{ мм.}$$

Примечания: 1. 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 устраивается комбинированным, т.е. пост обычного типа (соответственно "Наставлению гидрометстанциям и постам" вып.6, ч.1) для измерения высоких уровней и крючковая рейка для измерения низких уровней, при которых расход воды определяется по напору на водосливе или гидрометрическом лотке.

2. Вместо крючковой рейки применяется игольчатая в следующих случаях: а) река проносит большое количество плывущего сора, листьев или травы

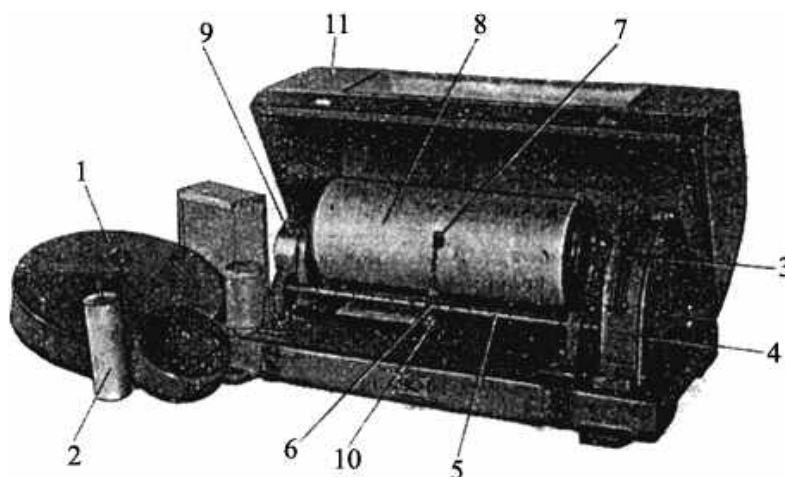
б) пост установлен в приемном раструбе гидрометрического лотка, причем напор в межень падает ниже 5 см.

Обычная крючковая рейка может быть легко переделана в игольчатую: крючок рейки разгибается или отрезается. В последнем случае острие рейки затачивается 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.

**Назначение прибора.** Самописец уровня воды ГР-38 предназначается для непрерывной регистрации высоты уровня воды водоемов и водотоков при продолжительности действия без смены ленты в течение 8, 16 или 32 суток.

**Описание и принцип действия.** Самописец уровня воды длительного действия ГР-38 состоит из двух основных узлов: поплавкового устройства и регистрирующего механизма (см. рисунок).



Самописец уровня воды типа ГР-38

Поплавковое устройство самописца состоит из пустотелого металлического поплавка 1 диаметром 250 мм и груза, подвешенных на тросе длиной 8 м с помощью противовеса-гири 2 весом 1,1 кг к поплавковому колесу 3. Поплавковое колесо заключено в кожух 4.

Ось поплавкового колеса 3 связана зубчатой передачей с ходовым винтом 5 регистрирующего механизма. Регистрирующий механизм состоит из однозаходного ходового винта 5, на который надета каретка 6 с держателем карандаша 7, и из барабана 8 с наложенной на него лентой специальной разграфки, приводимого в движение часовым механизмом 9 через зубчатую передачу. В средней части каретки установлен плунжер 10 с подпружиненным штифтом, который одним концом входит в канавку резьбы ходового винта. Таким способом при вращении ходового винта обеспечивается перемещение каретки вдоль его оси.

Параллельно ходовому винту установлена шкала, служащая для непосредственного отсчета высоты уровня, для чего служит указка, укрепленная под плунжером. Держатель карандаша 7 установлен на шарнире, что позволяет производить его установку на нужное деление ленты барабана, соответствующее значению уровня в данный момент времени. Диаметр барабана самописца 122,1 мм, длина 310 мм.

При зубчатых шестеренках оси поплавкового колеса и винте с передачей 1:1 запись уровня производится в масштабе 1:20 при амплитуде колебания уровня до 6 м, при шестеренках с передачей 2:1 масштаб записи уровня 1:10 и предельная амплитуда колебания уровня 3 м, при шестеренках с передачей 4:1 масштаб записи уровня 1:5, амплитуда колебания уровня 1,5 м.

Барабан приводится в движение, как указано выше, посредством зубчатой передачи от часового механизма, смонтированного на специальном кронштейне. Зубчатая передача сменная.

Показатели работы барабана при различных передачах приведены в следующей таблице.

|                        |                                   |                                       |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Шестерни, число зубьев | Скорость передвижения ленты, мм/ч | Период одного оборота барабана, сутки |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|

| ось часового механизма | ось барабана |     |    |
|------------------------|--------------|-----|----|
| 56                     | 84           | 2   | 8  |
| 35                     | 105          | 1   | 16 |
| 20                     | 120          | 0,5 | 32 |

Регистрирующий механизм и поплавковое колесо самописца заключены в металлический кожух 11 со смотровым окном. Прибор смонтирован на литой силуминовой плате.

Для предохранения механизма прибора от пыли и влаги между кожухом и платой проложена резиновая прокладка и установлен стаканчик с влагопоглотителем.

Принцип действия прибора ГР-38 основан на передаче движений поплавка, а тем самым и изменений уровня воды во времени записывающему устройству.

В период эксплуатации следует иметь в виду следующие обстоятельства.

В случае когда фактическое изменение уровня воды за время одного оборота барабана превысит предельную амплитуду уровня, регистрируемую самописцем при данном масштабе передачи, карандаш доходит до края ленты, запись уровня прерывается, а карандаш скользит вдоль края ленты до момента, когда уровень вновь войдет в пределы освещаемой прибором амплитуды, т.е. в пределы листа. При установке самописца необходимо проследить, чтобы начальное положение каретки с карандашом обеспечивало возможно более полное освещение ожидаемого изменения уровня. Например, при установке самописца накануне (в начале) подъема уровня в половодье каретка с карандашом в начальном положении должна помещаться в левом углу ленты на барабане. Ограничение в отношении освещаемой амплитуды уровня является недостатком самописца ГР-38.

Во избежание недоучета изменений уровня в ряде случаев приходится выбирать мелкий масштаб записи. Указанный недостаток может быть устранен применением на самописце ГР-38 двухзаходного винта, подобного примененному на самописце типа 501.

Опыт эксплуатации ГР-38 показывает, что периодические посещения установки наблюдателем в течение 32 суток не исключаются.

На графике уровня, вычерчиваемом на ленте самописца ГР-38, высота уровня расположена в направлении, параллельном оси барабана, а время - по окружности барабана.

### Технические данные прибора

#### 1. Предел регистрации уровня воды:

при масштабе записи уровня 1:5 1,5 м

при масштабе записи уровня 1:10 3,0 м

при масштабе записи уровня 1:20 6,0 м

#### 2. Масштаб записи времени:

2 мм/ч - один оборот барабана за 8 суток

1 мм/ч - один оборот барабана за 16 суток

0,5 мм/ч - один оборот барабана за 32 суток

3. Завод часов 33 суток

4. Точность хода часов ±5 мин в сутки

Погрешность:

за 8 суток ±40 мин

за 16 суток ±1 ч 20 мин

за 32 суток ±2 ч 40 мин

5. Точность регистрации уровня при поплавке диаметром 250 мм ±1 см.

**Комплект прибора.** В комплект самописца уровня воды ГР-38 входят:

|                                                                               |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. Самописец уровня                                                           | 1 шт.    |
| 2. Поплавок с грузом-балластом                                                | 1 шт.    |
| 3. Трос (провод в хлорвиниловой оболочке марки ПМПЛТ-0,35, Ø2 мм, длиной 8 м) | 2 компл. |
| 4. Груз-противовес                                                            | 1 шт.    |
| 5. Зажимы                                                                     | 2 шт.    |
| 6. Три пары сменных шестерен и отвертка в футляре                             | 1 компл. |
| 7. Поверочное свидетельство                                                   | 1 экз.   |
| 8. Описание и инструкция по эксплуатации                                      | 1 экз.   |
| 9. Комплект специальных лент для самописца                                    | 60 шт.   |
| 10. Стаканчик с влагопоглотителем                                             | 1 шт.    |

**Установка прибора.** Самописец ГР-38 устанавливается в измерительном павильоне над колодцем, служащим для помещения поплавка на воду и защиты его от волнения и обмерзания; глубина колодца определяется амплитудой ожидаемого колебания уровня на месте установки.

Прибор устанавливается на столике или полке, прикрепленных к стенке павильона или в верхней части колодца в горизонтальном положении. Для получения правильно расположенной диаграммы записи поплавков навешивается на поплавковое колесо справа, если смотреть на самописец со стороны поплавкового колеса.

Ось поплавкового колеса связывается нивелировкой со стационарным репером. Положение уровня воды к началу записи устанавливается измерением от оси поплавкового колеса и записывается на ленте. При наличии контрольного поста записывается уровень, наблюдаемый на посту.

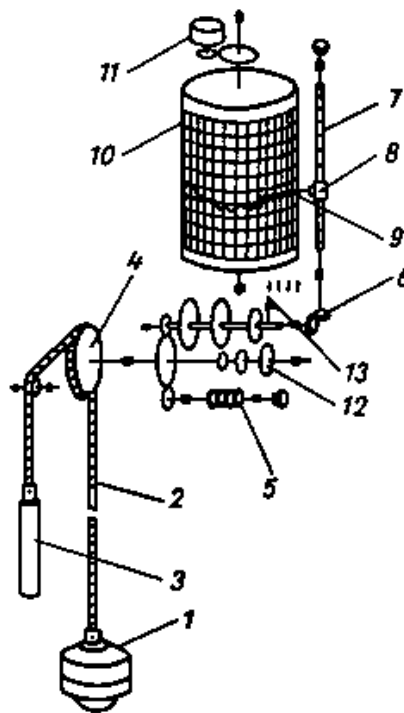
Смена ленты и завод часов производятся в зависимости от принятого масштаба времени через 7 (8), 15 (16) или 30 (31) суток. На снимаемой ленте указывают время снятия (до минут) и соответствующий ему отсчет по шкале прибора.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### ОПИСАНИЕ САМОПИСЦА УРОВНЯ ВОДЫ ТИПА 501 ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ "Метра" ЧССР

**Назначение прибора.** Самописец уровня воды типа 501 предназначается для непрерывной регистрации колебаний уровня воды на водомерных постах, установленных на водоемах и водотоках, при продолжительности действия без смены ленты в течение 2, 4 и 8 суток.

**Описание и принцип действия.** Самописец уровня воды состоит из двух основных узлов: поплавкового устройства и регистрирующего механизма. Как видно из кинематической схемы (см. рисунок), поплавковое устройство состоит из пустотелого металлического поплавка 1 и гирьки-противовеса 3, подвешенных при помощи бронзовой перфорированной ленты 2 к поплавковому колесу 4. Вращение поплавкового колеса через ось передается счетчику-указателю уровня 5 и, кроме того, через конические шестеренки 6 ходовому (бесконечному) винту 7 с кареткой 8, несущей перо регистратора 9. Перо, скользя по барабану 10, вычерчивает график колебаний уровня на бумажной ленте, закрепленной на поверхности барабана.



Кинематическая схема самописца типа 501

Барабан вращается часовым механизмом 11 при помощи двух шестеренок, одна из которых (меньшего диаметра) насажена и закреплена на оси часового механизма, а другая (большого диаметра) - на оси барабана. Указанные шестеренки (сменные) могут быть заменены другими парами шестеренок (из запасных в комплекте к самописцу) в зависимости от масштаба записи времени, т.е. расчетной продолжительности одного полного оборота барабана 2, 4 или 8 суток.

Соответственно устанавливаются и шестеренки на барабан и часовой механизм, которые придают соответствующую скорость вращения барабану: 10; 5 или 2,5 мм/ч. Барабан вращается на вертикальной оси, диаметр его 152,8 мм, высота 290 мм. Для закрепления ленты на барабане имеются два откидывающихся зажима. Для того чтобы извлечь барабан из самописца, следует повернуть влево до отказа рычаг в нижней части самописца, барабан при этом несколько опустится и выйдет из верхнего осевого гнезда. После этого барабан легко вынимается.

Размеры ленты к самописцу 495x280 мм; одна сторона бланка - чистая, другая имеет специальную разграфку - сетку. По горизонтальной оси на ленте отмечается время (480 мм = 2, 4 или 8 суткам), по вертикальной оси - амплитуда колебаний уровня воды (по ленте 250 мм).

Счетчик-указатель уровня 5 дает возможность непосредственно отсчитывать уровень воды во время наблюдения. Цифры в смотровом окошечке обозначают десятки метров, метры и сантиметры.

Переключатель масштаба записи уровня воды 12 представляет собой металлическую коробку, внутри которой помещается определенный набор шестеренок, дающих возможность получить четыре масштаба записи уровня 1:40, 1:20, 1:10 и 1:5 для регистрации амплитуды колебаний 10; 5; 2,5 и 1,25 м.

Изменение и установка масштаба записи производится путем ослабления винта указателя 13, помещенного на лицевой стороне коробки передач, его перемещения вправо или влево на штрих выбранного масштаба и закрепления указателя против штриха.

Ходовой винт 7 прямого и обратного хода каретки 8 дает возможность сохранить непрерывную запись на ленте при значительных подъемах или спадах уровня в водотоке, выходящих за пределы верхней или нижней границы барабана.

При подъеме уровня воды ходовой винт поворачивается вправо (по часовой стрелке) и передвигает каретку с пером вверх, к верхнему краю барабана. Если уровень воды будет непрерывно нарастать, каретка с пером, дойдя до края барабана, начнет двигаться в обратном направлении, т.е. опускаться.

В случае если подъем уровня прекратится и он начнет спадать, каретка с пером будет возвращаться обратно вверх по ходовому винту и, дойдя до верхнего края барабана, начнет опускаться вниз, т.е. возвращаться в исходное первоначальное положение уровня воды перед подъемом.

Помимо поплавкового устройства, положение каретки с пером можно изменить вращением головки коррекционного винта, расположенного в верхней части ходового винта.

Сопротивление фрикционного сцепления между конической шестерней переключателя масштаба уровня и ходовым винтом, которое возникает при вращении, регулируется посредством прижимной гайки под сцеплением, в нижней части прибора.

Самописец заключен в металлический водонепроницаемый кожух, закрытый спереди застекленной дверцей, которая закрывается двумя рычажными затворами и висячим замком.

Основание прибора круглое, с пятью отверстиями для крепления и тремя винтами с гайками для приводки прибора в горизонтальное положение.

Условия установки самописца уровня типа 501 аналогичны условиям установки самописца ГР-38.

### Технические данные прибора

#### 1. Пределы регистрации уровня воды:

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| при масштабе записи уровня 1:5  | 1,25 м |
| при масштабе записи уровня 1:10 | 2,5 м  |
| при масштабе записи уровня 1:20 | 5,0 м  |
| при масштабе записи уровня 1:40 | 10,0 м |

#### 2. Точность регистрации уровня воды:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| при масштабе 1:5  | 0,5 см |
| при масштабе 1:10 | 1,0 см |
| при масштабе 1:20 | 2,0 см |
| при масштабе 1:40 | 4,0 см |

#### 3. Масштаб записи времени:

- 2,5 мм/ч - 1 оборот барабана за 2 суток,
- 5,0 мм/ч - 1 оборот барабана за 4 суток,
- 10,0 мм/ч - 1 оборот барабана за 8 суток.

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| 4. Точность хода часов | ±5 мин в сутки |
| Погрешность:           |                |
| за 2 суток             | ±10 мин        |
| за 4 суток             | ±20 мин        |
| за 8 суток             | ±40 мин        |

#### Комплект прибора. В комплект прибора входит:

|                                             |   |     |
|---------------------------------------------|---|-----|
| 1. Самописец уровня воды типа 501           | 1 | шт. |
| 2. Поплавок диаметром 130 мм                | 1 | "   |
| 3. Груз-противовес для поплавка весом 630 г | 1 | "   |
| 4. Бронзовая перфорированная лента          | 1 | "   |
| 5. Шестеренки к часовому механизму:         |   |     |

|                                                    |     |     |
|----------------------------------------------------|-----|-----|
| с 1 оборотом в 2 суток                             | 1   | шт. |
| с 1 оборотом в 4 суток                             | 1   | "   |
| с 1 оборотом в 8 суток                             | 1   | "   |
| 6. Шестеренки к барабану самописца:                |     |     |
| с 1 оборотом в 2 суток                             | 1   | "   |
| с 1 оборотом в 4 суток                             | 1   | "   |
| с 1 оборотом в 8 суток                             | 1   | "   |
| 7. Заводной ключ к часовому механизму              | 1   | "   |
| 8. Описание прибора - инструкция по эксплуатации   | 1   | "   |
| 9. Бумажные ленты специальной разграфки для записи | 200 | "   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### ОПИСАНИЕ САМОПИСЦА УРОВНЯ "ВАЛДАЙ"

**Назначение прибора.** Самописец уровня воды "Валдай" (рис.1) служит для записи колебаний уровня на различных речных, озерных и других гидрологических постах Гидрометслужбы.

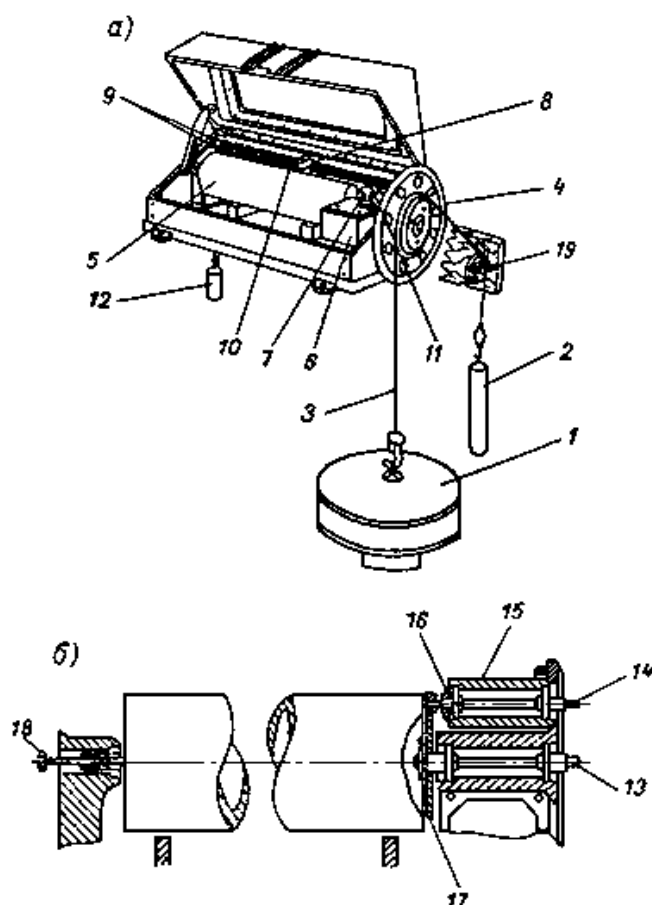


Рис.1. Самописец "Валдай"

а - схема прибора, б - схема включения масштабных шестеренок с барабаном

В настоящее время в системе Гидрометслужбы находятся в эксплуатации две модели самописца "Валдай": одна - выпуска до 1951 г. и вторая, модернизированная - выпуска 1952 г.

Самописец первого выпуска имеет два масштаба записи уровня: 1:1 и 1:2 при одном масштабе записи времени: 1 час=12 мм хода пера на ленте. Модернизированный самописец, выпуска 1952 г.,

имеет ту же принципиальную кинематическую схему, но позволяет регистрировать ход уровня в четырех масштабах: 1:1, 1:2, 1:5 и 1:10 при двух масштабах записи времени: 1 час = 12 мм и 1 час = 24 мм хода пера на ленте барабана.

Ниже приводится описание модернизированной модели самописца "Валдай".

**Описание и принцип действия.** Самописец уровня "Валдай" (рис.1 а) состоит из поплавкового устройства, с помощью которого передаются колебания уровня воды, барабана с надетой на него бумажной лентой, на которой в определенном масштабе вычерчивается график колебаний уровня, и часового механизма, приводящего в движение пишущее устройство.

Поплавковое устройство включает в себя: пустотелый металлический поплавок 1 диаметром 250 мм, груз-балласт для погружения поплавка, противовес-гирю 2 весом 1,4 кг, металлический мягкий трос 3 диаметром 1,0 мм, длиной 8,0 м, и поплавковое колесо 4, которые вращает барабан 5. В зависимости от подъема или спада уровня воды барабан поворачивается вокруг своей оси в ту или иную сторону.

Пишущее устройство состоит из часового механизма 6, пера 10 с кареткой 8, двух направляющих стержней 9, стальной струны 11 и гири-отвеса 12. Струна проходит между двумя стержнями, один конец ее закреплен и навит на барабанчик заводной головки часового механизма 7, другой конец, выпущенный из корпуса самописца, несет гирю-подвес 12 весом 500 г. Последняя, оттягивая и раскручивая струну с головки барабана, приводит в действие часовой механизм. Каретка с пером при помощи специального зажима крепится к натянутой струне и во время хода часового механизма движется вместе со струной вдоль барабана, скользя по направляющим стержням. Перо в это время чертит график колебаний уровня на ленте барабана. По горизонтальной оси этого графика дается время в часах, а по вертикальной - высота уровня. Конструкция прибора с применением барабана допускает запись уровня при многократных оборотах поплавкового колеса.

На рис.2 представлена запись подъема уровня, при котором барабан более двух раз обернулся вокруг оси. Развертка этой записи дает кривую, представленную на рис.3. Барабан, длина окружности которого 300 мм и общая длина 330 мм, вращается на подвижном центре, укрепленном в левой боковине прибора, и на оси поплавкового колеса, расположенной в правой боковине прибора. Бумажная лента для записи уровня удерживается в прорезях барабана зажимом, расположенным внутри него.

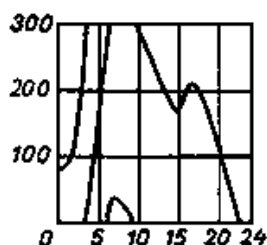


Рис.2. Запись подъема уровня на ленте барабана при его обороте более двух раз

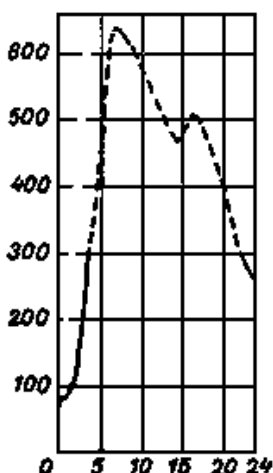




Рис.3. Развертка записи уровня на ленте барабана

Поплавковое колесо 4 имеет две канавки для троса. При заложении троса в канавку большей окружности запись уровня воды на ленте будет осуществляться в масштабе, в 2 раза меньшем, чем при заложении его в канавку меньшей окружности. В случае когда поплавок колесо 4 надето на выступающий конец оси 13 (см.рис.1 б), непосредственно сцепленной с барабаном 5, в зависимости от того, в какую канавку заложен трос, самописец будет регистрировать уровень воды в масштабах 1:1 или 1:2. Когда поплавок колесо 4 надето на ось 14 редуктора 15, самописец будет записывать уровень воды в масштабах 1:5 и 1:10 также в зависимости от того, в какую канавку заложен трос. При установке самописца на масштабы 1:5 и 1:10 зубчатое колесо-трибка 16 должно быть передвинуто вдоль оси 14 и сцеплено с шестерней 17, закрепленной на оси 13.

При установке на запись уровня в масштабах 1:1 или 1:2 трибка 16 должна быть выведена из зацепления с шестерней 17. При работе самописца на масштабах 1:1 и 1:5 трос 3 проводится через дополнительный блок 19 (см. рис.1 а), устанавливаемый на стенке колодца.

Для сохранения на ленте постоянства направления записи при разных масштабах необходимо навешивать поплавок на колесо 4 так, чтобы он при масштабах 1:1 или 1:2 был слева, а при масштабах 1:5 и 1:10 справа от оси, если смотреть на самописец со стороны поплавок колесо. Для того чтобы завести часовой механизм, необходимо отпустить винт, закрепляющий каретку к струне, и навить струну на барабанчик заводной головки; затем каретку, освобожденную от струны, передвинуть так, чтобы перо ее оказалось на нужной, обозначенной на ленте меткой абсциссе времени, и в таком положении прикрепить каретку к струне.

Для регулировки хода часового механизма на крышке коробки часового механизма имеются два рычага: один - для пуска и остановки часов, другой - для регулировки их хода в пределах 5 мин. за сутки.

Каждый прибор комплектуется двумя сменными барабанчиками: один, основной, надевается на заводную головку для записи в масштабе времени 1 час = 12 мм, а другой - в масштабе 1 час = 24 мм. При этом следует иметь в виду, что регулировка хода часового механизма самописца при смене барабанчика не сохраняется. Чтобы надеть (или снять) ленту на барабан, необходимо его вынуть из кожуха прибора, для чего нужно оттянуть выступающую на левой боковине кожуха головку оси 18 (см. рис.1 б), на которую опирается барабан.

После этого освобождается зажимное устройство в барабане, расположенное с правой стороны, лента заправляется в прорезь барабана и зажимается. Зажимное устройство должно обеспечивать плотное прилегание ленты к барабану. При вращении барабана перо не должно задерживаться на прорези. Весь пишущий механизм прибора собран в литом металлическом кожухе, габаритные размеры которого с учетом поплавок колесо равны 520x260x195 мм. Кожух прибора одновременно является его основой и защищает самописец от повреждений, пыли и влаги. Крышка футляра снабжена автоматически действующей защелкой и будучи открыта удерживается в таком положении. Для закрывания крышки она слегка приподнимается, а нижний конец защелки подается на себя.

Кожух снаружи имеет приливы с отверстиями для болтов, которыми прибор крепится в измерительном павильоне над колодцем. На крышке кожуха имеется марка завода-изготовителя с набитым порядковым номером и годом выпуска прибора.

### Технические данные прибора

|                                                                               |      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Предел регистрации уровня воды                                             | 6 м  |
| 2. Масштаб записи уровня при положении поплавок колесо на основной оси:       |      |
| при навеске троса на малое поплавок колесо                                    | 1:1  |
| при навеске троса на большое поплавок колесо                                  | 1:2  |
| 3. Масштаб записи уровня при положении поплавок колесо на дополнительной оси: |      |
| при навеске троса на малое поплавок колесо                                    | 1:5  |
| при навеске троса на большое поплавок колесо                                  | 1:10 |

|                                                                                  |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 4. Масштаб записи времени:                                                       |                                                     |
| при основном барабанчике часового механизма                                      | 12 мм/ч                                             |
| при дополнительном барабанчике                                                   | 24 мм/ч                                             |
| 5. Точность хода часов:                                                          |                                                     |
| при масштабе записи времени 12 мм/ч                                              | ±5 мин за сутки<br>или ±1 мм на ленте               |
| при масштабе записи времени 24 мм/ч                                              | ±3 мин за половину<br>суток или ±1,2 мм на<br>ленте |
| 6. Завод часов ограничен ходом каретки и равен:                                  |                                                     |
| при масштабе записи времени 12 мм/ч                                              | 26 часов                                            |
| при масштабе записи времени 24 мм/ч                                              | 13 часов                                            |
| 7. Ошибка регистрации уровня воды не превышает                                   |                                                     |
| а) ±3 мм при масштабе записи 1:1                                                 |                                                     |
| б) ±5 мм " " " 1:2                                                               |                                                     |
| в) ±7 мм " " " 1:5                                                               |                                                     |
| г) ±10 мм " " " 1:10                                                             |                                                     |
| 8. Толщина штриха записи на ленте                                                |                                                     |
| 9. Регулятор хода часового механизма позволяет<br>производить его регулировку на | ±5 мин в сутки                                      |

**Комплект прибора.** В комплект прибора входят:

|                                                                          |   |     |
|--------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| 1. Самописец уровня воды "Валдай"                                        | 1 | шт. |
| 2. Поплавок диаметром 250 мм                                             | 1 | "   |
| 3. Груз для поплавка                                                     | 1 | "   |
| 4. Зажим для крепления троса к поплавку                                  | 1 | "   |
| 5. Трос в хлорвиниловой оболочке (ПРПЛТ-0,35) диаметром 2 мм, длиной 8 м | 1 | "   |
| 6. Гиря-противовес весом 1,1 кг                                          | 1 | "   |
| 7. Гирька с пружиной весом 0,5 кг к часовому механизму                   | 1 | "   |
| 8. Зажим для крепления троса с гирей-противовесом                        | 1 | "   |
| 9. Оттяжной блок с кронштейном                                           | 1 | "   |
| 10. Сменный барабан в футляре <sup>1</sup>                               | 1 | "   |

<sup>1</sup> Прилагается к комплекту по особой договоренности с заводом-изготовителем.

|                                                                                             |     |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 11. Дополнительный барабанчик к часовому механизму для записи<br>времени в масштабе 24 мм/ч | 1   | " |
| 12. Запасная струна к часовому механизму                                                    | 1   | " |
| 13. Запасное перо                                                                           | 2   | " |
| 14. Описание прибора - инструкция по эксплуатации                                           | 1   | " |
| 15. Бумажные ленты специальной разграфки для записи                                         | 200 | " |

**Установка прибора.** Для установки самописца "Валдай" необходим колодец с измерительным павильоном над ним, который служит для гашения волнения и создания условий, исключающих возможность обмерзания поплавка. Глубина заложения колодца определяется амплитудой колебаний уровня в месте установки самописца. Прибор устанавливается над колодцем на отметке, по крайней мере на 0,5 м превышающей наивысший уровень воды в месте установки прибора, и так, чтобы поплавок на всем диапазоне изменения уровня не касался стенок колодца и не приближался бы к ним ближе чем на 5 см. Противовес поплавковой системы при ходе поплавка не должен касаться последнего. Для обеспечения этого условия при установке самописца монтируется оттяжной блок, который используется при регистрации уровня в масштабе 1:1. Оттяжной блок должен быть установлен с таким расчетом, чтобы угол между вертикальным участком троса и участком, идущим к

оттяжному блоку, был не больше  $120^\circ$ . При установке поплавковой системы на масштаб 1:2 оттяжной блок не требуется. В пределах павильона прибор устанавливается на прочных кронштейнах с расчетом удобного подхода и обращения с ним. Основание прибора устанавливается по уровню, и положение оси поплавкового колеса нивелируется относительно стационарного репера.

При установке прибора поплавок система навешивается с учетом амплитуды возможных колебаний уровня воды, а излишки троса сматываются в бухточки и крепятся при поплавке и противовесе. Зажимы, прилагаемые к поплавку и противовесу, позволяют закреплять их в любом месте троса. Для получения правильно расположенной диаграммы записи поплавков должен навешиваться по левому краю поплавкового колеса, как указано на рис.1, при масштабе записи 1:1 или 1:2 и по правому при масштабе записи 1:5 и 1:10, если смотреть на самописец со стороны поплавкового колеса.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### ФОРМА ТАРИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ МЕРНОГО БАСЕЙНА

УГМС \_\_\_\_\_

Общесоюзный N \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_

Река (ручей) \_\_\_\_\_ Станция  
(пост) \_\_\_\_\_

#### Тарировочная таблица мерного бассейна N

| $H$ мм | $W$ л | $H$ мм | $W$ л | $H$ мм | $W$ л |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|        |       |        |       |        |       |

Тарировка  
произведена \_\_\_\_\_  
(дата, способ тарировки)

\_\_\_\_\_  
(должность и фамилия исполнителя)

Таблицу составил \_\_\_\_\_

проверил \_\_\_\_\_

Начальник станции \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### РАСЧЕТ СТЕПЕНИ СУЖЕНИЯ ПОТОКА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ В НЕМ

Для выполнения расчетов нужны следующие исходные данные:

1) величина максимального расхода 5%-ной обеспеченности;

2) уровень воды, соответствующий пропуску в естественном состоянии максимального расхода;

3) уровень воды и средние скорости при пропуске меженных расходов в неупорядоченном русле, измерение которых вызывает трудности;

4) 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  $Q$  пропускаться при скорости  $v_{\text{ср}}$ , то при новой ширине  $b_{\text{сж}}$  этот же расход будет пропускаться при глубине  $h'$  и той же скорости  $v_{\text{ср}}$

$$Q_{\text{меж}} = hbv_{\text{ср}} = h'b_{\text{сж}}v_{\text{ср}},$$

откуда

$$h' = \frac{hb}{b_{\text{сж}}}.$$

Таким образом, задавшись величиной  $b_{\text{сж}}$ , 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  $v_{\text{ср.пав}}$

$$v_{\text{ср.пав}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{bh_{\text{макс}}}.$$

Зная характер грунта в русле водотока, необходимо сопоставить найденные значения максимальной скорости с максимально допустимой скоростью для данного грунта, значения для которой приведены в таблице.

| Название грунта или вида крепления | Предельная средняя скорость<br>$v_{\text{макс}}$ , 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 (см. схему на рисунке), по формуле

$$z = 0,057v_{\text{макс}}^2.$$

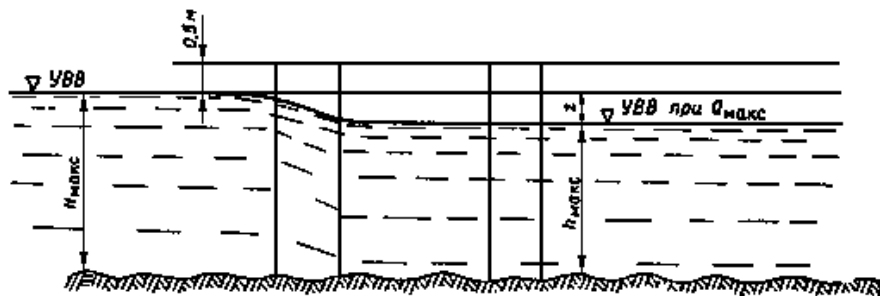


Рис.1. Схема к расчету степени сужения потока

Глубина потока выше сооружения составит

$$H = h_{\text{макс}} + z.$$

Чтобы получить отметку верха дамб (или ограждающих стенок), к отметке верхнего бьефа следует прибавить запас 0,5 м.

### Пример расчета

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 м<sup>3</sup>/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  $Q_{\text{макс}}$

$$v_{\text{ср.макс}} = \frac{12}{\frac{10+16}{2} \cdot 1,0 + 0,10 \cdot 10} = \frac{12}{14} = 0,86 \text{ м/с.}$$

Сужаем русло до ширины  $b = 5,0$  м с таким расчетом, чтобы получить глубину в межень  $h = 0,20$  м. Тогда скорости в паводок составят

$$v_{\text{макс.суж}} = \frac{12}{1,1 \cdot 5,0} \approx 2,2 \text{ м/с.}$$

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 9

## ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ, ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ ЛОТКИ ПАРШАЛА

Таблица 1

Расходы воды в м<sup>3</sup>/с, протекающей через гидрометрические лотки при режиме свободного истечения, в зависимости от высоты уровня воды  $h_B$  над дном приемного раструба

| $h_B$ , 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 | 0,047 | 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 |
| 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  |
| 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  | 1,31  | 1,50  | 1,71  | 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  |
| 0,500 | 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 |
| 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 2

Поправки на затопление для лотка с шириной горловины  $A = 1,00$  м  $\Delta_1$  в м<sup>3</sup>/с

| $h_B$ , м | Коэффициент подтопления $\eta = \frac{h_H}{h_B}$ |       |       |       |       |       |
|-----------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 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 |
| 0,055     | 0,005                                            | 0,005 | 0,006 | 0,007 | 0,010 | 0,015 |
| 0,060     | 0,005                                            | 0,005 | 0,006 | 0,008 | 0,010 | 0,016 |
| 0,065     | 0,005                                            | 0,006 | 0,006 | 0,008 | 0,011 | 0,017 |
| 0,070     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,008 | 0,011 | 0,018 |
| 0,075     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,009 | 0,012 | 0,020 |
| 0,080     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,009 | 0,013 | 0,021 |
| 0,085     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,009 | 0,013 | 0,023 |
| 0,090     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,010 | 0,014 | 0,024 |
| 0,095     | 0,005                                            | 0,006 | 0,007 | 0,010 | 0,015 | 0,025 |
| 0,100     | 0,005                                            | 0,060 | 0,008 | 0,010 | 0,016 | 0,027 |
| 0,105     | 0,005                                            | 0,006 | 0,008 | 0,011 | 0,017 | 0,028 |
| 0,110     | 0,005                                            | 0,006 | 0,008 | 0,011 | 0,018 | 0,030 |
| 0,115     | 0,005                                            | 0,006 | 0,008 | 0,012 | 0,018 | 0,032 |
| 0,120     | 0,005                                            | 0,007 | 0,009 | 0,012 | 0,019 | 0,034 |
| 0,125     | 0,006                                            | 0,007 | 0,009 | 0,013 | 0,020 | 0,036 |
| 0,130     | 0,006                                            | 0,007 | 0,009 | 0,013 | 0,021 | 0,038 |
| 0,135     | 0,006                                            | 0,007 | 0,009 | 0,014 | 0,022 | 0,040 |
| 0,140     | 0,006                                            | 0,007 | 0,010 | 0,014 | 0,023 | 0,042 |
| 0,145     | 0,006                                            | 0,007 | 0,010 | 0,015 | 0,024 | 0,044 |
| 0,150     | 0,006                                            | 0,007 | 0,010 | 0,015 | 0,026 | 0,046 |
| 0,155     | 0,006                                            | 0,008 | 0,010 | 0,016 | 0,027 | 0,048 |
| 0,160     | 0,006                                            | 0,008 | 0,011 | 0,017 | 0,028 | 0,050 |
| 0,165     | 0,006                                            | 0,008 | 0,011 | 0,017 | 0,029 | 0,052 |
| 0,170     | 0,006                                            | 0,008 | 0,011 | 0,018 | 0,030 | 0,054 |
| 0,175     | 0,006                                            | 0,008 | 0,012 | 0,019 | 0,032 | 0,057 |
| 0,180     | 0,006                                            | 0,008 | 0,012 | 0,019 | 0,033 | 0,059 |
| 0,185     | 0,006                                            | 0,009 | 0,013 | 0,020 | 0,034 | 0,061 |
| 0,190     | 0,007                                            | 0,009 | 0,013 | 0,021 | 0,035 | 0,064 |
| 0,195     | 0,007                                            | 0,009 | 0,013 | 0,022 | 0,037 | 0,066 |
| 0,200     | 0,007                                            | 0,009 | 0,014 | 0,022 | 0,038 | 0,068 |
| 0,205     | 0,007                                            | 0,009 | 0,014 | 0,023 | 0,040 | 0,071 |
| 0,210     | 0,007                                            | 0,010 | 0,015 | 0,024 | 0,041 | 0,073 |
| 0,215     | 0,007                                            | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,042 | 0,076 |
| 0,220     | 0,007                                            | 0,010 | 0,016 | 0,026 | 0,044 | 0,078 |
| 0,225     | 0,007                                            | 0,010 | 0,016 | 0,026 | 0,045 | 0,081 |
| 0,230     | 0,008                                            | 0,011 | 0,017 | 0,027 | 0,047 | 0,084 |
| 0,235     | 0,008                                            | 0,011 | 0,017 | 0,028 | 0,048 | 0,086 |
| 0,240     | 0,008                                            | 0,011 | 0,018 | 0,029 | 0,050 | 0,089 |
| 0,245     | 0,008                                            | 0,012 | 0,018 | 0,030 | 0,052 | 0,092 |
| 0,250     | 0,008                                            | 0,012 | 0,019 | 0,031 | 0,053 | 0,095 |
| 0,255     | 0,008                                            | 0,012 | 0,019 | 0,032 | 0,055 | 0,098 |
| 0,260     | 0,008                                            | 0,012 | 0,020 | 0,033 | 0,056 | 0,100 |
| 0,265     | 0,009                                            | 0,013 | 0,020 | 0,034 | 0,058 | 0,103 |
| 0,270     | 0,009                                            | 0,013 | 0,021 | 0,035 | 0,060 | 0,106 |

|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,275 | 0,009 | 0,013 | 0,022 | 0,036 | 0,062 | 0,109 |
| 0,280 | 0,009 | 0,014 | 0,022 | 0,037 | 0,063 | 0,112 |
| 0,285 | 0,009 | 0,014 | 0,023 | 0,038 | 0,065 | 0,115 |
| 0,290 | 0,009 | 0,014 | 0,023 | 0,039 | 0,067 | 0,118 |
| 0,295 | 0,010 | 0,015 | 0,024 | 0,040 | 0,069 | 0,121 |
| 0,300 | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,041 | 0,071 | 0,124 |
| 0,305 | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,042 | 0,073 | 0,127 |
| 0,310 | 0,010 | 0,016 | 0,026 | 0,044 | 0,074 | 0,130 |
| 0,315 | 0,010 | 0,016 | 0,027 | 0,045 | 0,076 | 0,134 |
| 0,320 | 0,011 | 0,017 | 0,027 | 0,046 | 0,078 | 0,137 |
| 0,325 | 0,011 | 0,017 | 0,028 | 0,047 | 0,080 | 0,140 |
| 0,330 | 0,011 | 0,017 | 0,029 | 0,048 | 0,082 | 0,143 |
| 0,335 | 0,011 | 0,018 | 0,029 | 0,049 | 0,084 | 0,146 |
| 0,340 | 0,011 | 0,018 | 0,030 | 0,051 | 0,086 | 0,150 |
| 0,345 | 0,012 | 0,019 | 0,031 | 0,052 | 0,088 | 0,153 |
| 0,350 | 0,012 | 0,019 | 0,032 | 0,053 | 0,090 | 0,157 |
| 0,355 | 0,012 | 0,020 | 0,032 | 0,055 | 0,093 | 0,160 |
| 0,360 | 0,012 | 0,020 | 0,033 | 0,056 | 0,095 | 0,164 |
| 0,365 | 0,013 | 0,020 | 0,034 | 0,057 | 0,097 | 0,167 |
| 0,370 | 0,013 | 0,021 | 0,035 | 0,059 | 0,099 | 0,171 |
| 0,375 | 0,013 | 0,021 | 0,036 | 0,060 | 0,101 | 0,174 |
| 0,380 | 0,014 | 0,022 | 0,037 | 0,061 | 0,104 | 0,178 |
| 0,385 | 0,014 | 0,022 | 0,037 | 0,063 | 0,106 | 0,181 |
| 0,390 | 0,014 | 0,023 | 0,038 | 0,064 | 0,108 | 0,185 |
| 0,395 | 0,014 | 0,023 | 0,039 | 0,065 | 0,110 | 0,188 |
| 0,400 | 0,015 | 0,024 | 0,040 | 0,067 | 0,113 | 0,192 |
| 0,405 | 0,015 | 0,024 | 0,041 | 0,068 | 0,115 | 0,196 |
| 0,410 | 0,015 | 0,025 | 0,042 | 0,070 | 0,117 | 0,200 |
| 0,415 | 0,015 | 0,025 | 0,043 | 0,071 | 0,120 | 0,203 |
| 0,420 | 0,016 | 0,026 | 0,044 | 0,073 | 0,122 | 0,207 |
| 0,425 | 0,016 | 0,026 | 0,045 | 0,074 | 0,124 | 0,211 |
| 0,430 | 0,016 | 0,027 | 0,045 | 0,076 | 0,127 | 0,215 |
| 0,435 | 0,017 | 0,027 | 0,046 | 0,078 | 0,129 | 0,219 |
| 0,440 | 0,017 | 0,028 | 0,047 | 0,079 | 0,132 | 0,223 |
| 0,445 | 0,017 | 0,029 | 0,048 | 0,081 | 0,134 | 0,226 |
| 0,450 | 0,018 | 0,029 | 0,049 | 0,082 | 0,137 | 0,230 |
| 0,455 | 0,018 | 0,030 | 0,050 | 0,084 | 0,139 | 0,234 |
| 0,460 | 0,018 | 0,031 | 0,051 | 0,086 | 0,142 | 0,238 |
| 0,465 | 0,019 | 0,031 | 0,052 | 0,087 | 0,145 | 0,242 |
| 0,470 | 0,019 | 0,032 | 0,053 | 0,089 | 0,147 | 0,246 |
| 0,475 | 0,019 | 0,032 | 0,054 | 0,091 | 0,150 | 0,250 |
| 0,480 | 0,020 | 0,033 | 0,056 | 0,092 | 0,152 | 0,254 |
| 0,485 | 0,020 | 0,034 | 0,057 | 0,094 | 0,155 | 0,258 |
| 0,490 | 0,021 | 0,034 | 0,058 | 0,096 | 0,158 | 0,263 |
| 0,495 | 0,021 | 0,035 | 0,059 | 0,098 | 0,160 | 0,267 |
| 0,500 | 0,021 | 0,036 | 0,060 | 0,099 | 0,163 | 0,271 |
| 0,505 | 0,022 | 0,036 | 0,061 | 0,101 | 0,166 | 0,275 |
| 0,510 | 0,022 | 0,037 | 0,062 | 0,103 | 0,169 | 0,280 |
| 0,515 | 0,022 | 0,038 | 0,063 | 0,104 | 0,171 | 0,284 |
| 0,520 | 0,023 | 0,038 | 0,065 | 0,106 | 0,171 | 0,288 |
| 0,525 | 0,024 | 0,039 | 0,066 | 0,108 | 0,177 | 0,292 |

|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,530 | 0,024 | 0,040 | 0,067 | 0,110 | 0,180 | 0,297 |
| 0,535 | 0,024 | 0,041 | 0,068 | 0,112 | 0,183 | 0,301 |
| 0,540 | 0,025 | 0,041 | 0,069 | 0,114 | 0,186 | 0,305 |
| 0,545 | 0,025 | 0,042 | 0,070 | 0,116 | 0,189 | 0,310 |
| 0,550 | 0,025 | 0,043 | 0,072 | 0,118 | 0,192 | 0,314 |
| 0,555 | 0,026 | 0,044 | 0,073 | 0,119 | 0,195 | 0,319 |
| 0,560 | 0,026 | 0,045 | 0,074 | 0,121 | 0,197 | 0,323 |
| 0,565 | 0,027 | 0,045 | 0,075 | 0,123 | 0,200 | 0,328 |
| 0,570 | 0,027 | 0,046 | 0,077 | 0,125 | 0,203 | 0,332 |
| 0,575 | 0,028 | 0,047 | 0,078 | 0,127 | 0,207 | 0,337 |
| 0,580 | 0,028 | 0,048 | 0,079 | 0,129 | 0,210 | 0,341 |
| 0,585 | 0,029 | 0,048 | 0,081 | 0,131 | 0,213 | 0,346 |
| 0,590 | 0,029 | 0,049 | 0,082 | 0,134 | 0,216 | 0,350 |
| 0,595 | 0,030 | 0,050 | 0,083 | 0,136 | 0,219 | 0,355 |
| 0,600 | 0,030 | 0,051 | 0,085 | 0,138 | 0,222 | 0,360 |
| 0,605 | 0,031 | 0,052 | 0,086 | 0,140 | 0,225 | 0,364 |
| 0,610 | 0,031 | 0,053 | 0,087 | 0,142 | 0,228 | 0,369 |
| 0,615 | 0,032 | 0,053 | 0,089 | 0,144 | 0,231 | 0,374 |
| 0,620 | 0,032 | 0,054 | 0,090 | 0,146 | 0,235 | 0,379 |
| 0,625 | 0,033 | 0,055 | 0,092 | 0,148 | 0,238 | 0,383 |
| 0,630 | 0,033 | 0,056 | 0,093 | 0,150 | 0,241 | 0,388 |
| 0,635 | 0,034 | 0,057 | 0,094 | 0,153 | 0,244 | 0,393 |
| 0,640 | 0,034 | 0,058 | 0,096 | 0,155 | 0,248 | 0,398 |
| 0,645 | 0,035 | 0,059 | 0,097 | 0,157 | 0,251 | 0,403 |
| 0,650 | 0,035 | 0,060 | 0,099 | 0,159 | 0,254 | 0,408 |
| 0,655 | 0,036 | 0,061 | 0,100 | 0,162 | 0,258 | 0,413 |
| 0,660 | 0,037 | 0,062 | 0,102 | 0,164 | 0,261 | 0,417 |
| 0,665 | 0,037 | 0,063 | 0,103 | 0,166 | 0,264 | 0,422 |
| 0,670 | 0,038 | 0,064 | 0,105 | 0,168 | 0,268 | 0,427 |
| 0,675 | 0,038 | 0,064 | 0,106 | 0,171 | 0,271 | 0,432 |
| 0,680 | 0,039 | 0,065 | 0,108 | 0,173 | 0,275 | 0,437 |
| 0,685 | 0,039 | 0,066 | 0,109 | 0,175 | 0,278 | 0,442 |
| 0,690 | 0,040 | 0,067 | 0,111 | 0,178 | 0,281 | 0,447 |
| 0,695 | 0,041 | 0,068 | 0,112 | 0,180 | 0,285 | 0,453 |
| 0,700 | 0,041 | 0,069 | 0,114 | 0,182 | 0,288 | 0,458 |
| 0,705 | 0,042 | 0,070 | 0,116 | 0,185 | 0,292 | 0,463 |
| 0,710 | 0,043 | 0,072 | 0,117 | 0,187 | 0,296 | 0,468 |
| 0,715 | 0,043 | 0,073 | 0,119 | 0,190 | 0,299 | 0,473 |
| 0,720 | 0,044 | 0,074 | 0,120 | 0,192 | 0,303 | 0,478 |
| 0,725 | 0,044 | 0,075 | 0,122 | 0,195 | 0,306 | 0,483 |
| 0,730 | 0,045 | 0,076 | 0,124 | 0,197 | 0,310 | 0,489 |
| 0,735 | 0,046 | 0,077 | 0,126 | 0,200 | 0,313 | 0,494 |
| 0,740 | 0,046 | 0,078 | 0,127 | 0,202 | 0,317 | 0,499 |
| 0,745 | 0,047 | 0,079 | 0,129 | 0,205 | 0,321 | 0,504 |
| 0,750 | 0,048 | 0,080 | 0,131 | 0,207 | 0,325 | 0,510 |
| 0,755 | 0,048 | 0,081 | 0,132 | 0,210 | 0,328 | 0,515 |
| 0,760 | 0,049 | 0,082 | 0,134 | 0,212 | 0,332 | 0,520 |
| 0,765 | 0,050 | 0,083 | 0,136 | 0,215 | 0,336 | 0,526 |
| 0,770 | 0,051 | 0,085 | 0,138 | 0,218 | 0,339 | 0,531 |
| 0,775 | 0,051 | 0,086 | 0,139 | 0,220 | 0,343 | 0,537 |
| 0,780 | 0,052 | 0,087 | 0,141 | 0,223 | 0,347 | 0,542 |
| 0,785 | 0,053 | 0,088 | 0,143 | 0,226 | 0,351 | 0,548 |

|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,790 | 0,053 | 0,089 | 0,145 | 0,228 | 0,355 | 0,553 |
| 0,795 | 0,054 | 0,090 | 0,147 | 0,231 | 0,359 | 0,559 |
| 0,800 | 0,055 | 0,092 | 0,148 | 0,234 | 0,362 | 0,564 |
| 0,805 | 0,056 | 0,093 | 0,150 | 0,236 | 0,366 | 0,570 |
| 0,810 | 0,056 | 0,094 | 0,152 | 0,239 | 0,370 | 0,575 |
| 0,815 | 0,057 | 0,095 | 0,154 | 0,942 | 0,374 | 0,581 |
| 0,820 | 0,058 | 0,096 | 0,156 | 0,244 | 0,378 | 0,586 |
| 0,825 | 0,059 | 0,098 | 0,158 | 0,247 | 0,382 | 0,592 |
| 0,830 | 0,059 | 0,099 | 0,160 | 0,250 | 0,386 | 0,598 |
| 0,835 | 0,060 | 0,100 | 0,162 | 0,253 | 0,390 | 0,603 |
| 0,840 | 0,061 | 0,102 | 0,163 | 0,256 | 0,394 | 0,609 |
| 0,845 | 0,062 | 0,103 | 0,165 | 0,258 | 0,398 | 0,615 |
| 0,850 | 0,063 | 0,104 | 0,167 | 0,261 | 0,402 | 0,620 |
| 0,855 | 0,063 | 0,105 | 0,169 | 0,264 | 0,406 | 0,626 |
| 0,860 | 0,064 | 0,107 | 0,171 | 0,267 | 0,410 | 0,632 |
| 0,865 | 0,065 | 0,108 | 0,173 | 0,270 | 0,414 | 0,637 |
| 0,870 | 0,066 | 0,109 | 0,175 | 0,273 | 0,418 | 0,643 |
| 0,875 | 0,067 | 0,111 | 0,177 | 0,276 | 0,423 | 0,649 |
| 0,880 | 0,068 | 0,112 | 0,179 | 0,279 | 0,427 | 0,655 |
| 0,885 | 0,068 | 0,113 | 0,181 | 0,282 | 0,431 | 0,661 |
| 0,890 | 0,069 | 0,115 | 0,183 | 0,285 | 0,435 | 0,667 |
| 0,895 | 0,070 | 0,116 | 0,186 | 0,288 | 0,439 | 0,673 |
| 0,900 | 0,071 | 0,117 | 0,188 | 0,290 | 0,444 | 0,679 |
| 0,905 | 0,072 | 0,119 | 0,190 | 0,293 | 0,448 | 0,684 |
| 0,910 | 0,073 | 0,120 | 0,192 | 0,296 | 0,452 | 0,690 |
| 0,915 | 0,074 | 0,122 | 0,194 | 0,299 | 0,456 | 0,696 |
| 0,920 | 0,075 | 0,123 | 0,196 | 0,302 | 0,461 | 0,702 |
| 0,925 | 0,075 | 0,124 | 0,198 | 0,306 | 0,465 | 0,708 |
| 0,930 | 0,076 | 0,126 | 0,200 | 0,309 | 0,469 | 0,715 |
| 0,935 | 0,077 | 0,127 | 0,202 | 0,312 | 0,474 | 0,721 |
| 0,940 | 0,078 | 0,129 | 0,204 | 0,315 | 0,478 | 0,727 |
| 0,945 | 0,079 | 0,130 | 0,207 | 0,318 | 0,482 | 0,733 |
| 0,950 | 0,080 | 0,132 | 0,209 | 0,321 | 0,487 | 0,739 |
| 0,955 | 0,081 | 0,133 | 0,211 | 0,325 | 0,491 | 0,745 |
| 0,960 | 0,082 | 0,135 | 0,213 | 0,328 | 0,496 | 0,751 |
| 0,965 | 0,083 | 0,136 | 0,216 | 0,331 | 0,500 | 0,757 |
| 0,970 | 0,084 | 0,138 | 0,218 | 0,334 | 0,505 | 0,764 |
| 0,975 | 0,085 | 0,139 | 0,220 | 0,337 | 0,509 | 0,770 |
| 0,980 | 0,086 | 0,141 | 0,222 | 0,341 | 0,514 | 0,776 |
| 0,985 | 0,087 | 0,142 | 0,225 | 0,344 | 0,518 | 0,782 |
| 0,990 | 0,088 | 0,144 | 0,227 | 0,347 | 0,523 | 0,788 |
| 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 3

Значения переходных коэффициентов  $\frac{\Delta_A}{\Delta_1}$  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

$$\frac{\Delta_A}{\Delta_1}$$

0,323    0,568    0,83    1,000    1,23    1,392    1,60    1,759    1,92    2,10

Таблица 4

**Вычисление расходов воды, проходящей через гидрометрический лоток при затопленном истечении**

Ширина горловины  $A = 0,25$  м;  $\frac{\Delta_A}{\Delta_1} = 0,323$

| Число | Время |     | Отсчеты по рейкам |       | $k = \frac{h_H}{h_B}$ | $\Delta_1$ | $\Delta_W$ | $Q_{CB}$ | $Q_3$ |
|-------|-------|-----|-------------------|-------|-----------------------|------------|------------|----------|-------|
|       | ч     | мин | $h_B$             | $h_H$ |                       |            |            |          |       |
| 1     | 8     | -   | 0,095             | 0,065 | 0,68                  | -          | -          | 0,016    | -     |
|       | 20    | -   | 0,070             | 0,045 | 0,64                  | -          | -          | 0,010    | -     |
| 2     | 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 5

**Поправочные значения расхода  $Q_c$  при подтопленном истечении через лотки Паршала с размером горловины 3,0 м**

| $h_B$ | Коэффициент подтопления $\eta = \frac{h_H}{h_B}$ |       |       |       |
|-------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|       | 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 5а

|                               |     |     |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Размер горловины, м           | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 7,5 |
| Поправочный коэффициент $k_3$ | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

**ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ЛОТКИ  
ВЕНТУРИ**

Таблица 1

**Расходы воды при  $b/B = 0,2$ ;  $P = 0$**

| $h_2$ , м | Ширина горловины, м |       |       |       |
|-----------|---------------------|-------|-------|-------|
|           | 0,25                | 0,50  | 0,75  | 1,00  |
| 0,050     | 0,004               | 0,008 | 0,012 | 0,016 |
| 0,055     | 0,005               | 0,009 | 0,014 | 0,019 |
| 0,060     | 0,006               | 0,011 | 0,017 | 0,020 |
| 0,065     | 0,006               | 0,013 | 0,019 | 0,025 |
| 0,070     | 0,007               | 0,014 | 0,021 | 0,028 |
| 0,075     | 0,008               | 0,016 | 0,024 | 0,032 |
| 0,080     | 0,009               | 0,017 | 0,026 | 0,035 |
| 0,085     | 0,009               | 0,019 | 0,029 | 0,040 |
| 0,090     | 0,011               | 0,021 | 0,032 | 0,042 |
| 0,095     | 0,012               | 0,023 | 0,035 | 0,046 |
| 0,100     | 0,013               | 0,025 | 0,037 | 0,050 |
| 0,105     | 0,014               | 0,027 | 0,040 | 0,054 |
| 0,110     | 0,015               | 0,029 | 0,043 | 0,058 |
| 0,115     | 0,016               | 0,031 | 0,046 | 0,062 |
| 0,120     | 0,017               | 0,033 | 0,050 | 0,066 |
| 0,125     | 0,018               | 0,035 | 0,053 | 0,070 |
| 0,130     | 0,019               | 0,038 | 0,056 | 0,076 |
| 0,135     | 0,020               | 0,040 | 0,060 | 0,080 |
| 0,140     | 0,021               | 0,042 | 0,064 | 0,086 |
| 0,145     | 0,022               | 0,044 | 0,067 | 0,090 |
| 0,150     | 0,024               | 0,047 | 0,071 | 0,096 |
| 0,155     | 0,025               | 0,049 | 0,074 | 0,100 |
| 0,160     | 0,026               | 0,052 | 0,078 | 0,106 |
| 0,165     | 0,027               | 0,054 | 0,082 | 0,110 |
| 0,170     | 0,028               | 0,057 | 0,086 | 0,116 |
| 0,175     | 0,030               | 0,059 | 0,090 | 0,120 |
| 0,180     | 0,031               | 0,062 | 0,094 | 0,126 |
| 0,185     | 0,032               | 0,065 | 0,098 | 0,130 |
| 0,190     | 0,034               | 0,067 | 0,102 | 0,136 |
| 0,195     | 0,035               | 0,070 | 0,106 | 0,142 |
| 0,200     | 0,036               | 0,073 | 0,110 | 0,148 |
| 0,205     | 0,038               | 0,076 | 0,114 | 0,154 |

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,210 | 0,039 | 0,079 | 0,120 | 0,160 |
| 0,215 | 0,041 | 0,082 | 0,124 | 0,164 |
| 0,220 | 0,042 | 0,084 | 0,128 | 0,170 |
| 0,225 | 0,044 | 0,088 | 0,132 | 0,178 |
| 0,230 | 0,045 | 0,091 | 0,138 | 0,184 |
| 0,235 | 0,047 | 0,094 | 0,140 | 0,190 |
| 0,240 | 0,048 | 0,097 | 0,146 | 0,195 |
| 0,245 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 |
| 0,250 | 0,051 | 0,102 | 0,156 | 0,210 |
| 0,255 | 0,053 | 0,106 | 0,160 | 0,215 |
| 0,260 | 0,054 | 0,110 | 0,166 | 0,220 |
| 0,265 | 0,056 | 0,112 | 0,170 | 0,230 |
| 0,270 | 0,058 | 0,116 | 0,176 | 0,235 |
| 0,275 | 0,059 | 0,120 | 0,180 | 0,240 |
| 0,280 | 0,061 | 0,122 | 0,186 | 0,250 |
| 0,285 | 0,063 | 0,126 | 0,190 | 0,255 |
| 0,290 | 0,064 | 0,130 | 0,194 | 0,260 |
| 0,295 | 0,066 | 0,132 | 0,200 | 0,270 |
| 0,300 | 0,068 | 0,136 | 0,206 | 0,275 |
| 0,305 | 0,069 | 0,140 | 0,210 | 0,280 |
| 0,310 | 0,071 | 0,142 | 0,214 | 0,290 |
| 0,315 | 0,073 | 0,146 | 0,220 | 0,300 |
| 0,320 | 0,075 | 0,150 | 0,226 | 0,305 |
| 0,325 | 0,076 | 0,154 | 0,230 | 0,310 |
| 0,330 | 0,078 | 0,158 | 0,236 | 0,320 |
| 0,335 | 0,080 | 0,160 | 0,242 | 0,325 |
| 0,340 | 0,082 | 0,164 | 0,243 | 0,330 |
| 0,345 | 0,084 | 0,168 | 0,254 | 0,340 |
| 0,350 | 0,086 | 0,172 | 0,260 | 0,350 |
| 0,355 | 0,087 | 0,176 | 0,266 | 0,355 |
| 0,360 | 0,089 | 0,180 | 0,270 | 0,360 |
| 0,365 | 0,091 | 0,184 | 0,276 | 0,370 |
| 0,370 | 0,093 | 1,88  | 0,282 | 0,380 |
| 0,375 | 0,095 | 0,190 | 0,288 | 0,385 |
| 0,380 | 0,097 | 0,194 | 0,294 | 0,395 |
| 0,385 | 0,099 | 0,198 | 0,300 | 0,400 |
| 0,390 | 0,101 | 0,202 | 0,306 | 0,410 |
| 0,395 | 0,103 | 0,206 | 0,312 | 0,415 |
| 0,400 | 0,105 | 0,210 | 0,318 | 0,425 |
| 0,405 | 0,107 | 0,214 | 0,324 | 0,435 |
| 0,410 | 0,109 | 0,218 | 0,330 | 0,440 |
| 0,415 | 0,111 | 0,222 | 0,336 | 0,450 |
| 0,420 | 0,113 | 0,226 | 0,342 | 0,460 |
| 0,425 | 0,115 | 0,230 | 0,348 | 0,465 |
| 0,430 | 0,117 | 0,236 | 0,354 | 0,475 |
| 0,435 | 0,119 | 0,240 | 0,360 | 0,480 |
| 0,440 | 0,121 | 0,244 | 0,366 | 0,490 |
| 0,445 | 0,123 | 0,248 | 0,372 | 0,500 |
| 0,450 | 0,125 | 0,252 | 0,380 | 0,510 |
| 0,455 | 0,127 | 0,256 | 0,386 | 0,515 |
| 0,460 | 0,129 | 0,260 | 0,392 | 0,525 |
| 0,465 | 0,131 | 0,264 | 0,398 | 0,535 |

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,470 | 0,134 | 0,268 | 0,406 | 0,540 |
| 0,475 | 0,136 | 0,274 | 0,412 | 0,550 |
| 0,480 | 0,138 | 0,278 | 0,418 | 0,560 |
| 0,485 | 0,140 | 0,282 | 0,426 | 0,570 |
| 0,490 | 0,142 | 0,286 | 0,432 | 0,575 |
| 0,495 | 0,144 | 0,290 | 0,438 | 0,590 |
| 0,500 | 0,147 | 0,296 | 0,446 | 0,595 |
| 0,505 | 0,149 | 0,300 | 0,450 | 0,605 |
| 0,510 | 0,151 | 0,304 | 0,458 | 0,615 |
| 0,515 | 0,152 | 0,310 | 0,466 | 0,625 |
| 0,520 | 0,156 | 0,314 | 0,472 | 0,630 |
| 0,525 | 0,158 | 0,318 | 0,480 | 0,640 |
| 0,530 | 0,160 | 0,322 | 0,486 | 0,650 |
| 0,535 | 0,162 | 0,328 | 0,492 | 0,660 |
| 0,540 | 0,165 | 0,332 | 0,500 | 0,670 |
| 0,545 | 0,167 | 0,336 | 0,510 | 0,680 |
| 0,550 | 0,169 | 0,342 | 0,515 | 0,690 |
| 0,555 | 0,172 | 0,346 | 0,520 | 0,700 |
| 0,560 | 0,174 | 0,350 | 0,530 | 0,705 |
| 0,565 | 0,176 | 0,356 | 0,535 | 0,715 |
| 0,570 | 0,179 | 0,360 | 0,540 | 0,725 |
| 0,575 | 0,181 | 0,364 | 0,550 | 0,735 |
| 0,580 | 0,183 | 0,370 | 0,555 | 0,745 |
| 0,585 | 0,186 | 0,374 | 0,565 | 0,755 |
| 0,590 | 0,188 | 0,380 | 0,570 | 0,765 |
| 0,595 | 0,191 | 0,384 | 0,580 | 0,775 |
| 0,600 | 0,193 | 0,388 | 0,585 | 0,785 |
| 0,605 | 0,196 | 0,392 | 0,595 | 0,795 |
| 0,610 | 0,198 | 0,398 | 0,600 | 0,805 |
| 0,615 | 0,200 | 0,402 | 0,610 | 0,815 |
| 0,620 | 0,203 | 0,408 | 0,615 | 0,825 |
| 0,625 | 0,205 | 0,414 | 0,625 | 0,835 |
| 0,630 | 0,208 | 0,418 | 0,630 | 0,845 |
| 0,635 | 0,210 | 0,424 | 0,640 | 0,855 |
| 0,640 | 0,213 | 0,428 | 0,645 | 0,865 |
| 0,645 | 0,215 | 0,432 | 0,655 | 0,875 |
| 0,650 | 0,218 | 0,438 | 0,660 | 0,885 |
| 0,655 | 0,220 | 0,442 | 0,670 | 0,895 |
| 0,660 | 0,223 | 0,448 | 0,680 | 0,905 |
| 0,665 | 0,226 | 0,454 | 0,685 | 0,915 |
| 0,670 | 0,228 | 0,460 | 0,690 | 0,925 |
| 0,675 | 0,231 | 0,464 | 0,700 | 0,940 |
| 0,680 | 0,233 | 0,470 | 0,710 | 0,950 |
| 0,685 | 0,236 | 0,474 | 0,715 | 0,960 |
| 0,690 | 0,238 | 0,480 | 0,725 | 0,970 |
| 0,695 | 0,241 | 0,486 | 0,730 | 0,980 |
| 0,700 | 0,243 | 0,490 | 0,740 | 0,990 |
| 0,705 | 0,246 | 0,496 | 0,750 | 1,000 |
| 0,710 | 0,249 | 0,500 | 0,755 | 1,01  |
| 0,715 | 0,252 | 0,506 | 0,765 | 1,02  |
| 0,720 | 0,254 | 0,512 | 0,770 | 1,03  |
| 0,725 | 0,257 | 0,518 | 0,780 | 1,04  |



|       |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 0,750 | 0,260 | 0,522 | 0,790 | 1,06 |
| 0,735 | 0,262 | 0,528 | 0,795 | 1,07 |
| 0,740 | 0,265 | 0,534 | 0,806 | 1,08 |
| 0,746 | 0,268 | 0,538 | 0,815 | 1,09 |
| 0,750 | 0,270 | 0,544 | 0,820 | 1,10 |
| 0,755 |       | 0,550 | 0,830 | 1,11 |
| 0,760 |       | 0,556 | 0,835 | 1,12 |
| 0,765 |       | 0,560 | 0,845 | 1,13 |
| 0,770 |       | 0,566 | 0,855 | 1,14 |
| 0,775 |       | 0,572 | 0,860 | 1,16 |
| 0,780 |       | 0,578 | 0,870 | 1,17 |
| 0,785 |       | 0,582 | 0,880 | 1,18 |
| 0,790 |       | 0,590 | 0,890 | 1,19 |
| 0,795 |       | 0,594 | 0,895 | 1,20 |
| 0,800 |       | 0,600 | 0,905 | 1,21 |
| 0,805 |       | 0,606 | 0,915 | 1,22 |
| 0,810 |       | 0,612 | 0,920 | 1,24 |
| 0,815 |       | 0,618 | 0,930 | 1,25 |
| 0,820 |       | 0,622 | 0,940 | 1,26 |
| 0,825 |       | 0,628 | 0,950 | 1,27 |
| 0,830 |       | 0,634 | 0,955 | 1,28 |
| 0,835 |       | 0,640 | 0,965 | 1,29 |
| 0,840 |       | 0,646 | 0,975 | 1,30 |
| 0,845 |       | 0,652 | 0,985 | 1,32 |
| 0,850 |       | 0,658 | 0,990 | 1,33 |
| 0,855 |       | 0,664 | 1,000 | 1,34 |
| 0,860 |       | 0,670 | 1,010 | 1,35 |
| 0,865 |       | 0,674 | 1,020 | 1,36 |
| 0,870 |       | 0,680 | 1,030 | 1,37 |
| 0,875 |       | 0,687 | 1,04  | 1,39 |
| 0,880 |       | 0,693 | 1,05  | 1,40 |
| 0,885 |       | 0,699 | 1,05  | 1,41 |
| 0,890 |       | 0,704 | 1,06  | 1,42 |
| 0,895 |       | 0,711 | 1,07  | 1,43 |
| 0,900 |       | 0,716 | 1,08  | 1,45 |
| 0,905 |       | 0,723 | 1,09  | 1,46 |
| 0,910 |       | 0,729 | 1,10  | 1,47 |
| 0,915 |       | 0,735 | 1,11  | 1,48 |
| 0,920 |       | 0,741 | 1,12  | 1,50 |
| 0,925 |       | 0,747 | 1,13  | 1,51 |
| 0,930 |       | 0,754 | 1,14  | 1,52 |
| 0,935 |       | 0,760 | 1,14  | 1,53 |
| 0,940 |       | 0,766 | 1,15  | 1,54 |
| 0,945 |       | 0,772 | 1,16  | 1,56 |
| 0,950 |       | 0,778 | 1,17  | 1,57 |
| 0,955 |       | 0,784 | 1,18  | 1,58 |
| 0,960 |       | 0,790 | 1,19  | 1,60 |
| 0,965 |       | 0,796 | 1,20  | 1,61 |
| 0,970 |       | 0,802 | 1,21  | 1,62 |
| 0,975 |       | 0,809 | 1,22  | 1,63 |
| 0,980 |       | 0,815 | 1,23  | 1,64 |
| 0,985 |       | 0,821 | 1,24  | 1,66 |

|       |  |       |      |      |
|-------|--|-------|------|------|
| 0,990 |  | 0,827 | 1,25 | 1,67 |
| 0,995 |  | 0,834 | 1,26 | 1,68 |
| 1,000 |  | 0,840 | 1,27 | 1,70 |

Таблица 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 0,746 | 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 |
| 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 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 | 0,111 | 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 |
| 0,260 | 0,059  | 0,119 | 0,180 | 0,240 | 0,300 | 0,361 | 0,421 | 0,481 | 0,542 | 0,602 | 0,663 | 0,724 |
| 0,265 | 0,061  | 0,122 | 0,185 | 0,247 | 0,309 | 0,371 | 0,434 | 0,496 | 0,558 | 0,620 | 0,682 | 0,745 |
| 0,270 | 0,063  | 0,126 | 0,190 | 0,254 | 0,318 | 0,382 | 0,446 | 0,510 | 0,574 | 0,638 | 0,702 | 0,766 |
| 0,275 | 0,065  | 0,129 | 0,195 | 0,261 | 0,327 | 0,393 | 0,459 | 0,525 | 0,591 | 0,656 | 0,722 | 0,788 |
| 0,280 | 0,066  | 0,133 | 0,201 | 0,269 | 0,336 | 0,404 | 0,472 | 0,539 | 0,607 | 0,675 | 0,742 | 0,810 |
| 0,285 | 0,068  | 0,137 | 0,206 | 0,276 | 0,346 | 0,415 | 0,485 | 0,554 | 0,624 | 0,694 | 0,763 | 0,833 |
| 0,290 | 0,070  | 0,140 | 0,212 | 0,284 | 0,355 | 0,426 | 0,498 | 0,569 | 0,641 | 0,712 | 0,783 | 0,855 |
| 0,295 | 0,072  | 0,144 | 0,217 | 0,291 | 0,364 | 0,437 | 0,511 | 0,584 | 0,658 | 0,731 | 0,804 | 0,878 |
| 0,300 | 0,074  | 0,148 | 0,223 | 0,299 | 0,374 | 0,449 | 0,524 | 0,599 | 0,674 | 0,750 | 0,824 | 0,900 |
| 0,305 | 0,076  | 0,151 | 0,229 | 0,306 | 0,383 | 0,460 | 0,537 | 0,614 | 0,691 | 0,768 | 0,845 | 0,923 |
| 0,310 | 0,077  | 0,155 | 0,234 | 0,314 | 0,393 | 0,472 | 0,551 | 0,630 | 0,709 | 0,788 | 0,867 | 0,947 |
| 0,315 | 0,079  | 0,159 | 0,240 | 0,322 | 0,402 | 0,484 | 0,565 | 0,645 | 0,726 | 0,807 | 0,888 | 0,970 |

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,320 | 0,081 | 0,163 | 0,246 | 0,329 | 0,412 | 0,495 | 0,578 | 0,660 | 0,744 | 0,827 | 0,910 | 0,994 |
| 0,325 | 0,083 | 0,167 | 0,252 | 0,337 | 0,422 | 0,507 | 0,592 | 0,676 | 0,762 | 0,847 | 0,932 | 1,02  |
| 0,330 | 0,085 | 0,172 | 0,258 | 0,345 | 0,432 | 0,519 | 0,606 | 0,692 | 0,780 | 0,866 | 0,953 | 1,04  |
| 0,335 | 0,087 | 0,175 | 0,264 | 0,353 | 0,442 | 0,531 | 0,620 | 0,708 | 0,798 | 0,887 | 0,976 | 1,07  |
| 0,340 | 0,089 | 0,179 | 0,270 | 0,361 | 0,452 | 0,543 | 0,634 | 0,724 | 0,816 | 0,907 | 0,998 | 1,09  |
| 0,345 | 0,091 | 0,183 | 0,276 | 0,369 | 0,462 | 0,554 | 0,648 | 0,740 | 0,834 | 0,927 | 1,02  | 1,11  |
| 0,350 | 0,093 | 0,187 | 0,282 | 0,377 | 0,472 | 0,567 | 0,662 | 0,757 | 0,853 | 0,948 | 1,04  | 1,14  |
| 0,355 | 0,095 | 0,191 | 0,288 | 0,385 | 0,482 | 0,579 | 0,677 | 0,773 | 0,872 | 0,968 | 1,07  | 1,16  |
| 0,360 | 0,097 | 0,195 | 0,294 | 0,394 | 0,492 | 0,595 | 0,691 | 0,790 | 0,890 | 0,989 | 1,09  | 1,19  |
| 0,365 | 0,099 | 0,199 | 0,300 | 0,402 | 0,503 | 0,604 | 0,706 | 0,806 | 0,909 | 1,01  | 1,11  | 1,21  |
| 0,370 | 0,101 | 0,204 | 0,307 | 0,411 | 0,514 | 0,617 | 0,721 | 0,824 | 0,929 | 1,03  | 1,14  | 1,24  |
| 0,375 | 0,103 | 0,207 | 0,313 | 0,419 | 0,524 | 0,630 | 0,735 | 0,840 | 0,947 | 1,05  | 1,16  | 1,26  |
| 0,380 | 0,106 | 0,212 | 0,319 | 0,427 | 0,535 | 0,642 | 0,750 | 0,857 | 0,966 | 1,07  | 1,18  | 1,29  |
| 0,385 | 0,108 | 0,216 | 0,326 | 0,436 | 0,546 | 0,655 | 0,765 | 0,874 | 0,985 | 1,10  | 1,20  | 1,32  |
| 0,390 | 0,110 | 0,220 | 0,332 | 0,444 | 0,556 | 0,668 | 0,780 | 0,891 | 1,00  | 1,12  | 1,23  | 1,34  |
| 0,395 | 0,112 | 0,225 | 0,338 | 0,453 | 0,567 | 0,681 | 0,795 | 0,909 | 1,02  | 1,14  | 1,25  | 1,37  |
| 0,400 | 0,114 | 0,229 | 0,346 | 0,462 | 0,578 | 0,694 | 0,810 | 0,926 | 1,04  | 1,16  | 1,28  | 1,39  |
| 0,405 | 0,116 | 0,233 | 0,352 | 0,471 | 0,589 | 0,708 | 0,826 | 0,944 | 1,06  | 1,18  | 1,30  | 1,42  |
| 0,410 | 0,118 | 0,238 | 0,359 | 0,480 | 0,600 | 0,720 | 0,842 | 0,962 | 1,08  | 1,20  | 1,32  | 1,45  |
| 0,415 | 0,120 | 0,242 | 0,365 | 0,488 | 0,611 | 0,734 | 0,857 | 0,980 | 1,10  | 1,23  | 1,35  | 1,47  |
| 0,420 | 0,120 | 0,246 | 0,372 | 0,497 | 0,622 | 0,747 | 0,873 | 0,997 | 1,12  | 1,25  | 1,37  | 1,50  |
| 0,425 | 0,125 | 0,251 | 0,378 | 0,507 | 0,634 | 0,761 | 0,889 | 1,02  | 1,15  | 1,27  | 1,40  | 1,53  |
| 0,430 | 0,127 | 0,255 | 0,385 | 0,516 | 0,645 | 0,775 | 0,905 | 1,03  | 1,17  | 1,30  | 1,42  | 1,56  |
| 0,435 | 0,129 | 0,260 | 0,392 | 0,525 | 0,656 | 0,788 | 0,921 | 1,05  | 1,19  | 1,32  | 1,45  | 1,58  |
| 0,440 | 0,132 | 0,264 | 0,399 | 0,534 | 0,668 | 0,802 | 0,937 | 1,07  | 1,21  | 1,34  | 1,48  | 1,61  |
| 0,445 | 0,134 | 0,269 | 0,406 | 0,544 | 0,680 | 0,817 | 0,954 | 1,09  | 1,23  | 1,36  | 1,50  | 1,64  |
| 0,450 | 0,136 | 0,274 | 0,413 | 0,552 | 0,691 | 0,830 | 0,970 | 1,11  | 1,25  | 1,39  | 1,53  | 1,67  |
| 0,455 | 0,138 | 0,278 | 0,420 | 0,562 | 0,703 | 0,844 | 0,986 | 1,13  | 1,26  | 1,41  | 1,55  | 1,70  |
| 0,460 | 0,141 | 0,283 | 0,427 | 0,571 | 0,714 | 0,858 | 1,00  | 1,14  | 1,29  | 1,44  | 1,58  | 1,72  |
| 0,465 | 0,143 | 0,287 | 0,433 | 0,580 | 0,726 | 0,872 | 1,02  | 1,17  | 1,31  | 1,46  | 1,60  | 1,75  |
| 0,470 | 0,145 | 0,292 | 0,440 | 0,590 | 0,739 | 0,887 | 1,04  | 1,18  | 1,33  | 1,48  | 1,63  | 1,78  |
| 0,475 | 0,148 | 0,297 | 0,448 | 0,600 | 0,750 | 0,902 | 1,05  | 1,20  | 1,36  | 1,51  | 1,66  | 1,81  |
| 0,480 | 0,150 | 0,301 | 0,455 | 0,609 | 0,762 | 0,916 | 1,07  | 1,22  | 1,38  | 1,53  | 1,68  | 1,84  |
| 0,485 | 0,153 | 0,307 | 0,462 | 0,619 | 0,774 | 0,930 | 1,09  | 1,24  | 1,40  | 1,56  | 1,71  | 1,87  |
| 0,490 | 0,155 | 0,311 | 0,469 | 0,628 | 0,786 | 0,944 | 1,10  | 1,26  | 1,42  | 1,58  | 1,74  | 1,90  |
| 0,495 | 0,157 | 0,316 | 0,476 | 0,638 | 0,798 | 0,959 | 1,12  | 1,28  | 1,44  | 1,60  | 1,76  | 1,93  |
| 0,500 | 0,160 | 0,321 | 0,484 | 0,648 | 0,810 | 0,974 | 1,14  | 1,30  | 1,46  | 1,63  | 1,79  | 1,96  |
| 0,505 | 0,162 | 0,326 | 0,491 | 0,657 | 0,823 | 0,988 | 1,16  | 1,32  | 1,49  | 1,65  | 1,82  | 1,98  |
| 0,510 | 0,164 | 0,331 | 0,499 | 0,668 | 0,836 | 1,00  | 1,17  | 1,34  | 1,51  | 1,68  | 1,85  | 2,02  |
| 0,515 | 0,167 | 0,336 | 0,506 | 0,678 | 0,848 | 1,02  | 1,19  | 1,36  | 1,53  | 1,70  | 1,87  | 2,05  |
| 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  |
| 0,525 | 0,172 | 0,346 | 0,521 | 0,698 | 0,873 | 1,05  | 0,23  | 1,40  | 1,58  | 1,75  | 1,93  | 2,11  |
| 0,530 | 0,174 | 0,350 | 0,528 | 0,708 | 0,885 | 1,06  | 1,24  | 1,42  | 1,60  | 1,78  | 1,96  | 2,14  |
| 0,535 | 0,177 | 0,356 | 0,536 | 0,718 | 0,898 | 1,08  | 1,26  | 1,44  | 1,62  | 1,80  | 1,98  | 2,17  |
| 0,540 | 0,180 | 0,360 | 0,544 | 0,728 | 0,911 | 1,09  | 1,28  | 1,46  | 1,65  | 1,83  | 2,01  | 2,20  |
| 0,545 | 0,182 | 0,366 | 0,552 | 0,739 | 0,924 | 1,11  | 1,30  | 1,48  | 1,67  | 1,85  | 2,04  | 2,23  |
| 0,550 | 0,184 | 0,370 | 0,559 | 0,749 | 0,937 | 1,12  | 1,31  | 1,50  | 1,69  | 1,88  | 2,07  | 2,26  |
| 0,555 | 0,187 | 0,376 | 0,567 | 0,759 | 0,950 | 1,14  | 1,33  | 1,52  | 1,72  | 1,90  | 2,10  | 2,29  |
| 0,560 | 0,189 | 0,381 | 0,575 | 0,769 | 0,963 | 1,16  | 1,35  | 1,54  | 1,74  | 1,93  | 2,12  | 2,32  |
| 0,565 | 0,192 | 0,386 | 0,582 | 0,780 | 0,976 | 1,17  | 1,37  | 1,57  | 1,76  | 1,96  | 2,16  | 2,35  |
| 0,570 | 0,194 | 0,391 | 0,590 | 0,790 | 0,988 | 1,19  | 1,39  | 1,59  | 1,79  | 1,98  | 2,18  | 2,38  |
| 0,575 | 0,197 | 0,397 | 0,598 | 0,800 | 1,00  | 1,20  | 1,41  | 1,61  | 1,81  | 2,01  | 2,21  | 2,42  |

|       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,580 | 0,200 | 0,402 | 0,606 | 0,811 | 1,02 | 1,22 | 1,42 | 1,63 | 1,83 | 2,04 | 2,24 | 2,45 |
| 0,585 | 0,202 | 0,407 | 0,614 | 0,822 | 1,03 | 1,24 | 1,44 | 1,65 | 1,86 | 2,06 | 2,27 | 2,48 |
| 0,590 | 0,205 | 0,412 | 0,622 | 0,833 | 1,04 | 1,25 | 1,46 | 1,67 | 1,88 | 2,09 | 2,30 | 2,51 |
| 0,595 | 0,208 | 0,417 | 0,630 | 0,843 | 1,06 | 1,27 | 1,48 | 1,69 | 1,91 | 2,12 | 2,33 | 2,54 |
| 0,600 | 0,210 | 0,423 | 0,638 | 0,854 | 1,07 | 1,28 | 1,50 | 1,71 | 1,93 | 2,14 | 2,36 | 2,58 |
| 0,605 | 0,213 | 0,428 | 0,646 | 0,865 | 1,08 | 1,30 | 1,52 | 1,74 | 1,96 | 2,17 | 2,39 | 2,61 |
| 0,610 | 0,215 | 0,433 | 0,654 | 0,875 | 1,10 | 1,32 | 1,54 | 1,76 | 1,98 | 2,20 | 2,42 | 2,64 |
| 0,615 | 0,218 | 0,439 | 0,662 | 0,886 | 1,11 | 1,33 | 1,56 | 1,78 | 2,00 | 2,23 | 2,45 | 2,68 |
| 0,620 | 0,221 | 0,444 | 0,670 | 0,897 | 1,12 | 1,35 | 1,58 | 1,80 | 2,03 | 2,25 | 2,48 | 2,71 |
| 0,625 | 0,224 | 0,449 | 0,678 | 0,908 | 1,14 | 1,36 | 1,59 | 1,82 | 2,05 | 2,28 | 2,51 | 2,74 |
| 0,630 | 0,226 | 0,455 | 0,686 | 0,919 | 1,15 | 1,38 | 1,61 | 1,84 | 2,08 | 2,31 | 2,54 | 2,77 |
| 0,635 | 0,229 | 0,460 | 0,694 | 0,930 | 1,16 | 1,40 | 1,63 | 1,86 | 2,10 | 2,34 | 2,57 | 2,81 |
| 0,640 | 0,232 | 0,466 | 0,704 | 0,942 | 1,18 | 1,42 | 1,65 | 1,89 | 2,13 | 2,36 | 2,60 | 2,84 |
| 0,645 | 0,234 | 0,472 | 0,712 | 0,953 | 1,19 | 1,43 | 1,67 | 1,91 | 2,15 | 2,39 | 2,63 | 2,87 |
| 0,650 | 0,237 | 0,477 | 0,720 | 0,964 | 1,21 | 1,45 | 1,69 | 1,93 | 2,18 | 2,42 | 2,66 | 2,91 |
| 0,655 | 0,240 | 0,483 | 0,728 | 0,975 | 1,22 | 1,47 | 1,71 | 1,96 | 2,20 | 2,45 | 2,70 | 2,94 |
| 0,660 | 0,242 | 0,488 | 0,737 | 0,986 | 1,23 | 1,48 | 1,73 | 1,98 | 2,23 | 2,48 | 2,73 | 2,98 |
| 0,665 | 0,245 | 0,494 | 0,745 | 0,998 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,26 | 2,51 | 2,76 | 3,01 |
| 0,670 | 0,248 | 0,499 | 0,754 | 1,01  | 1,26 | 1,52 | 1,77 | 2,02 | 2,28 | 2,54 | 2,79 | 3,04 |
| 0,675 | 0,251 | 0,505 | 0,762 | 1,02  | 1,28 | 1,53 | 1,79 | 2,05 | 2,31 | 2,56 | 2,82 | 3,08 |
| 0,680 | 0,254 | 0,510 | 0,770 | 1,03  | 1,29 | 1,55 | 1,81 | 2,07 | 2,33 | 2,59 | 2,85 | 3,11 |
| 0,685 | 0,257 | 0,516 | 0,779 | 1,04  | 1,30 | 1,57 | 1,83 | 2,09 | 2,36 | 2,62 | 2,88 | 3,15 |
| 0,690 | 0,259 | 0,522 | 0,788 | 1,05  | 1,32 | 1,58 | 1,85 | 2,12 | 2,38 | 2,65 | 2,91 | 3,18 |
| 0,695 | 0,262 | 0,527 | 0,796 | 1,07  | 1,33 | 1,60 | 1,87 | 2,14 | 2,41 | 2,68 | 2,95 | 3,22 |
| 0,700 | 0,265 | 0,533 | 0,805 | 1,08  | 1,35 | 1,62 | 1,89 | 2,16 | 2,44 | 2,71 | 2,98 | 3,25 |
| 0,705 | 0,268 | 0,539 | 0,813 | 1,09  | 1,36 | 1,64 | 1,91 | 2,18 | 2,46 | 2,74 | 3,01 | 3,29 |
| 0,710 | 0,271 | 0,545 | 0,822 | 1,10  | 1,38 | 1,65 | 1,93 | 2,21 | 2,49 | 2,77 | 3,04 | 3,32 |
| 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 |
| 0,720 | 0,277 | 0,557 | 0,840 | 1,12  | 1,41 | 1,69 | 1,98 | 2,26 | 2,54 | 2,83 | 3,11 | 3,40 |
| 0,725 | 0,280 | 0,563 | 0,849 | 1,14  | 1,42 | 1,71 | 2,00 | 2,28 | 2,57 | 2,86 | 3,14 | 3,43 |
| 0,730 | 0,282 | 0,568 | 0,858 | 1,15  | 1,44 | 1,73 | 2,02 | 2,30 | 2,60 | 2,89 | 3,17 | 3,47 |
| 0,735 | 0,285 | 0,574 | 0,867 | 1,16  | 1,45 | 1,74 | 2,04 | 2,33 | 2,62 | 2,92 | 3,21 | 3,50 |
| 0,740 | 0,288 | 0,580 | 0,876 | 1,17  | 1,47 | 1,76 | 2,06 | 2,35 | 2,65 | 2,94 | 3,24 | 3,54 |
| 0,745 | 0,291 | 0,586 | 0,884 | 1,18  | 1,48 | 1,78 | 2,08 | 2,38 | 2,68 | 2,98 | 3,27 | 3,57 |
| 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 4

Расходы воды при  $b/B = 0,6$ ;  $P = 0,30$  м

| $h$ , 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   | 0,004               | 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 | 0,501 | 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 |
| 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 |
| 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  | 1,87  | 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 | 0,341 | 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 |
| 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 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)

| $b/B$ | $\frac{h}{h+p}$ |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0,1             | 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 6

Значение  $C_1$  для разных напоров  $h$  в зависимости от ширины  $b$  и длины  $l$  горловины люка

| $l/b$ | $h/l$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 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 11

**РАСХОДЫ ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с) ЧЕРЕЗ ВОДОСЛИВ С ТРЕУГОЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ ПОРОГА НА 1 м  
ШИРИНЫ ГРЕБНЯ**

| $h$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,03    | 0,0102 | 0,0112 | 0,0123 | 0,0134 | 0,0145 |
| 0,04    | 0,0157 | 0,0169 | 0,0181 | 0,0193 | 0,0206 |
| 0,05    | 0,0219 | 0,0232 | 0,0246 | 0,0260 | 0,0274 |
| 0,06    | 0,0288 | 0,0303 | 0,0317 | 0,0332 | 0,0348 |
| 0,07    | 0,0363 | 0,0379 | 0,0394 | 0,0411 | 0,0427 |

|      |        |        |        |        |        |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,08 | 0,0444 | 0,0460 | 0,0477 | 0,0494 | 0,0512 |
| 0,09 | 0,0529 | 0,0547 | 0,0565 | 0,0583 | 0,0601 |
| 0,10 | 0,0620 | 0,0638 | 0,0657 | 0,0676 | 0,0696 |
| 0,11 | 0,0715 | 0,0735 | 0,0754 | 0,0774 | 0,0794 |
| 0,12 | 0,0815 | 0,0835 | 0,0856 | 0,0877 | 0,0898 |
| 0,13 | 0,0919 | 0,0940 | 0,0961 | 0,0983 | 0,100  |
| 0,14 | 0,103  | 0,105  | 0,107  | 0,109  | 0,112  |
| 0,15 | 0,114  | 0,116  | 0,118  | 0,121  | 0,123  |
| 0,16 | 0,125  | 0,128  | 0,130  | 0,133  | 0,135  |
| 0,17 | 0,137  | 0,140  | 0,142  | 0,145  | 0,147  |
| 0,18 | 0,150  | 0,152  | 0,155  | 0,157  | 0,160  |
| 0,19 | 0,162  | 0,165  | 0,167  | 0,170  | 0,173  |
| 0,20 | 0,175  | 0,178  | 0,181  | 0,183  | 0,186  |
| 0,21 | 0,187  | 0,191  | 0,194  | 0,197  | 0,200  |
| 0,22 | 0,202  | 0,205  | 0,208  | 0,211  | 0,213  |
| 0,23 | 0,216  | 0,219  | 0,222  | 0,225  | 0,228  |
| 0,24 | 0,230  | 0,233  | 0,236  | 0,239  | 0,242  |
| 0,25 | 0,245  | 0,248  | 0,251  | 0,254  | 0,257  |
| 0,26 | 0,260  | 0,263  | 0,266  | 0,269  | 0,272  |
| 0,27 | 0,275  | 0,278  | 0,281  | 0,284  | 0,287  |
| 0,28 | 0,290  | 0,294  | 0,297  | 0,300  | 0,303  |
| 0,29 | 0,306  | 0,309  | 0,312  | 0,316  | 0,319  |
| 0,30 | 0,322  | 0,325  | 0,329  | 0,332  | 0,335  |
| 0,31 | 0,338  | 0,342  | 0,345  | 0,348  | 0,351  |
| 0,32 | 0,355  | 0,358  | 0,361  | 0,365  | 0,368  |
| 0,33 | 0,372  | 0,375  | 0,378  | 0,382  | 0,385  |
| 0,34 | 0,389  | 0,392  | 0,395  | 0,399  | 0,402  |
| 0,35 | 0,406  | 0,409  | 0,413  | 0,416  | 0,420  |
| 0,36 | 0,423  | 0,427  | 0,430  | 0,434  | 0,438  |
| 0,37 | 0,441  | 0,445  | 0,448  | 0,452  | 0,456  |
| 0,38 | 0,459  | 0,463  | 0,466  | 0,470  | 0,474  |
| 0,39 | 0,477  | 0,481  | 0,485  | 0,488  | 0,492  |
| 0,40 | 0,496  | 0,500  | 0,503  | 0,507  | 0,511  |
| 0,41 | 0,515  | 0,518  | 0,522  | 0,526  | 0,530  |
| 0,42 | 0,533  | 0,537  | 0,541  | 0,545  | 0,549  |
| 0,43 | 0,553  | 0,557  | 0,560  | 0,564  | 0,568  |
| 0,44 | 0,572  | 0,576  | 0,580  | 0,584  | 0,588  |
| 0,45 | 0,592  | 0,596  | 0,600  | 0,604  | 0,608  |
| 0,46 | 0,611  | 0,615  | 0,619  | 0,623  | 0,628  |
| 0,47 | 0,632  | 0,636  | 0,640  | 0,644  | 0,648  |
| 0,48 | 0,652  | 0,656  | 0,660  | 0,664  | 0,668  |
| 0,49 | 0,673  | 0,676  | 0,681  | 0,685  | 0,689  |
| 0,50 | 0,693  | 0,697  | 0,701  | 0,705  | 0,710  |
| 0,51 | 0,714  | 0,718  | 0,722  | 0,726  | 0,731  |
| 0,52 | 0,735  | 0,739  | 0,743  | 0,748  | 0,752  |
| 0,53 | 0,756  | 0,761  | 0,765  | 0,769  | 0,773  |
| 0,54 | 0,778  | 0,782  | 0,786  | 0,791  | 0,795  |
| 0,55 | 0,799  | 0,804  | 0,808  | 0,813  | 0,817  |
| 0,56 | 0,821  | 0,826  | 0,830  | 0,835  | 0,839  |
| 0,57 | 0,843  | 0,848  | 0,852  | 0,857  | 0,861  |
| 0,58 | 0,866  | 0,870  | 0,875  | 0,879  | 0,884  |
| 0,59 | 0,888  | 0,893  | 0,897  | 0,902  | 0,906  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,60 | 0,911 | 0,915 | 0,920 | 0,925 | 0,929 |
| 0,61 | 0,934 | 0,938 | 0,943 | 0,948 | 0,952 |
| 0,62 | 0,957 | 0,961 | 0,966 | 0,971 | 0,975 |
| 0,63 | 0,980 | 0,985 | 0,989 | 0,994 | 0,999 |
| 0,64 | 1,00  | 1,01  | 1,01  | 1,02  | 1,02  |
| 0,65 | 1,03  | 1,03  | 1,04  | 1,04  | 1,05  |
| 0,66 | 1,05  | 1,06  | 1,06  | 1,06  | 1,07  |
| 0,67 | 1,08  | 1,08  | 1,08  | 1,09  | 1,09  |
| 0,68 | 1,10  | 1,10  | 1,11  | 1,11  | 1,12  |
| 0,69 | 1,12  | 1,13  | 1,13  | 1,14  | 1,14  |
| 0,70 | 1,15  | 1,15  | 1,16  | 1,16  | 1,17  |
| 0,71 | 1,17  | 1,18  | 1,18  | 1,19  | 1,19  |
| 0,72 | 1,20  | 1,20  | 1,21  | 1,21  | 1,22  |
| 0,73 | 1,22  | 1,23  | 1,23  | 1,24  | 1,24  |
| 0,74 | 1,25  | 1,25  | 1,26  | 1,26  | 1,27  |
| 0,75 | 1,27  | 1,28  | 1,28  | 1,29  | 1,29  |
| 0,76 | 1,30  | 1,30  | 1,31  | 1,31  | 1,32  |
| 0,77 | 1,32  | 1,33  | 1,34  | 1,34  | 1,34  |
| 0,78 | 1,35  | 1,36  | 1,36  | 1,37  | 1,37  |
| 0,79 | 1,38  | 1,38  | 1,39  | 1,39  | 1,40  |
| 0,80 | 1,40  | 1,41  | 1,41  | 1,42  | 1,42  |
| 0,81 | 1,43  | 1,43  | 1,44  | 1,44  | 1,45  |
| 0,82 | 1,46  | 1,46  | 1,47  | 1,47  | 1,48  |
| 0,83 | 1,48  | 1,49  | 1,49  | 1,50  | 1,50  |
| 0,84 | 1,51  | 1,51  | 1,52  | 1,52  | 1,53  |
| 0,85 | 1,54  | 1,54  | 1,55  | 1,55  | 1,56  |
| 0,86 | 1,56  | 1,57  | 1,58  | 1,58  | 1,58  |
| 0,87 | 1,59  | 1,60  | 1,60  | 1,61  | 1,61  |
| 0,88 | 1,62  | 1,62  | 1,63  | 1,64  | 1,64  |
| 0,89 | 1,65  | 1,65  | 1,66  | 1,66  | 1,67  |
| 0,90 | 1,67  | 1,68  | 1,68  | 1,69  | 1,70  |
| 0,91 | 1,70  | 1,71  | 1,71  | 1,72  | 1,72  |
| 0,92 | 1,73  | 1,74  | 1,74  | 1,75  | 1,75  |
| 0,93 | 1,76  | 1,76  | 1,77  | 1,78  | 1,78  |
| 0,94 | 1,79  | 1,79  | 1,80  | 1,80  | 1,81  |
| 0,95 | 1,82  | 1,82  | 1,83  | 1,83  | 1,84  |
| 0,96 | 1,84  | 1,85  | 1,86  | 1,86  | 1,87  |
| 0,97 | 1,87  | 1,88  | 1,88  | 1,89  | 1,90  |
| 0,98 | 1,90  | 1,91  | 1,91  | 1,92  | 1,92  |
| 0,99 | 1,93  | 1,94  | 1,94  | 1,95  | 1,95  |
| 1,00 | 1,96  | 1,97  | 1,97  | 1,98  | 1,98  |
| 1,01 | 1,99  | 2,00  | 2,00  | 2,01  | 2,01  |
| 1,02 | 2,02  | 2,02  | 2,03  | 2,04  | 2,04  |
| 1,03 | 2,05  | 2,06  | 2,06  | 2,07  | 2,07  |
| 1,04 | 2,08  | 2,08  | 2,09  | 2,10  | 2,10  |
| 1,05 | 2,11  | 2,12  | 2,12  | 2,13  | 2,13  |
| 1,06 | 2,14  | 2,14  | 2,15  | 2,16  | 2,16  |
| 1,07 | 2,17  | 2,18  | 2,18  | 2,19  | 2,19  |
| 1,08 | 2,20  | 2,21  | 2,21  | 2,22  | 2,22  |
| 1,09 | 2,23  | 2,24  | 2,24  | 2,25  | 2,26  |
| 1,10 | 2,26  | 2,27  | 2,27  | 2,28  | 2,29  |
| 1,11 | 2,29  | 2,30  | 2,30  | 2,31  | 2,32  |



|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1,12 | 2,32 | 2,33 | 2,34 | 2,34 | 2,35 |
| 1,13 | 2,35 | 2,36 | 2,37 | 2,37 | 2,38 |
| 1,14 | 2,39 | 2,39 | 2,40 | 2,40 | 2,41 |
| 1,15 | 2,42 | 2,42 | 2,43 | 2,44 | 2,44 |
| 1,16 | 2,45 | 2,46 | 2,46 | 2,47 | 2,47 |
| 1,17 | 2,48 | 2,49 | 2,49 | 2,50 | 2,51 |
| 1,18 | 2,51 | 2,52 | 2,52 | 2,53 | 2,54 |
| 1,19 | 2,54 | 2,55 | 2,56 | 2,56 | 2,57 |
| 1,20 | 2,58 | 2,58 | 2,59 | 2,60 | 2,60 |
| 1,21 | 2,61 | 2,62 | 2,62 | 2,63 | 2,64 |
| 1,22 | 2,64 | 2,65 | 2,65 | 2,66 | 2,67 |
| 1,23 | 2,67 | 2,68 | 2,69 | 2,69 | 2,70 |
| 1,24 | 2,71 | 2,71 | 2,72 | 2,73 | 2,73 |
| 1,25 | 2,74 | 2,75 | 2,75 | 2,76 | 2,76 |
| 1,26 | 2,77 | 2,78 | 2,78 | 2,79 | 2,80 |
| 1,27 | 2,80 | 2,81 | 2,82 | 2,82 | 2,83 |
| 1,28 | 2,84 | 2,84 | 2,85 | 2,86 | 2,86 |
| 1,29 | 2,87 | 2,88 | 2,88 | 2,89 | 2,90 |
| 1,30 | 2,90 | 2,91 | 2,92 | 2,92 | 2,93 |
| 1,31 | 2,94 | 2,94 | 2,95 | 2,96 | 2,97 |
| 1,32 | 2,97 | 2,98 | 2,99 | 2,99 | 3,00 |
| 1,33 | 3,01 | 3,01 | 3,02 | 3,03 | 3,03 |
| 1,34 | 3,04 | 3,05 | 3,05 | 3,06 | 3,07 |
| 1,35 | 3,07 | 3,08 | 3,09 | 3,10 | 3,10 |
| 1,36 | 3,11 | 3,12 | 3,12 | 3,13 | 3,14 |
| 1,37 | 3,14 | 3,15 | 3,16 | 3,16 | 3,17 |
| 1,38 | 3,18 | 3,18 | 3,19 | 3,20 | 3,20 |
| 1,39 | 3,21 | 3,22 | 3,23 | 3,23 | 3,24 |
| 1,40 | 3,25 | 3,25 | 3,26 | 3,27 | 3,28 |
| 1,41 | 3,28 | 3,29 | 3,30 | 3,30 | 3,31 |
| 1,42 | 3,32 | 3,32 | 3,33 | 3,34 | 3,34 |
| 1,43 | 3,35 | 3,36 | 3,37 | 3,37 | 3,38 |
| 1,44 | 3,39 | 3,39 | 3,40 | 3,41 | 3,42 |
| 1,45 | 3,42 | 3,43 | 3,44 | 3,44 | 3,45 |
| 1,46 | 3,46 | 3,46 | 3,47 | 3,48 | 3,49 |
| 1,47 | 3,49 | 3,50 | 3,51 | 3,52 | 3,52 |
| 1,48 | 3,53 | 3,54 | 3,54 | 3,55 | 3,56 |
| 1,49 | 3,56 | 3,57 | 3,58 | 3,59 | 3,59 |
| 1,50 | 3,60 | 3,61 | 3,62 | 3,62 | 3,63 |
| 1,51 | 3,64 | 3,64 | 3,65 | 3,66 | 3,67 |
| 1,52 | 3,67 | 3,68 | 3,69 | 3,70 | 3,70 |
| 1,53 | 3,71 | 3,72 | 3,72 | 3,73 | 3,74 |
| 1,54 | 3,75 | 3,75 | 3,76 | 3,77 | 3,78 |
| 1,55 | 3,78 | 3,79 | 3,80 | 3,80 | 3,81 |
| 1,56 | 3,82 | 3,83 | 3,83 | 3,84 | 3,85 |
| 1,57 | 3,86 | 3,86 | 3,87 | 3,88 | 3,88 |
| 1,58 | 3,89 | 3,90 | 3,91 | 3,92 | 3,92 |
| 1,59 | 3,93 | 3,94 | 3,94 | 3,95 | 3,96 |
| 1,60 | 3,97 | 3,97 | 3,98 | 3,99 | 4,00 |
| 1,61 | 4,00 | 4,01 | 4,02 | 4,03 | 4,03 |
| 1,62 | 4,04 | 4,05 | 4,06 | 4,06 | 4,07 |
| 1,63 | 4,08 | 4,09 | 4,09 | 4,10 | 4,11 |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1,64 | 4,12 | 4,12 | 4,13 | 4,14 | 4,15 |
| 1,65 | 4,15 | 4,16 | 4,17 | 4,18 | 4,18 |
| 1,66 | 4,19 | 4,20 | 4,21 | 4,22 | 4,22 |
| 1,67 | 4,23 | 4,24 | 4,24 | 4,25 | 4,26 |
| 1,68 | 4,27 | 4,28 | 4,28 | 4,29 | 4,30 |
| 1,69 | 4,31 | 4,32 | 4,32 | 4,33 | 4,34 |
| 1,70 | 4,34 | 4,35 | 4,36 | 4,37 | 4,38 |
| 1,71 | 4,38 | 4,39 | 4,40 | 4,41 | 4,41 |
| 1,72 | 4,42 | 4,43 | 4,44 | 4,44 | 4,45 |
| 1,73 | 4,46 | 4,47 | 4,48 | 4,48 | 4,49 |
| 1,74 | 4,50 | 4,51 | 4,51 | 4,52 | 4,53 |
| 1,75 | 4,54 | 4,54 | 4,55 | 4,56 | 4,57 |
| 1,76 | 4,58 | 4,58 | 4,59 | 4,60 | 4,61 |
| 1,77 | 4,62 | 4,62 | 4,63 | 4,64 | 4,65 |
| 1,78 | 4,65 | 4,66 | 4,67 | 4,68 | 4,69 |
| 1,79 | 4,69 | 4,70 | 4,71 | 4,72 | 4,72 |
| 1,80 | 4,73 | 4,74 | 4,75 | 4,76 | 4,76 |
| 1,81 | 4,77 | 4,78 | 4,79 | 4,80 | 4,80 |
| 1,82 | 4,81 | 4,82 | 4,83 | 4,84 | 4,84 |
| 1,83 | 4,85 | 4,86 | 4,87 | 4,88 | 4,88 |
| 1,84 | 4,89 | 4,90 | 4,91 | 4,92 | 4,92 |
| 1,85 | 4,93 | 4,94 | 4,95 | 4,96 | 4,96 |
| 1,86 | 4,97 | 4,98 | 4,99 | 5,00 | 5,00 |
| 1,87 | 5,01 | 5,02 | 5,03 | 5,04 | 5,04 |
| 1,88 | 5,05 | 5,06 | 5,07 | 5,08 | 5,08 |
| 1,89 | 5,09 | 5,10 | 5,11 | 5,12 | 5,12 |
| 1,90 | 5,13 | 5,14 | 5,15 | 5,16 | 5,17 |
| 1,91 | 5,17 | 5,18 | 5,19 | 5,20 | 5,21 |
| 1,92 | 5,21 | 5,22 | 5,23 | 5,24 | 5,25 |
| 1,93 | 5,26 | 5,26 | 5,27 | 5,28 | 5,29 |
| 1,94 | 5,30 | 5,30 | 5,31 | 5,32 | 5,33 |
| 1,95 | 5,34 | 5,34 | 5,35 | 5,36 | 5,37 |
| 1,96 | 5,38 | 5,37 | 5,40 | 5,40 | 5,41 |
| 1,97 | 5,42 | 5,43 | 5,44 | 5,44 | 5,45 |
| 1,98 | 5,46 | 5,47 | 5,48 | 5,49 | 5,49 |
| 1,99 | 5,50 | 5,51 | 5,52 | 5,53 | 5,54 |
| 2,00 | 5,54 | 5,55 | 5,56 | 5,57 | 5,58 |
| 2,01 | 5,58 | 5,59 | 5,60 | 5,61 | 5,62 |
| 2,02 | 5,63 | 5,64 | 5,64 | 5,65 | 5,66 |
| 2,03 | 5,67 | 5,68 | 5,69 | 5,69 | 5,70 |
| 2,04 | 5,71 | 5,72 | 5,73 | 5,74 | 5,74 |
| 2,05 | 5,75 | 5,76 | 5,77 | 5,78 | 5,79 |
| 2,06 | 5,80 | 5,80 | 5,81 | 5,82 | 5,83 |
| 2,07 | 5,84 | 5,85 | 5,85 | 5,86 | 5,87 |
| 2,08 | 5,88 | 5,89 | 5,90 | 5,90 | 5,91 |
| 2,09 | 5,92 | 5,93 | 5,94 | 5,95 | 5,96 |
| 2,10 | 5,96 | 5,97 | 5,98 | 5,99 | 6,00 |
| 2,11 | 6,01 | 6,02 | 6,02 | 6,03 | 6,04 |
| 2,12 | 6,05 | 6,06 | 6,07 | 6,08 | 6,08 |
| 2,13 | 6,09 | 6,10 | 6,11 | 6,12 | 6,13 |
| 2,14 | 6,14 | 6,14 | 6,15 | 6,16 | 6,17 |
| 2,15 | 6,18 | 6,19 | 6,20 | 6,20 | 6,21 |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 2,16 | 6,22 | 6,23 | 6,24 | 6,25 | 6,26 |
| 2,17 | 6,26 | 6,27 | 6,28 | 6,29 | 6,30 |
| 2,18 | 6,31 | 6,32 | 6,33 | 6,34 | 6,34 |
| 2,19 | 6,35 | 6,36 | 6,37 | 6,38 | 6,39 |
| 2,20 | 6,40 | 6,40 | 6,41 | 6,42 | 6,43 |
| 2,21 | 6,44 | 6,45 | 6,46 | 6,47 | 6,47 |
| 2,22 | 6,48 | 6,49 | 6,50 | 6,51 | 6,52 |
| 2,23 | 6,53 | 6,54 | 6,54 | 6,55 | 6,56 |
| 2,24 | 6,57 | 6,58 | 6,59 | 6,60 | 6,61 |
| 2,25 | 6,62 | 6,62 | 6,63 | 6,64 | 6,65 |
| 2,26 | 6,66 | 6,67 | 6,68 | 6,69 | 6,69 |
| 2,27 | 6,70 | 6,71 | 6,72 | 6,73 | 6,74 |
| 2,28 | 6,75 | 6,76 | 6,76 | 6,77 | 6,78 |
| 2,29 | 6,79 | 6,80 | 6,81 | 6,82 | 6,83 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

**ЗНАЧЕНИЯ  $\sqrt{2gh}^{3/2}$  И КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА  $m$  ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОДОСЛИВА  
БЕЗ БОКОВОГО СЖАТИЯ ( $b/B = 1,0$ )**

| $h$ , 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             | 0,426                                                                   | 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 |
| 0,38    | 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 13

ОБРАЗЕЦ РАБОЧЕЙ ТАБЛИЦЫ  $Q = f(H)$  ДЛЯ ВОДОСЛИВА

Общесоюзный номер \_\_\_\_\_ тип \_\_\_\_\_

Станция (пост) \_\_\_\_\_

Река (ручей) \_\_\_\_\_

Тип водослива \_\_\_\_\_

Таблица расходов воды (м<sup>3</sup>/с)

| $H$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05    |       |       |       |       |       |
| 0,06    |       |       |       |       |       |
| 0,07    |       |       |       |       |       |
| -       |       |       |       |       |       |
| -       |       |       |       |       |       |

Таблицу составил \_\_\_\_\_

проверил \_\_\_\_\_

Начальник станции \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВОДЫ  $q$  (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С БОКОВЫМ СЖАТИЕМ  $b/B$  ОТ 0,40 ДО 0,20, НА 1 м ШИРИНЫ

# ВОДОСЛИВА

| $h_2$ , м | $q$   |
|-----------|-------|
| 0,05      | 0,022 |
| 0,06      | 0,028 |
| 0,07      | 0,035 |
| 0,08      | 0,042 |
| 0,09      | 0,050 |
| 0,10      | 0,058 |
| 0,11      | 0,066 |
| 0,12      | 0,075 |
| 0,13      | 0,084 |
| 0,14      | 0,094 |
| 0,15      | 0,104 |
| 0,16      | 0,114 |
| 0,17      | 0,125 |
| 0,18      | 0,136 |
| 0,19      | 0,147 |
| 0,20      | 0,158 |
| 0,21      | 0,170 |
| 0,22      | 0,182 |
| 0,23      | 0,194 |
| 0,24      | 0,207 |
| 0,25      | 0,220 |
| 0,26      | 0,234 |
| 0,27      | 0,247 |
| 0,28      | 0,261 |
| 0,29      | 0,275 |
| 0,30      | 0,289 |
| 0,31      | 0,303 |
| 0,32      | 0,318 |
| 0,33      | 0,333 |
| 0,34      | 0,348 |
| 0,35      | 0,364 |
| 0,36      | 0,380 |
| 0,37      | 0,396 |
| 0,38      | 0,412 |
| 0,39      | 0,428 |
| 0,40      | 0,444 |
| 0,41      | 0,460 |
| 0,42      | 0,477 |
| 0,43      | 0,495 |
| 0,44      | 0,513 |
| 0,45      | 0,531 |
| 0,46      | 0,549 |
| 0,47      | 0,567 |
| 0,48      | 0,585 |
| 0,49      | 0,603 |
| 0,50      | 0,622 |

|      |       |
|------|-------|
| 0,51 | 0,641 |
| 0,52 | 0,660 |
| 0,53 | 0,679 |
| 0,54 | 0,698 |
| 0,55 | 0,717 |
| 0,56 | 0,737 |
| 0,57 | 0,757 |
| 0,58 | 0,777 |
| 0,59 | 0,797 |
| 0,60 | 0,817 |
| 0,61 | 0,838 |
| 0,62 | 0,859 |
| 0,63 | 0,879 |
| 0,64 | 0,900 |
| 0,65 | 0,921 |
| 0,66 | 0,943 |
| 0,67 | 0,965 |
| 0,68 | 0,987 |
| 0,69 | 1,01  |
| 0,70 | 1,03  |
| 0,71 | 1,05  |
| 0,72 | 1,07  |
| 0,73 | 1,10  |
| 0,74 | 1,12  |
| 0,75 | 1,14  |
| 0,76 | 1,16  |
| 0,77 | 1,19  |
| 0,78 | 1,21  |
| 0,79 | 1,24  |
| 0,80 | 1,26  |
| 0,81 | 1,28  |
| 0,82 | 1,31  |
| 0,83 | 1,33  |
| 0,84 | 1,36  |
| 0,85 | 1,38  |
| 0,86 | 1,40  |
| 0,87 | 1,43  |
| 0,88 | 1,45  |
| 0,89 | 1,48  |
| 0,90 | 1,50  |
| 0,91 | 1,53  |
| 0,92 | 1,55  |
| 0,93 | 1,58  |
| 0,94 | 1,60  |
| 0,95 | 1,63  |
| 0,96 | 1,66  |
| 0,97 | 1,68  |
| 0,98 | 1,71  |
| 0,99 | 1,73  |
| 1,00 | 1,76  |

Примечания: 1. Значениями, приведенными в таблице, можно пользоваться при отношении  $\frac{h_{\text{макс}}}{P}$  не более двух. 2. При минимальной ширине ребра водослива  $b = 0,25$  м величины расходов следует умножать на коэффициент 1,02.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

**ЗНАЧЕНИЯ  $\sqrt{2gh}^{3/2}$  И КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА  $m$  ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОДОСЛИВА С БОКОВЫМ СЖАТИЕМ  $b/B = 0,6$**

| $h, \text{ м}$ | $\sqrt{2gh}^{3/2}$ | 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

**ЗНАЧЕНИЯ  $\sqrt{2gh}^{3/2}$  И КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА  $m$  ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОДОСЛИВА С БОКОВЫМ СЖАТИЕМ  $b/B = 0,8$**

| $h, \text{ м}$ | $\sqrt{2gh}^{3/2}$ | 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 17

**ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ  
ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ, НА 1 м ШИРИНЫ ВОДОСЛИВА**

| $h_2$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,05      | 0,021 | 0,022 | 0,023 | 0,025 | 0,026 |
| 0,06      | 0,027 | 0,029 | 0,030 | 0,032 | 0,033 |
| 0,07      | 0,034 | 0,036 | 0,037 | 0,039 | 0,040 |
| 0,08      | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,049 |
| 0,09      | 0,050 | 0,052 | 0,054 | 0,055 | 0,057 |
| 0,10      | 0,059 | 0,060 | 0,062 | 0,064 | 0,066 |
| 0,11      | 0,068 | 0,070 | 0,072 | 0,074 | 0,075 |
| 0,12      | 0,077 | 0,079 | 0,081 | 0,083 | 0,085 |
| 0,13      | 0,087 | 0,089 | 0,092 | 0,094 | 0,096 |
| 0,14      | 0,098 | 0,100 | 0,102 | 0,104 | 0,106 |
| 0,15      | 0,108 | 0,110 | 0,112 | 0,115 | 0,117 |
| 0,16      | 0,119 | 0,121 | 0,124 | 0,126 | 0,128 |
| 0,17      | 0,130 | 0,133 | 0,135 | 0,137 | 0,140 |
| 0,18      | 0,142 | 0,144 | 0,147 | 0,149 | 0,152 |
| 0,19      | 0,154 | 0,157 | 0,159 | 0,162 | 0,164 |
| 0,20      | 0,167 | 0,169 | 0,172 | 0,174 | 0,177 |
| 0,21      | 0,179 | 0,182 | 0,184 | 0,187 | 0,190 |
| 0,22      | 0,192 | 0,195 | 0,197 | 0,200 | 0,203 |
| 0,23      | 0,205 | 0,208 | 0,211 | 0,213 | 0,216 |
| 0,24      | 0,219 | 0,221 | 0,224 | 0,227 | 0,230 |
| 0,25      | 0,232 | 0,235 | 0,238 | 0,241 | 0,244 |
| 0,26      | 0,246 | 0,249 | 0,252 | 0,255 | 0,258 |
| 0,27      | 0,261 | 0,264 | 0,267 | 0,270 | 0,273 |
| 0,28      | 0,276 | 0,279 | 0,282 | 0,285 | 0,288 |
| 0,29      | 0,291 | 0,294 | 0,297 | 0,300 | 0,303 |
| 0,30      | 0,306 | 0,309 | 0,312 | 0,315 | 0,318 |
| 0,31      | 0,321 | 0,324 | 0,327 | 0,330 | 0,334 |
| 0,32      | 0,337 | 0,340 | 0,343 | 0,346 | 0,350 |
| 0,33      | 0,353 | 0,356 | 0,359 | 0,362 | 0,366 |
| 0,34      | 0,369 | 0,372 | 0,375 | 0,379 | 0,382 |
| 0,35      | 0,385 | 0,389 | 0,392 | 0,395 | 0,398 |
| 0,36      | 0,402 | 0,405 | 0,409 | 0,412 | 0,416 |
| 0,37      | 0,419 | 0,422 | 0,426 | 0,429 | 0,432 |
| 0,38      | 0,436 | 0,439 | 0,443 | 0,446 | 0,450 |
| 0,39      | 0,453 | 0,456 | 0,460 | 0,464 | 0,467 |
| 0,40      | 0,470 | 0,474 | 0,477 | 0,481 | 0,484 |
| 0,41      | 0,488 | 0,492 | 0,495 | 0,499 | 0,502 |
| 0,42      | 0,506 | 0,510 | 0,513 | 0,417 | 0,520 |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,43 | 0,524 | 0,528 | 0,531 | 0,535 | 0,538 |
| 0,44 | 0,542 | 0,546 | 0,549 | 0,553 | 0,556 |
| 0,45 | 0,560 | 0,564 | 0,567 | 0,571 | 0,574 |
| 0,46 | 0,578 | 0,582 | 0,586 | 0,589 | 0,593 |
| 0,47 | 0,597 | 0,601 | 0,605 | 0,609 | 0,613 |
| 0,48 | 0,617 | 0,621 | 0,625 | 0,629 | 0,633 |
| 0,49 | 0,637 | 0,641 | 0,645 | 0,649 | 0,653 |
| 0,50 | 0,657 | 0,661 | 0,665 | 0,669 | 0,673 |
| 0,51 | 0,677 | 0,681 | 0,685 | 0,689 | 0,693 |
| 0,52 | 0,697 | 0,701 | 0,705 | 0,709 | 0,713 |
| 0,53 | 0,717 | 0,721 | 0,725 | 0,729 | 0,733 |
| 0,54 | 0,737 | 0,741 | 0,745 | 0,749 | 0,753 |
| 0,55 | 0,757 | 0,761 | 0,765 | 0,769 | 0,773 |
| 0,56 | 0,777 | 0,781 | 0,786 | 0,790 | 0,794 |
| 0,57 | 0,799 | 0,803 | 0,808 | 0,812 | 0,817 |
| 0,58 | 0,821 | 0,825 | 0,830 | 0,834 | 0,839 |
| 0,59 | 0,843 | 0,847 | 0,852 | 0,856 | 0,861 |
| 0,60 | 0,865 | 0,869 | 0,874 | 0,878 | 0,883 |
| 0,61 | 0,887 | 0,891 | 0,896 | 0,900 | 0,905 |
| 0,62 | 0,909 | 0,913 | 0,918 | 0,922 | 0,927 |
| 0,63 | 0,931 | 0,935 | 0,940 | 0,944 | 0,949 |
| 0,64 | 0,953 | 0,957 | 0,962 | 0,966 | 0,971 |
| 0,65 | 0,975 | 0,979 | 0,984 | 0,988 | 0,993 |
| 0,66 | 0,997 | 1,00  | 1,01  | 1,01  | 1,02  |
| 0,67 | 1,02  | 1,02  | 1,03  | 1,03  | 1,04  |
| 0,68 | 1,04  | 1,05  | 1,05  | 1,06  | 1,06  |
| 0,69 | 1,06  | 1,07  | 1,07  | 1,08  | 1,08  |
| 0,70 | 1,09  | 1,09  | 1,10  | 1,10  | 1,11  |
| 0,71 | 1,11  | 1,12  | 1,12  | 1,13  | 1,13  |
| 0,72 | 1,14  | 1,14  | 1,15  | 1,15  | 1,16  |
| 0,73 | 1,16  | 1,16  | 1,17  | 1,17  | 1,18  |
| 0,74 | 1,18  | 1,19  | 1,19  | 1,20  | 1,20  |
| 0,75 | 1,21  | 1,21  | 1,22  | 1,22  | 1,23  |
| 0,76 | 1,23  | 1,24  | 1,24  | 1,25  | 1,25  |
| 0,77 | 1,26  | 1,26  | 1,27  | 1,27  | 1,28  |
| 0,78 | 1,28  | 1,28  | 1,29  | 1,29  | 1,30  |
| 0,79 | 1,30  | 1,31  | 1,31  | 1,32  | 1,32  |
| 0,80 | 1,33  | 1,33  | 1,34  | 1,34  | 1,35  |
| 0,81 | 1,36  | 1,36  | 1,37  | 1,37  | 1,38  |
| 0,82 | 1,38  | 1,39  | 1,39  | 1,40  | 1,40  |
| 0,83 | 1,41  | 1,41  | 1,42  | 1,42  | 1,43  |
| 0,84 | 1,43  | 1,44  | 1,44  | 1,45  | 1,45  |
| 0,85 | 1,46  | 1,46  | 1,47  | 1,47  | 1,48  |
| 0,86 | 1,48  | 1,49  | 1,50  | 1,50  | 1,51  |
| 0,87 | 1,51  | 1,52  | 1,52  | 1,53  | 1,53  |
| 0,88 | 1,54  | 1,54  | 1,55  | 1,55  | 1,56  |
| 0,89 | 1,56  | 1,57  | 1,57  | 1,58  | 1,58  |
| 0,90 | 1,59  | 1,59  | 1,60  | 1,60  | 1,61  |
| 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  |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 0,95 | 1,72 | 1,73 | 1,73 | 1,74 | 1,74 |
| 0,96 | 1,75 | 1,75 | 1,76 | 1,76 | 1,77 |
| 0,97 | 1,78 | 1,78 | 1,79 | 1,79 | 1,80 |
| 0,98 | 1,80 | 1,81 | 1,82 | 1,82 | 1,83 |
| 0,99 | 1,83 | 1,84 | 1,84 | 1,85 | 1,85 |
| 1,00 | 1,86 |      |      |      |      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  
УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ  $\theta = 120^\circ$**

| $h$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,05    | 0,0015 | 0,0016 | 0,0018 | 0,0019 | 0,0020 |
| 0,06    | 0,0022 | 0,0024 | 0,0026 | 0,0028 | 0,0030 |
| 0,07    | 0,0032 | 0,0034 | 0,0037 | 0,0039 | 0,0041 |
| 0,08    | 0,0044 | 0,0047 | 0,0050 | 0,0053 | 0,0056 |
| 0,09    | 0,0060 | 0,0063 | 0,0067 | 0,0070 | 0,0074 |
| 0,10    | 0,0077 | 0,0081 | 0,0085 | 0,0090 | 0,0094 |
| 0,11    | 0,0098 | 0,010  | 0,011  | 0,011  | 0,012  |
| 0,12    | 0,012  | 0,013  | 0,013  | 0,014  | 0,014  |
| 0,13    | 0,015  | 0,016  | 0,016  | 0,017  | 0,017  |
| 0,14    | 0,018  | 0,019  | 0,019  | 0,020  | 0,020  |
| 0,15    | 0,021  | 0,022  | 0,023  | 0,024  | 0,024  |
| 0,16    | 0,025  | 0,026  | 0,027  | 0,027  | 0,028  |
| 0,17    | 0,029  | 0,030  | 0,031  | 0,032  | 0,033  |
| 0,18    | 0,034  | 0,035  | 0,036  | 0,037  | 0,038  |
| 0,19    | 0,039  | 0,040  | 0,041  | 0,042  | 0,043  |
| 0,20    | 0,044  | 0,045  | 0,046  | 0,047  | 0,048  |
| 0,21    | 0,049  | 0,050  | 0,051  | 0,053  | 0,054  |
| 0,22    | 0,055  | 0,056  | 0,058  | 0,059  | 0,061  |
| 0,23    | 0,062  | 0,063  | 0,065  | 0,066  | 0,067  |
| 0,24    | 0,069  | 0,070  | 0,072  | 0,073  | 0,075  |
| 0,25    | 0,076  | 0,078  | 0,079  | 0,081  | 0,082  |
| 0,26    | 0,084  | 0,086  | 0,088  | 0,089  | 0,091  |
| 0,27    | 0,093  | 0,095  | 0,097  | 0,098  | 0,100  |
| 0,28    | 0,102  | 0,104  | 0,106  | 0,107  | 0,109  |
| 0,29    | 0,111  | 0,113  | 0,115  | 0,117  | 0,119  |
| 0,30    | 0,121  | 0,123  | 0,125  | 0,127  | 0,129  |
| 0,31    | 0,131  | 0,133  | 0,135  | 0,138  | 0,140  |
| 0,32    | 0,142  | 0,144  | 0,146  | 0,149  | 0,151  |
| 0,33    | 0,153  | 0,155  | 0,158  | 0,160  | 0,163  |
| 0,34    | 0,165  | 0,167  | 0,170  | 0,172  | 0,175  |
| 0,35    | 0,177  | 0,180  | 0,182  | 0,185  | 0,187  |
| 0,36    | 0,190  | 0,193  | 0,196  | 0,198  | 0,201  |
| 0,37    | 0,204  | 0,207  | 0,210  | 0,212  | 0,215  |
| 0,38    | 0,218  | 0,221  | 0,224  | 0,227  | 0,230  |
| 0,39    | 0,233  | 0,236  | 0,239  | 0,242  | 0,245  |
| 0,40    | 0,248  | 0,251  | 0,254  | 0,257  | 0,260  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,41 | 0,263 | 0,266 | 0,270 | 0,273 | 0,277 |
| 0,42 | 0,280 | 0,283 | 0,287 | 0,290 | 0,294 |
| 0,43 | 0,297 | 0,300 | 0,304 | 0,307 | 0,311 |
| 0,44 | 0,314 | 0,318 | 0,321 | 0,325 | 0,328 |
| 0,45 | 0,332 | 0,336 | 0,340 | 0,343 | 0,347 |
| 0,46 | 0,351 | 0,355 | 0,359 | 0,363 | 0,367 |
| 0,47 | 0,371 | 0,375 | 0,379 | 0,383 | 0,387 |
| 0,48 | 0,391 | 0,395 | 0,399 | 0,403 | 0,407 |
| 0,49 | 0,411 | 0,415 | 0,420 | 0,424 | 0,428 |
| 0,50 | 0,432 | 0,436 | 0,441 | 0,445 | 0,450 |
| 0,51 | 0,454 | 0,459 | 0,463 | 0,468 | 0,472 |
| 0,52 | 0,477 | 0,482 | 0,486 | 0,491 | 0,495 |
| 0,53 | 0,500 | 0,505 | 0,510 | 0,515 | 0,520 |
| 0,54 | 0,525 | 0,530 | 0,535 | 0,540 | 0,545 |
| 0,55 | 0,550 | 0,555 | 0,560 | 0,565 | 0,570 |
| 0,56 | 0,575 | 0,580 | 0,585 | 0,590 | 0,595 |
| 0,57 | 0,600 | 0,605 | 0,611 | 0,616 | 0,622 |
| 0,58 | 0,627 | 0,633 | 0,638 | 0,644 | 0,649 |
| 0,59 | 0,655 | 0,661 | 0,666 | 0,672 | 0,677 |
| 0,60 | 0,683 | 0,689 | 0,694 | 0,700 | 0,705 |
| 0,61 | 0,711 | 0,717 | 0,723 | 0,729 | 0,735 |
| 0,62 | 0,741 | 0,747 | 0,753 | 0,759 | 0,765 |
| 0,63 | 0,771 | 0,777 | 0,783 | 0,790 | 0,796 |
| 0,64 | 0,802 | 0,808 | 0,815 | 0,821 | 0,828 |
| 0,65 | 0,834 | 0,840 | 0,847 | 0,853 | 0,860 |
| 0,66 | 0,866 | 0,873 | 0,879 | 0,886 | 0,892 |
| 0,67 | 0,899 | 0,906 | 0,913 | 0,919 | 0,926 |
| 0,68 | 0,933 | 0,940 | 0,947 | 0,954 | 0,961 |
| 0,69 | 0,968 | 0,975 | 0,982 | 0,989 | 0,997 |
| 0,70 | 1,00  | 1,01  | 1,02  | 1,02  | 1,03  |
| 0,71 | 1,04  | 1,05  | 1,05  | 1,06  | 1,07  |
| 0,72 | 1,08  | 1,08  | 1,09  | 1,10  | 1,11  |
| 0,73 | 1,12  | 1,12  | 1,13  | 1,14  | 1,15  |
| 0,74 | 1,15  | 1,16  | 1,17  | 1,18  | 1,18  |
| 0,75 | 1,19  | 1,20  | 1,21  | 1,22  | 1,22  |
| 0,76 | 1,23  | 1,24  | 1,25  | 1,26  | 1,26  |
| 0,77 | 1,27  | 1,28  | 1,29  | 1,30  | 1,31  |
| 0,78 | 1,32  | 1,32  | 1,33  | 1,34  | 1,35  |
| 0,79 | 1,36  | 1,37  | 1,38  | 1,38  | 1,39  |
| 0,80 | 1,40  | 1,41  | 1,42  | 1,43  | 1,44  |
| 0,81 | 1,45  | 1,46  | 1,46  | 1,47  | 1,48  |
| 0,82 | 1,49  | 1,50  | 1,51  | 1,52  | 1,53  |
| 0,83 | 1,54  | 1,55  | 1,56  | 1,56  | 1,57  |
| 0,84 | 1,58  | 1,59  | 1,60  | 1,61  | 1,62  |
| 0,85 | 1,63  | 1,64  | 1,65  | 1,66  | 1,67  |
| 0,86 | 1,68  | 1,69  | 1,70  | 1,71  | 1,72  |
| 0,87 | 1,73  | 1,74  | 1,75  | 1,76  | 1,77  |
| 0,88 | 1,78  | 1,79  | 1,80  | 1,81  | 1,82  |
| 0,89 | 1,83  | 1,84  | 1,85  | 1,86  | 1,87  |
| 0,90 | 1,88  | 1,89  | 1,90  | 1,91  | 1,92  |
| 0,91 | 1,93  | 1,94  | 1,96  | 1,97  | 1,98  |
| 0,92 | 1,99  | 2,00  | 2,01  | 2,02  | 2,03  |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 0,93 | 2,04 | 2,05 | 2,06 | 2,08 | 2,09 |
| 0,94 | 2,10 | 2,11 | 2,12 | 2,13 | 2,14 |
| 0,95 | 2,15 | 2,16 | 2,18 | 2,19 | 2,20 |
| 0,96 | 2,21 | 2,22 | 2,23 | 2,24 | 2,26 |
| 0,97 | 2,27 | 2,28 | 2,29 | 2,30 | 2,31 |
| 0,98 | 2,33 | 2,34 | 2,35 | 2,36 | 2,38 |
| 0,99 | 2,39 | 2,40 | 2,41 | 2,42 | 2,44 |
| 1,00 | 2,45 |      |      |      |      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  
УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ  $\vartheta = 90^\circ$**

| $h$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,05    | 0,0008 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0011 | 0,0012 |
| 0,06    | 0,0013 | 0,0014 | 0,0015 | 0,0016 | 0,0017 |
| 0,07    | 0,0018 | 0,0020 | 0,0021 | 0,0022 | 0,0024 |
| 0,08    | 0,0026 | 0,0027 | 0,0029 | 0,0030 | 0,0034 |
| 0,09    | 0,0034 | 0,0036 | 0,0038 | 0,0040 | 0,0042 |
| 0,10    | 0,0044 | 0,0046 | 0,0049 | 0,0051 | 0,0053 |
| 0,11    | 0,0056 | 0,0058 | 0,0061 | 0,0064 | 0,0067 |
| 0,12    | 0,0069 | 0,0072 | 0,0075 | 0,0078 | 0,0081 |
| 0,13    | 0,0085 | 0,0088 | 0,0091 | 0,0095 | 0,0098 |
| 0,14    | 0,0102 | 0,0105 | 0,0109 | 0,0113 | 0,0117 |
| 0,15    | 0,0121 | 0,0125 | 0,0129 | 0,0133 | 0,0137 |
| 0,16    | 0,0142 | 0,0146 | 0,0151 | 0,0155 | 0,0160 |
| 0,17    | 0,0165 | 0,0170 | 0,0175 | 0,0180 | 0,0185 |
| 0,18    | 0,0190 | 0,0195 | 0,0200 | 0,0206 | 0,0212 |
| 0,19    | 0,0217 | 0,0223 | 0,0229 | 0,0235 | 0,0241 |
| 0,20    | 0,0247 | 0,0253 | 0,0260 | 0,0266 | 0,0272 |
| 0,21    | 0,0279 | 0,0286 | 0,0293 | 0,0300 | 0,0307 |
| 0,22    | 0,0314 | 0,0321 | 0,0328 | 0,0335 | 0,0343 |
| 0,23    | 0,0350 | 0,0358 | 0,0366 | 0,0374 | 0,0382 |
| 0,24    | 0,0390 | 0,0398 | 0,0406 | 0,0415 | 0,0423 |
| 0,25    | 0,0432 | 0,0440 | 0,0450 | 0,0458 | 0,0467 |
| 0,26    | 0,0476 | 0,0485 | 0,0495 | 0,0504 | 0,0514 |
| 0,27    | 0,0523 | 0,0533 | 0,0543 | 0,0553 | 0,0563 |
| 0,28    | 0,0573 | 0,0583 | 0,0594 | 0,0604 | 0,0615 |
| 0,29    | 0,0626 | 0,0636 | 0,0647 | 0,0659 | 0,0670 |
| 0,30    | 0,0681 | 0,0692 | 0,0704 | 0,0716 | 0,0728 |
| 0,31    | 0,0739 | 0,0751 | 0,0763 | 0,0776 | 0,0788 |
| 0,32    | 0,0801 | 0,0813 | 0,0826 | 0,0839 | 0,0852 |
| 0,33    | 0,0865 | 0,0878 | 0,0881 | 0,0904 | 0,0918 |
| 0,34    | 0,0932 | 0,0946 | 0,0959 | 0,0973 | 0,0988 |
| 0,35    | 0,100  | 0,102  | 0,103  | 0,105  | 0,106  |
| 0,36    | 0,108  | 0,109  | 0,110  | 0,112  | 0,114  |
| 0,37    | 0,115  | 0,117  | 0,118  | 0,120  | 0,122  |
| 0,38    | 0,123  | 0,123  | 0,125  | 0,127  | 0,128  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,39 | 0,130 | 0,132 | 0,132 | 0,134 | 0,136 |
| 0,40 | 0,138 | 0,139 | 0,141 | 0,143 | 0,145 |
| 0,41 | 0,147 | 0,149 | 0,151 | 0,152 | 0,154 |
| 0,42 | 0,156 | 0,158 | 0,160 | 0,162 | 0,164 |
| 0,43 | 0,166 | 0,168 | 0,170 | 0,171 | 0,178 |
| 0,44 | 0,175 | 0,177 | 0,179 | 0,181 | 0,183 |
| 0,45 | 0,185 | 0,188 | 0,190 | 0,192 | 0,194 |
| 0,46 | 0,196 | 0,199 | 0,200 | 0,202 | 0,204 |
| 0,47 | 0,206 | 0,210 | 0,212 | 0,214 | 0,216 |
| 0,48 | 0,217 | 0,219 | 0,222 | 0,224 | 0,227 |
| 0,49 | 0,229 | 0,232 | 0,234 | 0,237 | 0,239 |
| 0,50 | 0,242 | 0,244 | 0,246 | 0,249 | 0,248 |
| 0,51 | 0,254 | 0,256 | 0,258 | 0,261 | 0,263 |
| 0,52 | 0,266 | 0,269 | 0,271 | 0,274 | 0,276 |
| 0,53 | 0,278 | 0,281 | 0,284 | 0,286 | 0,290 |
| 0,54 | 0,292 | 0,295 | 0,292 | 0,300 | 0,303 |
| 0,55 | 0,306 | 0,309 | 0,312 | 0,315 | 0,318 |
| 0,56 | 0,321 | 0,324 | 0,326 | 0,328 | 0,331 |
| 0,57 | 0,334 | 0,337 | 0,340 | 0,344 | 0,347 |
| 0,58 | 0,350 | 0,353 | 0,356 | 0,359 | 0,362 |
| 0,59 | 0,364 | 0,368 | 0,370 | 0,374 | 0,377 |
| 0,60 | 0,380 | 0,383 | 0,387 | 0,390 | 0,394 |
| 0,61 | 0,396 | 0,400 | 0,403 | 0,406 | 0,410 |
| 0,62 | 0,413 | 0,416 | 0,420 | 0,423 | 0,427 |
| 0,63 | 0,430 | 0,434 | 0,436 | 0,440 | 0,444 |
| 0,64 | 0,448 | 0,451 | 0,454 | 0,458 | 0,461 |
| 0,65 | 0,465 | 0,468 | 0,472 | 0,475 | 0,478 |
| 0,66 | 0,482 | 0,486 | 0,490 | 0,493 | 0,497 |
| 0,67 | 0,500 | 0,505 | 0,509 | 0,513 | 0,517 |
| 0,68 | 0,520 | 0,524 | 0,528 | 0,532 | 0,536 |
| 0,69 | 0,540 | 0,544 | 0,548 | 0,552 | 0,555 |
| 0,70 | 0,560 | 0,564 | 0,568 | 0,572 | 0,576 |
| 0,71 | 0,580 | 0,583 | 0,587 | 0,592 | 0,597 |
| 0,72 | 0,600 | 0,604 | 0,608 | 0,613 | 0,617 |
| 0,73 | 0,620 | 0,626 | 0,630 | 0,635 | 0,638 |
| 0,74 | 0,643 | 0,647 | 0,652 | 0,655 | 0,660 |
| 0,75 | 0,665 | 0,670 | 0,674 | 0,678 | 0,682 |
| 0,76 | 0,687 | 0,692 | 0,695 | 0,700 | 0,705 |
| 0,77 | 0,710 | 0,714 | 0,719 | 0,723 | 0,728 |
| 0,78 | 0,733 | 0,737 | 0,743 | 0,747 | 0,752 |
| 0,79 | 0,757 | 0,762 | 0,767 | 0,772 | 0,777 |
| 0,80 | 0,782 | 0,796 | 0,792 | 0,796 | 0,800 |
| 0,81 | 0,806 | 0,811 | 0,816 | 0,820 | 0,825 |
| 0,82 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 | 0,851 |
| 0,83 | 0,856 | 0,861 | 0,866 | 0,872 | 0,876 |
| 0,84 | 0,882 | 0,886 | 0,892 | 0,897 | 0,904 |
| 0,85 | 0,909 | 0,914 | 0,919 | 0,924 | 0,928 |
| 0,86 | 0,935 | 0,941 | 0,946 | 0,951 | 0,958 |
| 0,87 | 0,962 | 0,968 | 0,975 | 0,975 | 0,984 |
| 0,88 | 0,994 | 0,994 | 1,00  | 1,00  | 1,01  |
| 0,89 | 1,02  | 1,02  | 1,03  | 1,03  | 1,04  |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 0,90 | 1,05 | 1,05 | 1,06 | 1,06 | 1,06 |
| 0,91 | 1,08 | 1,08 | 1,09 | 1,09 | 1,10 |
| 0,92 | 1,10 | 1,10 | 1,12 | 1,13 | 1,13 |
| 0,93 | 1,14 | 1,14 | 1,15 | 1,16 | 1,16 |
| 0,94 | 1,17 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,19 |
| 0,95 | 1,20 | 1,21 | 1,21 | 1,22 | 1,23 |
| 0,96 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,25 | 1,26 |
| 0,97 | 1,27 | 1,27 | 1,28 | 1,29 | 1,29 |
| 0,98 | 1,30 | 1,31 | 1,31 | 1,32 | 1,32 |
| 0,99 | 1,32 | 1,34 | 1,34 | 1,34 | 1,36 |
| 1,00 | 1,36 |      |      |      |      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  
УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ  $\theta = 60^\circ$**

| $h$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,05    | 0,0005 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0007 |
| 0,06    | 0,0007 | 0,0008 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0010 |
| 0,07    | 0,0011 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0014 |
| 0,08    | 0,0014 | 0,0015 | 0,0016 | 0,0017 | 0,0018 |
| 0,09    | 0,0019 | 0,0020 | 0,0021 | 0,0023 | 0,0024 |
| 0,10    | 0,0025 | 0,0026 | 0,0028 | 0,0029 | 0,0031 |
| 0,11    | 0,0032 | 0,0033 | 0,0035 | 0,0036 | 0,0038 |
| 0,12    | 0,0039 | 0,0040 | 0,0042 | 0,0044 | 0,0046 |
| 0,13    | 0,0048 | 0,0050 | 0,0052 | 0,0054 | 0,0056 |
| 0,14    | 0,0058 | 0,0060 | 0,0062 | 0,0063 | 0,0065 |
| 0,15    | 0,0066 | 0,0069 | 0,0071 | 0,0074 | 0,0077 |
| 0,16    | 0,0080 | 0,0083 | 0,0086 | 0,0089 | 0,0092 |
| 0,17    | 0,0094 | 0,0096 | 0,0096 | 0,011  | 0,011  |
| 0,18    | 0,011  | 0,011  | 0,012  | 0,012  | 0,012  |
| 0,19    | 0,013  | 0,013  | 0,014  | 0,014  | 0,014  |
| 0,20    | 0,014  | 0,014  | 0,014  | 0,015  | 0,015  |
| 0,21    | 0,015  | 0,016  | 0,016  | 0,017  | 0,017  |
| 0,22    | 0,017  | 0,018  | 0,018  | 0,019  | 0,020  |
| 0,23    | 0,020  | 0,020  | 0,021  | 0,021  | 0,022  |
| 0,24    | 0,022  | 0,023  | 0,023  | 0,024  | 0,024  |
| 0,25    | 0,024  | 0,025  | 0,025  | 0,026  | 0,026  |
| 0,26    | 0,027  | 0,027  | 0,028  | 0,028  | 0,029  |
| 0,27    | 0,030  | 0,031  | 0,031  | 0,032  | 0,032  |
| 0,28    | 0,033  | 0,033  | 0,034  | 0,034  | 0,035  |
| 0,29    | 0,036  | 0,036  | 0,037  | 0,038  | 0,039  |
| 0,30    | 0,039  | 0,040  | 0,040  | 0,040  | 0,041  |
| 0,31    | 0,042  | 0,042  | 0,043  | 0,044  | 0,044  |
| 0,32    | 0,045  | 0,045  | 0,046  | 0,047  | 0,048  |
| 0,33    | 0,049  | 0,050  | 0,051  | 0,051  | 0,052  |
| 0,34    | 0,053  | 0,054  | 0,055  | 0,055  | 0,056  |
| 0,35    | 0,057  | 0,058  | 0,059  | 0,059  | 0,060  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,36 | 0,061 | 0,062 | 0,063 | 0,064 | 0,065 |
| 0,37 | 0,066 | 0,067 | 0,068 | 0,068 | 0,068 |
| 0,38 | 0,069 | 0,070 | 0,071 | 0,072 | 0,073 |
| 0,39 | 0,074 | 0,075 | 0,076 | 0,077 | 0,078 |
| 0,40 | 0,079 | 0,080 | 0,081 | 0,082 | 0,083 |
| 0,41 | 0,085 | 0,086 | 0,087 | 0,088 | 0,089 |
| 0,42 | 0,090 | 0,091 | 0,092 | 0,093 | 0,094 |
| 0,43 | 0,096 | 0,097 | 0,098 | 0,099 | 0,100 |
| 0,44 | 0,101 | 0,103 | 0,104 | 0,105 | 0,106 |
| 0,45 | 0,107 | 0,109 | 0,110 | 0,111 | 0,112 |
| 0,46 | 0,113 | 0,115 | 0,116 | 0,116 | 0,118 |
| 0,47 | 0,119 | 0,120 | 0,120 | 0,122 | 0,124 |
| 0,48 | 0,125 | 0,127 | 0,128 | 0,129 | 0,130 |
| 0,49 | 0,132 | 0,134 | 0,135 | 0,136 | 0,138 |
| 0,50 | 0,139 | 0,140 | 0,142 | 0,143 | 0,144 |
| 0,51 | 0,146 | 0,147 | 0,148 | 0,150 | 0,151 |
| 0,52 | 0,153 | 0,154 | 0,156 | 0,157 | 0,159 |
| 0,53 | 0,160 | 0,161 | 0,163 | 0,165 | 0,166 |
| 0,54 | 0,168 | 0,170 | 0,172 | 0,174 | 0,174 |
| 0,55 | 0,176 | 0,177 | 0,179 | 0,181 | 0,183 |
| 0,56 | 0,184 | 0,186 | 0,188 | 0,189 | 0,191 |
| 0,57 | 0,193 | 0,195 | 0,197 | 0,198 | 0,200 |
| 0,58 | 0,202 | 0,202 | 0,204 | 0,206 | 0,208 |
| 0,59 | 0,210 | 0,212 | 0,214 | 0,216 | 0,218 |
| 0,60 | 0,219 | 0,221 | 0,223 | 0,224 | 0,227 |
| 0,61 | 0,229 | 0,231 | 0,232 | 0,234 | 0,236 |
| 0,62 | 0,238 | 0,240 | 0,242 | 0,244 | 0,246 |
| 0,63 | 0,248 | 0,250 | 0,252 | 0,254 | 0,256 |
| 0,64 | 0,258 | 0,260 | 0,262 | 0,263 | 0,265 |
| 0,65 | 0,267 | 0,270 | 0,272 | 0,274 | 0,276 |
| 0,66 | 0,278 | 0,280 | 0,282 | 0,284 | 0,286 |
| 0,67 | 0,288 | 0,290 | 0,292 | 0,295 | 0,297 |
| 0,68 | 0,299 | 0,302 | 0,304 | 0,306 | 0,309 |
| 0,69 | 0,310 | 0,312 | 0,315 | 0,317 | 0,320 |
| 0,70 | 0,322 | 0,325 | 0,327 | 0,330 | 0,332 |
| 0,71 | 0,334 | 0,336 | 0,338 | 0,340 | 0,343 |
| 0,72 | 0,345 | 0,348 | 0,350 | 0,353 | 0,355 |
| 0,73 | 0,358 | 0,360 | 0,363 | 0,364 | 0,367 |
| 0,74 | 0,370 | 0,372 | 0,374 | 0,377 | 0,379 |
| 0,75 | 0,382 | 0,384 | 0,388 | 0,390 | 0,392 |
| 0,76 | 0,395 | 0,398 | 0,401 | 0,403 | 0,406 |
| 0,77 | 0,409 | 0,412 | 0,415 | 0,417 | 0,419 |
| 0,78 | 0,422 | 0,425 | 0,428 | 0,430 | 0,433 |
| 0,79 | 0,436 | 0,438 | 0,441 | 0,444 | 0,447 |
| 0,80 | 0,449 | 0,452 | 0,455 | 0,458 | 0,461 |
| 0,81 | 0,464 | 0,467 | 0,470 | 0,473 | 0,475 |
| 0,82 | 0,478 | 0,481 | 0,485 | 0,487 | 0,490 |
| 0,83 | 0,493 | 0,495 | 0,498 | 0,502 | 0,504 |
| 0,84 | 0,507 | 0,510 | 0,513 | 0,516 | 0,519 |
| 0,85 | 0,523 | 0,526 | 0,528 | 0,531 | 0,535 |
| 0,86 | 0,538 | 0,541 | 0,545 | 0,548 | 0,552 |
| 0,87 | 0,555 | 0,557 | 0,562 | 0,564 | 0,567 |



|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,88 | 0,570 | 0,573 | 0,577 | 0,580 | 0,584 |
| 0,89 | 0,587 | 0,590 | 0,593 | 0,596 | 0,600 |
| 0,90 | 0,603 | 0,605 | 0,610 | 0,613 | 0,616 |
| 0,91 | 0,620 | 0,625 | 0,627 | 0,630 | 0,634 |
| 0,92 | 0,637 | 0,642 | 0,644 | 0,648 | 0,651 |
| 0,93 | 0,655 | 0,659 | 0,662 | 0,664 | 0,668 |
| 0,94 | 0,672 | 0,676 | 0,680 | 0,684 | 0,687 |
| 0,95 | 0,691 | 0,695 | 0,698 | 0,703 | 0,707 |
| 0,96 | 0,709 | 0,712 | 0,717 | 0,720 | 0,723 |
| 0,97 | 0,727 | 0,730 | 0,735 | 0,740 | 0,743 |
| 0,98 | 0,745 | 0,750 | 0,755 | 0,758 | 0,762 |
| 0,99 | 0,765 | 0,770 | 0,774 | 0,777 | 0,781 |
| 1,00 | 0,785 |       |       |       |       |

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  
УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ  $\theta = 45^\circ$**

| $h_2$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,05      | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0005 |
| 0,06      | 0,0006 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0008 |
| 0,07      | 0,0008 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0010 |
| 0,08      | 0,0011 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0014 |
| 0,09      | 0,0015 | 0,0016 | 0,0017 | 0,0017 | 0,0018 |
| 0,10      | 0,0019 | 0,0020 | 0,0021 | 0,0022 | 0,0023 |
| 0,11      | 0,0024 | 0,0025 | 0,0026 | 0,0027 | 0,0029 |
| 0,12      | 0,0030 | 0,0031 | 0,0032 | 0,0034 | 0,0035 |
| 0,13      | 0,0036 | 0,0037 | 0,0039 | 0,0040 | 0,0041 |
| 0,14      | 0,0043 | 0,0045 | 0,0046 | 0,0048 | 0,0049 |
| 0,15      | 0,0051 | 0,0053 | 0,0055 | 0,0056 | 0,0058 |
| 0,16      | 0,0060 | 0,0062 | 0,0064 | 0,0065 | 0,0067 |
| 0,17      | 0,0069 | 0,0071 | 0,0073 | 0,0076 | 0,0078 |
| 0,18      | 0,0080 | 0,0083 | 0,0086 | 0,0088 | 0,0090 |
| 0,19      | 0,0092 | 0,0094 | 0,0097 | 0,0099 | 0,010  |
| 0,20      | 0,010  | 0,011  | 0,011  | 0,011  | 0,012  |
| 0,21      | 0,012  | 0,012  | 0,012  | 0,013  | 0,013  |
| 0,22      | 0,013  | 0,013  | 0,014  | 0,014  | 0,015  |
| 0,23      | 0,015  | 0,015  | 0,015  | 0,016  | 0,016  |
| 0,24      | 0,016  | 0,016  | 0,017  | 0,017  | 0,018  |
| 0,25      | 0,018  | 0,018  | 0,019  | 0,019  | 0,020  |
| 0,26      | 0,020  | 0,020  | 0,021  | 0,021  | 0,022  |
| 0,27      | 0,022  | 0,022  | 0,023  | 0,023  | 0,024  |
| 0,28      | 0,024  | 0,024  | 0,025  | 0,025  | 0,026  |
| 0,29      | 0,026  | 0,027  | 0,027  | 0,027  | 0,028  |
| 0,30      | 0,028  | 0,029  | 0,029  | 0,030  | 0,031  |
| 0,31      | 0,031  | 0,032  | 0,032  | 0,033  | 0,033  |
| 0,32      | 0,034  | 0,034  | 0,035  | 0,035  | 0,036  |
| 0,33      | 0,037  | 0,037  | 0,038  | 0,038  | 0,039  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,34 | 0,039 | 0,040 | 0,041 | 0,041 | 0,042 |
| 0,35 | 0,042 | 0,043 | 0,043 | 0,044 | 0,044 |
| 0,36 | 0,045 | 0,046 | 0,046 | 0,047 | 0,048 |
| 0,37 | 0,049 | 0,050 | 0,050 | 0,051 | 0,051 |
| 0,38 | 0,052 | 0,053 | 0,053 | 0,054 | 0,054 |
| 0,39 | 0,055 | 0,056 | 0,057 | 0,058 | 0,058 |
| 0,40 | 0,059 | 0,060 | 0,060 | 0,061 | 0,062 |
| 0,41 | 0,063 | 0,064 | 0,065 | 0,066 | 0,067 |
| 0,42 | 0,067 | 0,068 | 0,069 | 0,070 | 0,070 |
| 0,43 | 0,071 | 0,072 | 0,073 | 0,074 | 0,075 |
| 0,44 | 0,075 | 0,076 | 0,077 | 0,077 | 0,078 |
| 0,45 | 0,079 | 0,080 | 0,081 | 0,082 | 0,083 |
| 0,46 | 0,084 | 0,085 | 0,086 | 0,087 | 0,088 |
| 0,47 | 0,088 | 0,089 | 0,090 | 0,091 | 0,092 |
| 0,48 | 0,093 | 0,094 | 0,095 | 0,096 | 0,097 |
| 0,49 | 0,097 | 0,098 | 0,099 | 0,100 | 0,101 |
| 0,50 | 0,102 | 0,103 | 0,104 | 0,105 | 0,106 |
| 0,51 | 0,107 | 0,108 | 0,109 | 0,110 | 0,111 |
| 0,52 | 0,112 | 0,113 | 0,114 | 0,116 | 0,117 |
| 0,53 | 0,118 | 0,119 | 0,120 | 0,121 | 0,122 |
| 0,54 | 0,123 | 0,124 | 0,125 | 0,127 | 0,128 |
| 0,55 | 0,129 | 0,130 | 0,131 | 0,133 | 0,134 |
| 0,56 | 0,135 | 0,136 | 0,137 | 0,139 | 0,140 |
| 0,57 | 0,141 | 0,142 | 0,144 | 0,145 | 0,147 |
| 0,58 | 0,148 | 0,149 | 0,150 | 0,152 | 0,153 |
| 0,59 | 0,154 | 0,155 | 0,157 | 0,158 | 0,160 |
| 0,60 | 0,161 | 0,162 | 0,164 | 0,165 | 0,167 |
| 0,61 | 0,168 | 0,169 | 0,171 | 0,172 | 0,174 |
| 0,62 | 0,175 | 0,177 | 0,178 | 0,180 | 0,181 |
| 0,63 | 0,183 | 0,184 | 0,186 | 0,187 | 0,189 |
| 0,64 | 0,190 | 0,191 | 0,193 | 0,194 | 0,196 |
| 0,65 | 0,197 | 0,199 | 0,200 | 0,202 | 0,203 |
| 0,66 | 0,205 | 0,206 | 0,208 | 0,209 | 0,211 |
| 0,67 | 0,212 | 0,214 | 0,215 | 0,217 | 0,218 |
| 0,68 | 0,220 | 0,222 | 0,223 | 0,225 | 0,226 |
| 0,69 | 0,228 | 0,230 | 0,231 | 0,233 | 0,234 |
| 0,70 | 0,236 | 0,238 | 0,240 | 0,241 | 0,243 |
| 0,71 | 0,245 | 0,247 | 0,249 | 0,250 | 0,252 |
| 0,72 | 0,254 | 0,256 | 0,258 | 0,259 | 0,261 |
| 0,73 | 0,263 | 0,265 | 0,267 | 0,268 | 0,270 |
| 0,74 | 0,272 | 0,274 | 0,276 | 0,277 | 0,279 |
| 0,75 | 0,281 | 0,283 | 0,285 | 0,286 | 0,288 |
| 0,76 | 0,290 | 0,292 | 0,294 | 0,296 | 0,298 |
| 0,77 | 0,300 | 0,302 | 0,304 | 0,306 | 0,308 |
| 0,78 | 0,310 | 0,312 | 0,314 | 0,316 | 0,318 |
| 0,79 | 0,320 | 0,322 | 0,324 | 0,326 | 0,328 |
| 0,80 | 0,330 | 0,332 | 0,334 | 0,336 | 0,338 |
| 0,81 | 0,340 | 0,342 | 0,344 | 0,347 | 0,349 |
| 0,82 | 0,351 | 0,353 | 0,355 | 0,358 | 0,360 |
| 0,83 | 0,362 | 0,364 | 0,366 | 0,369 | 0,371 |
| 0,84 | 0,373 | 0,375 | 0,377 | 0,380 | 0,382 |
| 0,85 | 0,384 | 0,386 | 0,389 | 0,391 | 0,394 |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,86 | 0,396 | 0,398 | 0,401 | 0,403 | 0,406 |
| 0,87 | 0,408 | 0,410 | 0,413 | 0,415 | 0,418 |
| 0,88 | 0,420 | 0,422 | 0,425 | 0,427 | 0,430 |
| 0,89 | 0,432 | 0,434 | 0,437 | 0,439 | 0,442 |
| 0,90 | 0,444 | 0,446 | 0,449 | 0,451 | 0,454 |
| 0,91 | 0,456 | 0,459 | 0,461 | 0,464 | 0,466 |
| 0,92 | 0,469 | 0,472 | 0,474 | 0,477 | 0,479 |
| 0,93 | 0,482 | 0,485 | 0,487 | 0,490 | 0,492 |
| 0,94 | 0,495 | 0,498 | 0,501 | 0,503 | 0,506 |
| 0,95 | 0,509 | 0,512 | 0,514 | 0,517 | 0,519 |
| 0,96 | 0,522 | 0,525 | 0,528 | 0,530 | 0,533 |
| 0,97 | 0,536 | 0,539 | 0,541 | 0,544 | 0,546 |
| 0,98 | 0,549 | 0,552 | 0,555 | 0,557 | 0,560 |
| 0,99 | 0,563 | 0,566 | 0,569 | 0,571 | 0,574 |
| 1,00 | 0,577 |       |       |       |       |

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  
УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ  $\theta = 20^\circ$**

| $h$ , м | 0,000  | 0,002  | 0,004  | 0,006  | 0,008  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,05    | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| 0,06    | 0,0002 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| 0,07    | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 |
| 0,08    | 0,0005 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 |
| 0,09    | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0008 | 0,0008 |
| 0,10    | 0,0008 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0010 |
| 0,11    | 0,0011 | 0,0011 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0013 |
| 0,12    | 0,0013 | 0,0014 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0016 |
| 0,13    | 0,0016 | 0,0017 | 0,0017 | 0,0018 | 0,0019 |
| 0,14    | 0,0019 | 0,0020 | 0,0021 | 0,0021 | 0,0022 |
| 0,15    | 0,0023 | 0,0024 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0026 |
| 0,16    | 0,0027 | 0,0028 | 0,0029 | 0,0029 | 0,0030 |
| 0,17    | 0,0031 | 0,0032 | 0,0033 | 0,0034 | 0,0035 |
| 0,18    | 0,0036 | 0,0037 | 0,0038 | 0,0039 | 0,0040 |
| 0,19    | 0,0041 | 0,0042 | 0,0043 | 0,0044 | 0,0045 |
| 0,20    | 0,0046 | 0,0047 | 0,0048 | 0,0050 | 0,0051 |
| 0,21    | 0,0052 | 0,0053 | 0,0054 | 0,0056 | 0,0057 |
| 0,22    | 0,0058 | 0,0059 | 0,0061 | 0,0062 | 0,0064 |
| 0,23    | 0,0065 | 0,0066 | 0,0068 | 0,0069 | 0,0071 |
| 0,24    | 0,0072 | 0,0074 | 0,0075 | 0,0077 | 0,0078 |
| 0,25    | 0,0080 | 0,0082 | 0,0084 | 0,0085 | 0,0087 |
| 0,26    | 0,0089 | 0,0091 | 0,0093 | 0,0094 | 0,0096 |
| 0,27    | 0,0097 | 0,0099 | 0,010  | 0,010  | 0,010  |
| 0,28    | 0,011  | 0,011  | 0,011  | 0,011  | 0,011  |
| 0,29    | 0,011  | 0,012  | 0,012  | 0,012  | 0,012  |
| 0,30    | 0,012  | 0,012  | 0,013  | 0,013  | 0,013  |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,31 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,015 |
| 0,32 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,016 |
| 0,33 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,017 | 0,017 |
| 0,34 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,018 | 0,018 |
| 0,35 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | 0,019 |
| 0,36 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| 0,37 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,022 | 0,022 |
| 0,38 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,023 | 0,023 |
| 0,39 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,025 |
| 0,40 | 0,025 | 0,025 | 0,026 | 0,026 | 0,026 |
| 0,41 | 0,027 | 0,027 | 0,027 | 0,028 | 0,028 |
| 0,42 | 0,028 | 0,029 | 0,029 | 0,029 | 0,030 |
| 0,43 | 0,030 | 0,030 | 0,031 | 0,031 | 0,032 |
| 0,44 | 0,032 | 0,032 | 0,033 | 0,033 | 0,034 |
| 0,45 | 0,034 | 0,034 | 0,035 | 0,035 | 0,036 |
| 0,46 | 0,036 | 0,036 | 0,037 | 0,037 | 0,038 |
| 0,47 | 0,038 | 0,038 | 0,039 | 0,039 | 0,040 |
| 0,48 | 0,040 | 0,040 | 0,041 | 0,041 | 0,042 |
| 0,49 | 0,042 | 0,042 | 0,043 | 0,043 | 0,044 |
| 0,50 | 0,044 |       |       |       |       |

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (м<sup>3</sup>/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ ПАРАБОЛИЧЕСКИЙ ВОДОСЛИВ**  
**С  $p = 4$  см**

| $h$ , м | 0,000   | 0,002   | 0,004   | 0,006   | 0,008   |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,02    | 0,00023 | 0,00028 | 0,00033 | 0,00039 | 0,00045 |
| 0,03    | 0,00052 | 0,00059 | 0,00066 | 0,00074 | 0,00083 |
| 0,04    | 0,00092 | 0,0010  | 0,0011  | 0,0012  | 0,0013  |
| 0,05    | 0,0014  | 0,0015  | 0,0017  | 0,0018  | 0,0019  |
| 0,06    | 0,0021  | 0,0022  | 0,0023  | 0,0025  | 0,0027  |
| 0,07    | 0,0028  | 0,0029  | 0,0032  | 0,0034  | 0,0036  |
| 0,08    | 0,0037  | 0,0039  | 0,0041  | 0,0043  | 0,0045  |
| 0,09    | 0,0047  | 0,0049  | 0,0051  | 0,0054  | 0,0056  |
| 0,10    | 0,0058  | 0,0060  | 0,0063  | 0,0065  | 0,0068  |
| 0,11    | 0,0070  | 0,0073  | 0,0075  | 0,0078  | 0,0080  |
| 0,12    | 0,0083  | 0,0086  | 0,0089  | 0,0091  | 0,0094  |
| 0,13    | 0,097   | 0,010   | 0,010   | 0,011   | 0,011   |
| 0,14    | 0,011   | 0,012   | 0,012   | 0,012   | 0,013   |
| 0,15    | 0,013   | 0,013   | 0,013   | 0,014   | 0,014   |
| 0,16    | 0,015   | 0,015   | 0,015   | 0,016   | 0,016   |
| 0,17    | 0,017   | 0,017   | 0,017   | 0,018   | 0,018   |
| 0,18    | 0,019   | 0,019   | 0,019   | 0,020   | 0,020   |
| 0,19    | 0,021   | 0,021   | 0,021   | 0,022   | 0,022   |
| 0,20    | 0,023   | 0,023   | 0,023   | 0,024   | 0,024   |
| 0,21    | 0,025   | 0,025   | 0,026   | 0,026   | 0,027   |
| 0,22    | 0,028   | 0,029   | 0,029   | 0,030   | 0,030   |

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,23 | 0,030 | 0,031 | 0,031 | 0,032 | 0,032 |
| 0,24 | 0,033 | 0,033 | 0,034 | 0,035 | 0,035 |
| 0,25 | 0,036 | 0,036 | 0,037 | 0,037 | 0,038 |
| 0,26 | 0,039 | 0,039 | 0,040 | 0,040 | 0,041 |
| 0,27 | 0,042 | 0,042 | 0,043 | 0,043 | 0,044 |
| 0,28 | 0,045 | 0,045 | 0,046 | 0,047 | 0,048 |
| 0,29 | 0,049 | 0,049 | 0,050 | 0,050 | 0,051 |
| 0,30 | 0,052 | 0,052 | 0,053 | 0,054 | 0,054 |
| 0,31 | 0,055 | 0,055 | 0,056 | 0,057 | 0,058 |
| 0,32 | 0,059 | 0,060 | 0,061 | 0,061 | 0,062 |
| 0,33 | 0,063 | 0,064 | 0,065 | 0,065 | 0,066 |
| 0,34 | 0,067 | 0,068 | 0,069 | 0,069 | 0,070 |
| 0,35 | 0,071 | 0,072 | 0,073 | 0,073 | 0,074 |
| 0,36 | 0,075 | 0,076 | 0,077 | 0,077 | 0,078 |
| 0,37 | 0,079 | 0,080 | 0,081 | 0,081 | 0,082 |
| 0,38 | 0,083 | 0,084 | 0,085 | 0,086 | 0,087 |
| 0,39 | 0,088 | 0,089 | 0,090 | 0,090 | 0,091 |
| 0,40 | 0,092 | 0,093 | 0,094 | 0,095 | 0,096 |
| 0,41 | 0,097 | 0,098 | 0,099 | 0,100 | 0,101 |
| 0,42 | 0,102 | 0,103 | 0,104 | 0,105 | 0,106 |
| 0,43 | 0,107 | 0,108 | 0,109 | 0,110 | 0,111 |
| 0,44 | 0,112 | 0,113 | 0,114 | 0,115 | 0,116 |
| 0,45 | 0,117 | 0,118 | 0,119 | 0,120 | 0,121 |
| 0,46 | 0,122 | 0,123 | 0,124 | 0,125 | 0,126 |
| 0,47 | 0,127 | 0,128 | 0,130 | 0,131 | 0,132 |
| 0,48 | 0,133 | 0,134 | 0,135 | 0,136 | 0,137 |
| 0,49 | 0,138 | 0,139 | 0,140 | 1,141 | 0,143 |
| 0,50 | 0,144 |       |       |       |       |

ПРИЛОЖЕНИЕ 24

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (л/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ РАДИАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  $R = 20$  см**

| $h_2$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,03      | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  | 0,10  |
| 0,04      | 0,11  | 0,12  | 0,13  | 0,14  | 0,15  |
| 0,05      | 0,17  | 0,19  | 0,21  | 0,22  | 0,24  |
| 0,06      | 0,26  | 0,28  | 0,30  | 0,32  | 0,35  |
| 0,07      | 0,37  | 0,40  | 0,43  | 0,46  | 0,50  |
| 0,08      | 0,53  | 0,57  | 0,61  | 0,65  | 0,70  |
| 0,09      | 0,74  | 0,78  | 0,82  | 0,87  | 0,92  |
| 0,10      | 0,97  | 1,03  | 1,09  | 1,15  | 1,21  |
| 0,11      | 1,28  | 1,35  | 1,42  | 1,49  | 1,57  |
| 0,12      | 1,65  | 1,73  | 1,82  | 1,92  | 2,02  |
| 0,13      | 2,12  | 2,23  | 2,34  | 2,46  | 2,58  |
| 0,14      | 2,70  | 2,83  | 2,96  | 3,10  | 3,24  |
| 0,15      | 3,38  | 3,52  | 3,67  | 3,83  | 4,00  |
| 0,16      | 4,17  | 4,35  | 4,53  | 4,72  | 4,92  |
| 0,17      | 5,13  |       |       |       |       |

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (л/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ РАДИАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  $R = 30$  см**

| $h_2$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,03      | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,08  | 0,09  |
| 0,04      | 0,10  | 0,11  | 0,12  | 0,13  | 0,14  |
| 0,05      | 0,15  | 0,17  | 0,18  | 0,19  | 0,21  |
| 0,06      | 0,22  | 0,24  | 0,25  | 0,27  | 0,29  |
| 0,07      | 0,31  | 0,33  | 0,36  | 0,38  | 0,41  |
| 0,08      | 0,43  | 0,46  | 0,49  | 0,52  | 0,55  |
| 0,09      | 0,58  | 0,62  | 0,65  | 0,69  | 0,72  |
| 0,10      | 0,76  | 0,80  | 0,84  | 0,89  | 0,93  |
| 0,11      | 0,98  | 1,03  | 1,08  | 1,13  | 1,19  |
| 0,12      | 1,25  | 1,31  | 1,37  | 1,43  | 1,49  |
| 0,13      | 1,55  | 1,62  | 1,69  | 1,76  | 1,84  |
| 0,14      | 1,92  | 2,00  | 2,09  | 2,18  | 2,27  |
| 0,15      | 2,37  | 2,47  | 2,58  | 2,69  | 2,80  |
| 0,16      | 2,91  | 3,03  | 3,15  | 3,28  | 3,41  |
| 0,17      | 3,54  | 3,68  | 3,82  | 3,96  | 4,10  |
| 0,18      | 4,24  | 4,40  | 4,57  | 4,74  | 4,92  |
| 0,19      | 5,10  | 5,28  | 5,46  | 5,64  | 5,83  |
| 0,20      | 6,02  | 6,22  | 6,42  | 6,62  | 6,82  |
| 0,21      | 7,03  | 7,25  | 7,49  | 7,73  | 7,97  |
| 0,22      | 8,22  | 8,48  | 8,75  | 9,05  | 9,35  |
| 0,23      | 9,67  | 10,0  | 10,4  | 10,7  | 11,1  |
| 0,24      | 11,4  | 11,8  | 12,1  | 12,5  | 12,9  |
| 0,25      | 13,3  |       |       |       |       |

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (л/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ РАДИАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  $R = 45$  см**

| $h_2$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,03      | 0,06  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  |
| 0,04      | 0,09  | 0,10  | 0,11  | 0,12  | 0,13  |
| 0,05      | 0,14  | 0,15  | 0,16  | 0,17  | 0,18  |
| 0,06      | 0,20  | 0,21  | 0,22  | 0,24  | 0,26  |
| 0,07      | 0,27  | 0,29  | 0,30  | 0,32  | 0,34  |
| 0,08      | 0,36  | 0,38  | 0,40  | 0,42  | 0,44  |
| 0,09      | 0,46  | 0,49  | 0,52  | 0,55  | 0,57  |
| 0,10      | 0,60  | 0,63  | 0,66  | 0,69  | 0,72  |
| 0,11      | 0,76  | 0,79  | 0,83  | 0,87  | 0,91  |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 0,12 | 0,95 | 0,99 | 1,04 | 1,08 | 1,13 |
| 0,13 | 1,18 | 1,23 | 1,28 | 1,33 | 1,38 |
| 0,14 | 1,44 | 1,50 | 1,56 | 1,62 | 1,69 |
| 0,15 | 1,75 | 1,81 | 1,88 | 1,95 | 2,02 |
| 0,16 | 2,10 | 2,17 | 2,25 | 2,33 | 2,41 |
| 0,17 | 2,50 | 2,59 | 2,67 | 2,77 | 2,87 |
| 0,18 | 2,97 | 3,07 | 3,17 | 3,27 | 3,37 |
| 0,19 | 3,48 | 3,59 | 3,70 | 3,82 | 3,95 |
| 0,20 | 4,08 | 4,22 | 4,36 | 4,50 | 4,64 |
| 0,21 | 4,78 | 4,93 | 5,08 | 5,23 | 5,38 |
| 0,22 | 5,54 | 5,70 | 5,87 | 6,04 | 6,21 |
| 0,23 | 6,38 | 6,56 | 6,75 | 6,93 | 7,11 |
| 0,24 | 7,30 | 7,52 | 7,74 | 7,96 | 8,18 |
| 0,25 | 8,40 | 8,62 | 8,84 | 9,06 | 9,29 |
| 0,26 | 9,52 | 9,75 | 10,0 | 10,3 | 10,5 |
| 0,27 | 10,8 | 11,1 | 11,4 | 11,6 | 11,9 |
| 0,28 | 12,2 | 12,5 | 12,8 | 13,1 | 13,4 |
| 0,29 | 13,7 | 14,0 | 14,4 | 14,7 | 15,1 |
| 0,30 | 15,4 |      |      |      |      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 27

**ВЕЛИЧИНЫ РАСХОДА ВОДЫ (л/с), ПРОТЕКАЮЩЕЙ ЧЕРЕЗ РАДИАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С  $R = 60$  см**

| $h_2$ , м | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,008 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,03      | 0,06  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  |
| 0,04      | 0,09  | 0,10  | 0,11  | 0,12  | 0,13  |
| 0,05      | 0,14  | 0,15  | 0,16  | 0,17  | 0,18  |
| 0,06      | 0,20  | 0,21  | 0,22  | 0,24  | 0,26  |
| 0,07      | 0,27  | 0,29  | 0,30  | 0,32  | 0,34  |
| 0,08      | 0,36  | 0,38  | 0,39  | 0,41  | 0,43  |
| 0,09      | 0,45  | 0,47  | 0,50  | 0,52  | 0,55  |
| 0,10      | 0,57  | 0,60  | 0,63  | 0,66  | 0,69  |
| 0,11      | 0,72  | 0,75  | 0,79  | 0,82  | 0,86  |
| 0,12      | 0,89  | 0,93  | 0,97  | 1,00  | 1,04  |
| 0,13      | 1,08  | 1,12  | 1,16  | 1,21  | 1,25  |
| 0,14      | 1,29  | 1,34  | 1,39  | 1,43  | 1,48  |
| 0,15      | 1,53  | 1,58  | 1,64  | 1,69  | 1,75  |
| 0,16      | 1,80  | 1,86  | 1,93  | 1,99  | 2,05  |
| 0,17      | 2,12  | 2,20  | 2,28  | 2,35  | 2,43  |
| 0,18      | 2,51  | 2,60  | 2,69  | 2,77  | 2,86  |
| 0,19      | 2,95  | 3,04  | 3,13  | 3,23  | 3,33  |
| 0,20      | 3,43  | 3,53  | 3,64  | 3,74  | 3,85  |
| 0,21      | 3,96  | 4,08  | 4,20  | 4,32  | 4,44  |
| 0,22      | 4,56  | 4,69  | 4,82  | 4,96  | 5,09  |
| 0,23      | 5,22  | 5,36  | 5,50  | 5,64  | 5,78  |
| 0,24      | 5,93  | 6,08  | 6,24  | 6,40  | 6,56  |
| 0,25      | 6,72  | 6,90  | 7,08  | 7,26  | 7,44  |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 0,26 | 7,62 | 7,81 | 8,00 | 8,20 | 8,40 |
| 0,27 | 8,60 | 8,81 | 9,02 | 9,23 | 9,45 |
| 0,28 | 9,67 | 9,89 | 10,1 | 10,3 | 10,6 |
| 0,29 | 10,8 | 11,0 | 11,3 | 11,5 | 11,8 |
| 0,30 | 12,1 |      |      |      |      |

ПРИЛОЖЕНИЕ 28

(Лист I - титульный лист  
технического паспорта)

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРИ СОВЕТЕ  
МИНИСТРОВ СССР

(наименование УГМС)

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ**  
**гидрометрического сооружения (устройства)**

(тип сооружения)

Гидрометрическая  
станция

(ГМО, ГМБ)

Название поста

на реке (ручье,  
логу)

Лист II

**Общие сведения**

1. Река

2. Куда впадает и к какому бассейну  
относится

3. Расстояние от устья  
(км)

4. Площадь водосбора в створе сооружения  
(км<sup>2</sup>)

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)  
(м<sup>3</sup>/с)

12. Характеристика русловых деформаций в створе  
сооружения

13. Характеристика ледохода в створе  
сооружения

14. Водохозяйственное использование  
водотока

Лист III

### Исходные топографические и геологические данные

1. План водосбора (схематизированная выкопировка из карт М 1:500000 или 1:250000; 1:100000; 1:50000; 1:25000) или из планшетов топографической съемки М 1:10000.

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**

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 и прораб)  
 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ расстояние от низа прогона до НУВ (м)  
(м) \_\_\_\_\_

3. 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 \_\_\_\_\_

4. Конструкция опор (свайные, рамные, монолитные - типа подпорных стенок, подкосные, 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 \_\_\_\_\_

5. Фундаменты опор подвесных мостов (монолитные, сборные, ячеистые), их размеры в плане, глубина заложения, расстояние от уреза (м) \_\_\_\_\_

6. Якоря подвесных мостов (анкерные устройства) - сборные, монолитные; материал (дерево, бетон, железобетон), размеры в плане, глубина заложения (м) \_\_\_\_\_  
(выше или ниже уровня грунтовых вод)

7. Натяжные устройства (талрепы), грузоподъемность (т) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ количество (шт.) \_\_\_\_\_ ; диаметр винта (мм)

Лист Va

### Описание гидрометрической переправы

1. Тип гидрометрической переправы (люлочная однотросовая, двухтросовая, лодочная) \_\_\_\_\_

2. Пролет переправы (расстояние между осями опор, м) \_\_\_\_\_

3. Диаметр ездовых канатов \_\_\_\_\_ и их марка по  
(мм) \_\_\_\_\_ ГОСТу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ расчетная стрела провеса (м) \_\_\_\_\_

расстояние между канатами  
(м)

\_\_\_\_\_

4. Высота опор (одинаковые,  
разновысокие, м)

\_\_\_\_\_

5. Материал опор (деревянные: из круглого леса, бруса, досок; металлические:  
угловая сталь, прокат, трубы, рельсы;  
железобетон)

\_\_\_\_\_

6. Конструкция опор (сборные, монолитные, подкосные, вантовые; стволы  
вантовых опор - сплошные,  
решетчатые)

\_\_\_\_\_

7. Фундаменты опор (монолитные, сборные, ячеистые), глубина заложения,  
расстояние фундаментов опор от  
уреза (м)

\_\_\_\_\_

8. Якоря (анкерные устройства) - сборные, монолитные, из какого материала  
(дерево, бетон, железобетон), глубина  
заложения (м)

\_\_\_\_\_

9. 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 оттягивный канаты (их диаметры в мм и местоположение по отношению к ездовым канатам) \_\_\_\_\_

15. Тип гидрометрического паромы (деревянный, металлический), его размеры в плане (м), количество отсеков в поплавках (плашкоутах), высота сухого борта при полной нагрузке (м), грузоподъемность (т) \_\_\_\_\_

16. Способ передвижения паромы 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) \_\_\_\_\_

Лист Vб

### 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)

---

7. 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)

---

8. Какие измерительные устройства применяются для измерения исчезающе малых расходов

---

9. Количество самописцев уровня в составе сооружения и их взаимная компоновка

---

10. Типы соединительных устройств между установками самописцев уровня и расходомерами, их протяженность и поперечные сечения

---

11. Эксплуатируется ли сооружение зимой и применяются ли при этом утеплительные устройства и их конструктивные особенности

---

12. Уклон водотока (лога, балки) в зоне размещения расходомера

---

13. 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)

---

Лист Vв

#### **Описание установки самописца уровня воды**

1. Тип сооружения (установка берегового или островного типа, в ковше или непосредственно в берегу, 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 (м<sup>2</sup> ) \_\_\_\_\_

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

Лист VI

**Прочие сведения по сооружению**

**1. Реперы сооружения**

| N<br>п/п | Местоположение<br>и описание | Отметка,<br>м |      | Дата<br>уста-<br>новки | Вид<br>надписи<br>на репере | Сведения об<br>исходном<br>репере и<br>связывающих<br>нивелировках | Повторяемые<br>нивелировки от<br>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 \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ г.

Представитель УГМС \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, подпись)

Начальник ГМС \_\_\_\_\_

Гидрометнаблюдатель \_\_\_\_\_

Лист VII

**Текущие эксплуатационные сведения**

| Дата | Содержание записи | Должность и фамилия лица,<br>сделавшего запись |
|------|-------------------|------------------------------------------------|
|      |                   |                                                |

**Ведомость контрольных нивелировок**

| N п/п | Наименование или N точки | Дата нивелировки |
|-------|--------------------------|------------------|
|       |                          |                  |



Должность и фамилия лица, производившего  
нивелировку \_\_\_\_\_

Лист VIII

ОБРАЗЕЦ АКТА  
на контрольное испытание нагрузкой пролетного строения гидрометрического  
перехода (мостика) или переправы

Мы,  
нижеподписавшиеся, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ произвели обследование \_\_\_\_\_

числа \_\_\_\_\_ месяца 19 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ м  
 $f_1 =$  \_\_\_\_\_

б) при нагрузке в середине пролета \_\_\_\_\_ м  
 $f_2 =$  \_\_\_\_\_

4. Сооружение под контрольной нагрузкой находилось в \_\_\_\_\_ часов.  
течение \_\_\_\_\_

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 IX

ОБРАЗЕЦ АКТА  
на выполнение опытных работ по определению фильтрационных потерь  
гидрометрического расходомера

Мы,  
нижеподписавшиеся, \_\_\_\_\_

произвели \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца 19 \_\_\_\_ года

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 \_\_\_\_\_ минут после его запуска в верхнем  
через \_\_\_\_\_ бьефе.

I. Определение величины фильтрационных потерь было произведено при следующих условиях:

1. На расходомере производилось измерение расходов воды. Утечки в неплотности в конструкциях расходомера отсутствовали, так как были устранены конопачением.

2. В верхнем бьефе сооружения, в хвостовой части кривой подпора, поперек русла водотока была создана земляная дамба, в которую врезан тонкостенный  
треугольный водослив с углом \_\_\_\_\_, размеры дамбы  
выреза \_\_\_\_\_ (м) \_\_\_\_\_

3. В нижнем бьефе \_\_\_\_\_ м от конца его водобойно-сливной  
расходомера в \_\_\_\_\_

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.

II. Контрольный водослив был предварительно протарирован объемным способом для напоров от нуля до \_\_\_\_\_ см через 1,0 см. Тарировочная таблица водослива прилагается.

III. 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) \_\_\_\_\_

IV. Причины фильтрации и меры, рекомендованные по ее устранению \_\_\_\_\_

Подписи:

Лист X

#### ОБРАЗЕЦ АКТА

на производство тарировки расходомера \_\_\_\_\_

(название и тип) \_\_\_\_\_

Мы, нижеподписавшиеся, \_\_\_\_\_

произвели \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца 19 \_\_\_\_ 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 ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_ (приложить таблицу зависимости  $Q = f(H)$  расходов \_\_\_\_\_

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

9. Заключение о пригодности расходомера к дальнейшей эксплуатации и перечень работ, которые необходимы для нормальной эксплуатации расходомера.

Подписи:

ПРИЛОЖЕНИЕ 29

### МАКЕТ КНИЖКИ КГ-76

Титульный лист

#### ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

Управление гидрометеорологической  
службы \_\_\_\_\_

КГ-76

КНИЖКА \_\_\_\_\_

для записи наблюдений на гидрометрической установке

с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.

Станция \_\_\_\_\_

Река (ручей, лог) \_\_\_\_\_

Площадь водосбора \_\_\_\_\_ км<sup>2</sup>

Тип гидрометрического  
устройства \_\_\_\_\_

Самописец уровня  
воды \_\_\_\_\_ N \_\_\_\_\_

Отметки: порога (ребра)  
сооружения \_\_\_\_\_ м абс. (усл.)

дна в верхнем бьефе \_\_\_\_\_ м абс. (усл. наинизшая)

нуля водомерного поста:

внешнего (основного) \_\_\_\_\_ м абс. (усл.)

внутреннего (контрольного) \_\_\_\_\_ м абс. (усл.)

Постоянная приводка высоты уровня к напору:

по внешнему посту \_\_\_\_\_ мм

по внутреннему посту \_\_\_\_\_ мм

Начальник станции \_\_\_\_\_

Наблюдатели \_\_\_\_\_

Страницы 2-3

Указания проверяющих лиц

---

---

---

---

---

Страницы 4-12

| N ленты | Дата | Время |     | Отсчет по рейке, мм |        |          | Напор по внешней рейке, мм | Отметка о наложении и снятии ленты | Подпись наблюдателя |
|---------|------|-------|-----|---------------------|--------|----------|----------------------------|------------------------------------|---------------------|
|         |      | час   | мин | внутр.              | внешн. | разность |                            |                                    |                     |
| 1       | 2    | 3     | 4   | 5                   | 6      | 7        | 8                          | 9                                  | 10                  |
|         |      |       |     |                     |        |          |                            |                                    |                     |
|         |      |       |     |                     |        |          |                            |                                    |                     |
|         |      |       |     |                     |        |          |                            |                                    |                     |

Страницы 13-14

### Эксплуатационные сведения

Неисправности измерительной установки и их устранение, перестановка приборов, обмерзание измерительных устройств, закупорка сооружения снегом, льдом, листьями и пр., очистка от наносов верхнего бьефа. Поверка нулей крючковых реек и др.

---

**Результаты обследования лога и его водосбора**

Изменения, происшедшие за период: распределение угодий и полей севооборота, проведение агроомелиоративных мероприятий (изменение пахоты, снегозадержание, водозадержание и др.), прокладка дорог, устройство прудов, водоемов, гидротурбинных установок; обвал берегов, засорение русла и его расчистка, образование временных скоплений воды на поверхности снега, уточнение водораздельных линий и др.

---

---

---

ПРИЛОЖЕНИЕ 30

**ФОРМА ТАБЛИЦЫ ТГ-16**

Титульный лист

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРИ СОВЕТЕ  
МИНИСТРОВ СССР**

---

**УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

---

|       |
|-------|
| ТГ-16 |
|-------|

**ТАБЛИЦА СТОКА ВОДЫ**

за \_\_\_\_\_ м-ц 19 \_\_\_\_ г.

Река (ручей,  
лог) \_\_\_\_\_

Станция  
(пост) \_\_\_\_\_

Тип гидрометрического  
устройства \_\_\_\_\_

Приводка высоты " с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ см

уровня к напору " с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ см

|                     |      |
|---------------------|------|
| Таблицу<br>составил | Дата |
|---------------------|------|

Дата \_\_\_\_\_

проверил \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Дата

## Оценка надежности данных

Начальник станции \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Дата

(название станции, подпись)

Замечания  
УГМС

Страницы 2-7

[illegible]



