

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра водоснабжения и водоотведения

**ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

Методические указания к курсовому проектированию
для студентов направления 270800.62 «Строительство»,
профиль «Водоснабжение и водоотведение»

Казань
2013

УДК 628.113
ББК 38.761.1
ШЗ6

ШЗ6 Водозаборные сооружения поверхностных вод: Методические указания к курсовому проектированию для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: И.Г. Шешегова, Ж.С. Нуруллин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. – 30 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Методические указания предназначены для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Водоснабжение» для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение».

В методических указаниях даны основные рекомендации по проектированию и расчету водозаборных сооружений из поверхностных источников.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры химии и инженерной экологии государственного архитектурно-строительного университета

А.В. Шарафутдинова

УДК 628.113
ББК 38.761.1

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2013

© Шешегова И.Г.,
Нуруллин Ж.С., 2013

Введение

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Водоснабжение» и предназначены для выполнения курсового и раздела дипломного проектов «Водозаборные сооружения поверхностных вод».

Целью курсового проекта является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков по проектированию водозаборных сооружений из поверхностных источников, умение пользоваться нормативной, технической и справочной литературой.

1. Исходные данные для проектирования

Проект «Водозаборные сооружения» выполняется согласно задания, выдаваемого кафедрой и содержащего генплан населенного пункта и гидрогеологические данные по источнику водоснабжения. Объемы водопотребления, число жителей и географическое положение населенного пункта принимаются по курсовому проекту «Водопроводные сети».

2. Объем и состав проекта

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки.

Пояснительная записка объемом 25–30 страниц выполняется на писчей бумаге формата А4 на одной или на обеих сторонах листа и оформляется в соответствии с требованиями ГОСТов [1] и должна включать:

- задание на проектирование;
- генплан населенного пункта с указанием местоположения водозаборных сооружений и границей 1-го пояса зоны санитарной охраны;
- содержание;
- введение;
- основную часть в составе:
 - определение расчётной производительности ВЗС;
 - условия приема воды;
 - категория надежности;
 - выбор места расположения ВЗС;
 - выбор типа и схемы ВЗС;
 - гидравлический расчёт основных элементов ВЗС и выбор основного оборудования;
 - выбор вспомогательного оборудования и устройств по эксплуатации ВЗС;
 - конструирование берегового колодца;

- расчёт берегового колодца на устойчивость против всплывания;
- методы и средства шуголедовой защиты, рыбозащитные устройства, мероприятия по борьбе с биообрастанием на ВЗС и берегоукрепление;

- зоны санитарной охраны;
- список использованной литературы;
- приложение – спецификация оборудования берегового колодца.

Графическая часть проекта выполняется на ватмане формата А1 в карандаше или с применением компьютерной графики.

На листе должны быть представлены:

- схема водозаборных сооружений (план и профиль) в масштабе: горизонтальный – 1:500, вертикальный 1:100 или 1:200;
- береговой колодец: планы надземной и подземной части и разрез в масштабе 1:50 или 1:100;
- конструкция одного из элементов водозабора – водоприемника, водоочистой сетки или решетки.

3 Определение производительности водозабора

Производительность водозаборных сооружений – $Q_{ВЗС}$ (м³/сут) определяется по формуле:

$$Q_{ВЗС} = Q_{гор} + Q_{пож} + Q_{с.н.}, \quad (1)$$

где $Q_{гор}$ – максимальный суточный расход воды по городу, м³/сут;
 $Q_{пож}$ – общий расход воды на пожаротушение по городу, м³/сут;
 $Q_{с.н.}$ – расход воды на собственные нужды водопровода, м³/сут, определяемый по формуле:

$$Q_{с.н.} = \alpha_{с.н.} (Q_{гор} + Q_{пож}) \quad (2)$$

где $\alpha_{с.н.}$ – коэффициент, учитывающий расход на собственные нужды водопровода, принимается согласно п.9.6.[2] ($\alpha_{с.н.}=0.03\div 0.04$ – при повторном использовании промывной воды, $\alpha_{с.н.}=0.1\div 0.14$ – без повторного использования, $\alpha_{с.н.}=0.2\div 0.3$ – для станции умягчения).

4. Условия забора воды

Возможность забора расчетного расхода воды из реки без устройства специальных сооружений проверяется по величине относительного водоотбора [3-5] - $Q_{ВЗС}/Q_{мин}$, где $Q_{мин}$ – минимальный расчётный расход воды в источнике. При $Q_{ВЗС} / Q_{мин} \leq 0,25$ – забор воды может осуществляться без каких-либо дополнительных мероприятий, при $0,25 \leq Q_{ВЗС} / Q_{мин} \leq 0,75$ – надежный водоотбор возможен только из нешугоносных потоков с особо

благоприятными формами состояния русла, чаще всего в таких случаях требуется устройство дополнительных сооружений (плотины, каналы, ковши).

Условия забора воды, определяемые в зависимости от устойчивости берегов и дна водотока, шуголедовых условий, мутности воды и других факторов, разделяются – на легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые и устанавливаются по наиболее тяжелому виду затруднений в работе ВЗС путем сравнения данных источника с показателями затруднений, приведенных в табл. 8 [2].

5 Категория водозаборных сооружений

Требуемая категория водозабора по степени обеспеченности подачи воды (п. 8.78 [2]) определяется в соответствии с п. 7.4 [2].

Расчётные расходы и уровни воды в источниках принимаются в зависимости от категории водозаборов в соответствии с табл. 7 [2].

Согласно п. 8.88 [2] допускается повышение категории водозабора с затопленными водоприемниками на единицу в случаях:

- размещения водоприемников в затопляемом, самопромываемом водоприемном ковше;
- подвода к решеткам теплой воды в количестве 20% забираемого расхода и применения специальных устройств защищающих от наносов;
- обеспечения надежной системы обратной промывки решеток, рыбозаградительных устройств и самотечных водоводов.

Схема размещения водоприемников в русле реки принимается в зависимости от условий забора воды, требуемой надежности и типа водоприемника в табл. 7.3 [3].

Выбор схемы и компоновки ВЗС в тяжелых и очень тяжелых условиях производится на основе лабораторных исследований (п. 8.89 [2]).

6. Выбор места расположения водозаборных сооружений

Место расположения водозаборных сооружений выбирается с учетом топографических, гидрогеологических и геологических условий проектирования и требований по качеству и бесперебойности подачи воды потребителям.

При выборе места расположения водозабора необходимо руководствоваться п.п. 8.81-8.85 [2].

Место забора воды должно располагаться как можно ближе к потребителю, а для ВЗС хоз-питьевого назначения – выше выпусков сточных вод и выше населенного пункта по течению реки, выше стоянок судов, баз, складов, вне зон движения судов. Необходимо учитывать санитарные тре-

бования, возможность расширения границ объекта водоснабжения в перспективе и организации зон санитарной охраны.

Водоприемные устройства ВЗС целесообразно располагать у вогнутого берега в пределах третьей четверти излучины реки, т.к. в этом случае центробежная поперечная циркуляция потока препятствует попаданию в водоприемник придонных слоев воды с крупными взвешенными частицами (наносами); скорость воды на плесе меньше, чем на перекате, что способствует более быстрому образованию поверхностного льда, а при наличии шуги – её всплытию и движению в верхних слоях потоков воды [3-5]. Недостатком размещения водоприемных устройств на вогнутом берегу является размыв берега, что вызывает необходимость укрепления берега в районе строительства ВЗС.

7. Выбор типа и схемы ВЗС

Для правильного выбора типа водозабора строится продольный профиль дна и берега реки в створе водозабора в масштабе 1:500 – по горизонтали, 1:100 или 1:200 – по вертикали. На профиль, согласно исходных данных, наносятся расчетные уровни воды, уровни ледостава и ледохода. Толщина льда – $\delta_{\bar{e}}$, определяется в см по формуле [4]:

$$\delta_{\bar{e}} = 11\sqrt{\sum |t|}, \quad (3)$$

где $\sum |t|$ – сумма отрицательных месячных температур воздуха для района строительства [6].

Выбор типа водозабора производится в зависимости от его производительности ($Q_{ВЗС}$), глубины источника, амплитуды колебания уровней воды (A) в нем и местных геологических условий. Рекомендации по применению ВЗС различных типов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Типы ВЗС и условия их применения

Тип компоновки	Тип водозабора	
	русловой	береговой
	пологий берег, отсутствие достаточных глубин у берега	крутой берег, наличие достаточных глубин у берега, незагрязненность воды у берега
1	2	3
раздельный	нескальный грунт $A < 6-8$ м $H_{всас}^{дон} > 3-4$ м $Q_{ВЗС} < 1$ м ³ /с	нескальный грунт $A < 6-8$ м $H_{всас}^{дон} > 3-4$ м $Q_{ВЗС} < 1.5$ м ³ /с

1	2	3
совмещенный	1) скальный грунт 2) нескальный грунт $A > 6-8 \text{ м}$ $Q_{ВЗС} < 1 \text{ м}^3/\text{с}$ 3) нескальный грунт A – любая $Q_{ВЗС} = 1 \div 6 \text{ м}^3/\text{с}$	1) скальный грунт 2) нескальный грунт A – любая $Q_{ВЗС}$ – любая необходимость установки насоса под залив

ВЗС руслового типа (рис. 1, 2) устраивают при пологом берегу и дне реки, когда требуемые для приема воды глубины находятся на значительном расстоянии от берега. Водоприемники русловых водозаборов затоплены и удалены от берега, а их водоприемные отверстия в отдельные периоды года оказываются практически недоступными, что снижает надежность их работы.

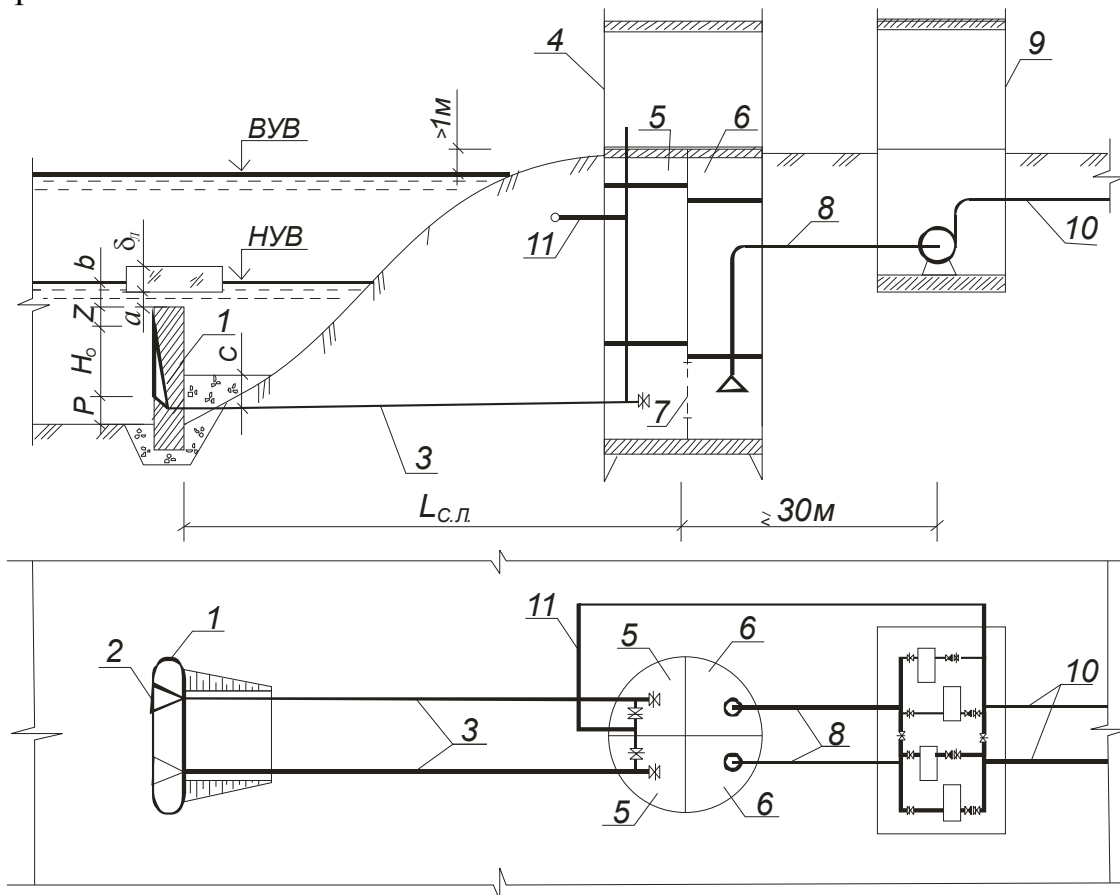


Рис. 1. Русловой водозабор раздельного типа с самотечными линиями:
 1 – оголовок; 2 – окно с решеткой; 3 – самотечный трубопровод; 4 – береговой колодец; 5 – приемное отделение; 6 – всасывающее отделение; 7 – плоская сетка; 8 – всасывающий трубопровод; 9 – НС-I; 10 – напорный трубопровод;
 11 – трубопровод подачи промывной воды

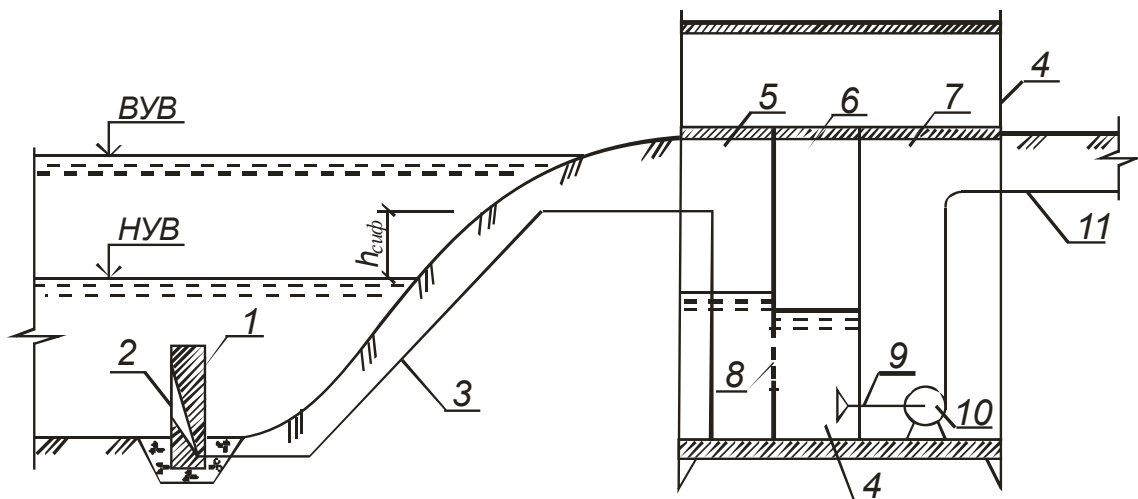


Рис. 2. Русловой водозабор совмещенного типа с сифонными линиями:
 1 – оголовок; 2 – окно с решеткой; 3 – сифонный трубопровод; 4 – береговой колодец; 5 – приемное отделение; 6 – всасывающее отделение; 7 – НС-I; 8 – сетка; 9 – всасывающий трубопровод; 10 – насос; 11 – напорный трубопровод

Водозаборы берегового типа (рис. 3-6), у которых водоприемник совмещается с сеточным колодцем и его водоприемные отверстия всегда доступны для осмотра и очистки, что обеспечивает более высокую надежность забора и подачи воды. Береговой водозабор устраивается при наличии крутого берега и достаточных глубин и располагается непосредственно у берега.

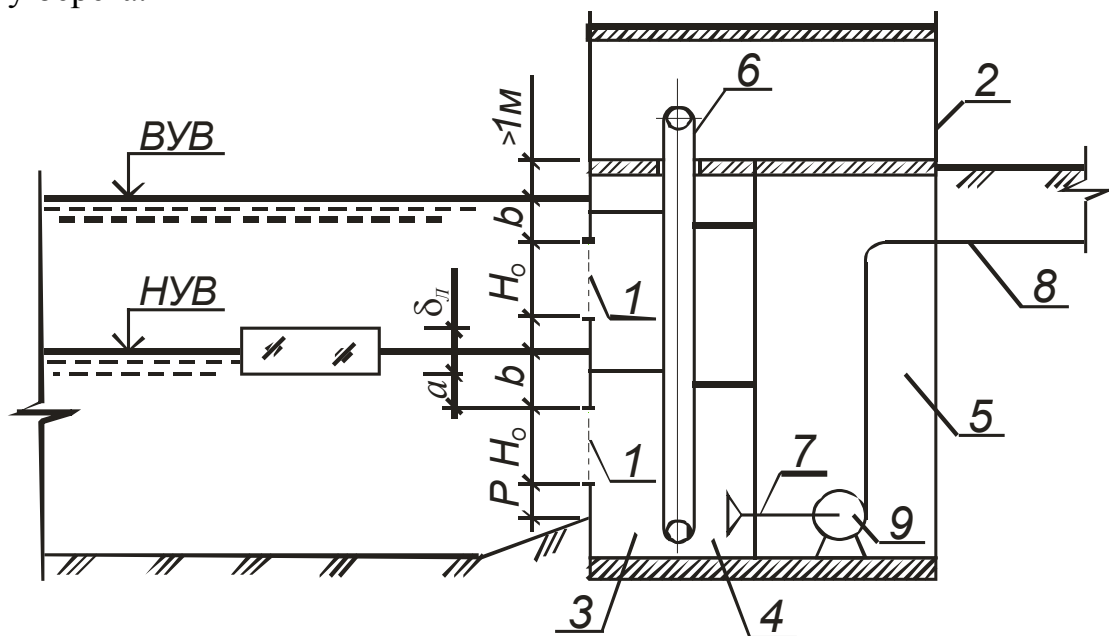


Рис. 3. Береговой водозабор совмещенного типа:
 1 – водоприемное окно с решеткой; 2 – береговой колодец; 3 – приемное отделение; 4 – всасывающее отделение; 5 – НС-I; 6 – вращающаяся сетка; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – напорный трубопровод; 9 – горизонтальный насос

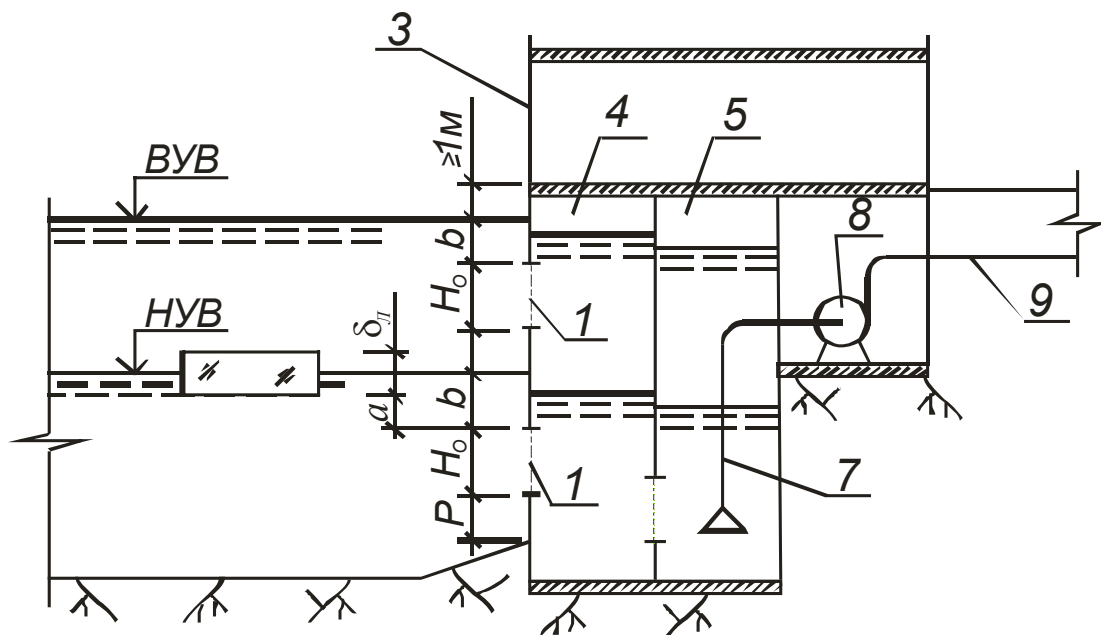


Рис. 4. Береговой водозабор совмещенного типа в скальных грунтах:
 1 – окно с решеткой; 2 – плоская сетка; 3 – береговой колодец; 4 – приемное отделение; 5 – всасывающее отделение; 6 – НС-I; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – горизонтальный насос; 9 – напорный трубопровод

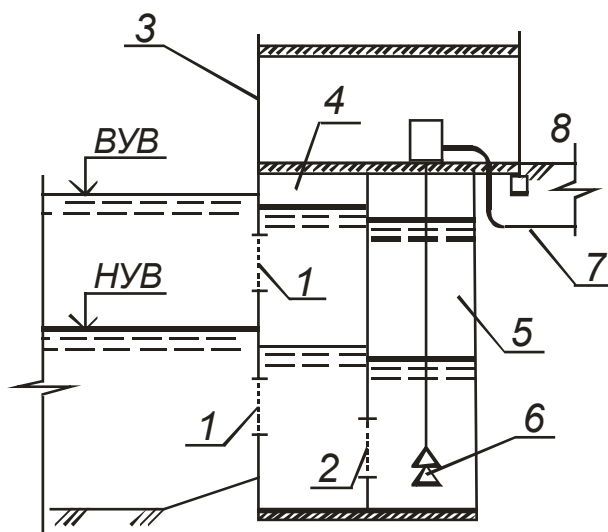


Рис. 5. Береговой водозабор с насосом типа А, АН и АТН:
 1 – окно с решеткой; 2 – сетка; 3 – береговой колодец; 4 – приемное отделение; 5 – всасывающее отделение; 6 – насос типа А, АН и АТН; 7 – напорный трубопровод

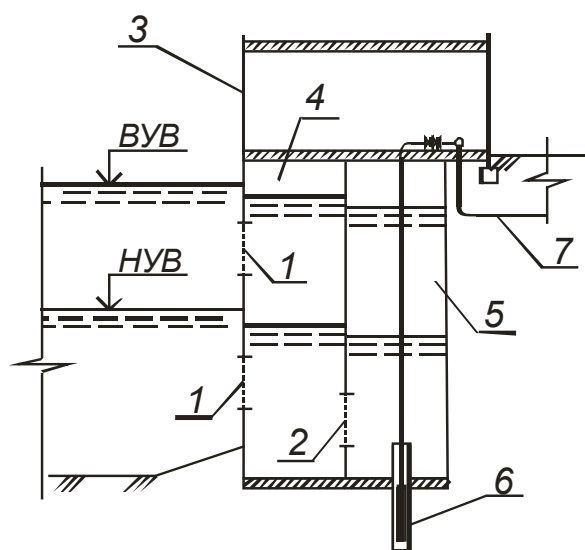


Рис. 6. Береговой водозабор с насосом типа ЭЦВ:
 1 – окно с решеткой; 2 – сетка; 3 – береговой колодец; 4 – приемное отделение; 5 – всасывающее отделение; 6 – насос типа ЭЦВ; 7 – напорный трубопровод

Если прием воды береговыми ВЗС при меженных и минимальных уровнях затруднен, то для повышения надежности работы сооружений применяют комбинированный прием воды путем совмещения водоприемников берегового и руслового типа (рис. 7).

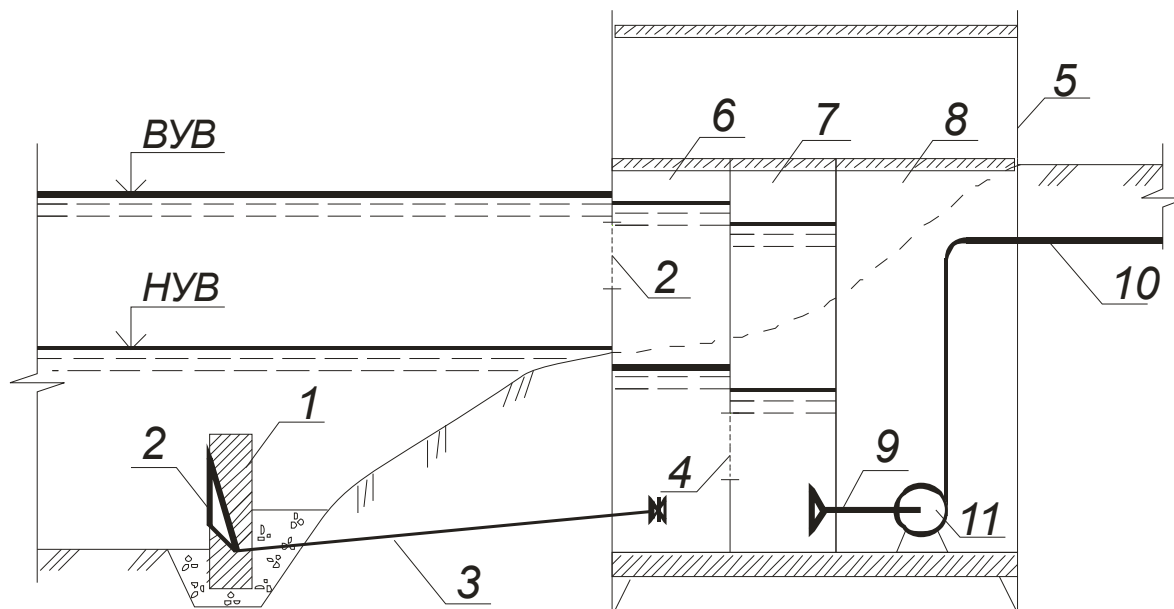


Рис. 7. Комбинированный водозабор совмещенного типа:

1 – оголовок; 2 – окно с решеткой; 3 – самотечный трубопровод; 4 – сетка; 5 – береговой колодец; 6 – приемное отделение; 7 – всасывающее отделение; 8 – НС-I; 9 – всасывающий трубопровод; 10 – напорный трубопровод; 11 – насос

Компоновка ВЗС может быть раздельной (НС-I и береговой колодец размещены в отдельных зданиях) и совмещенной (НС-I конструктивно объединена с береговым колодцем) компоновки.

При раздельной компоновке НС-I должна находиться на незатапливаемой части берега на расстоянии не более 30 м от БК.

При совмещенной компоновке возможны 3 варианта:

1) совмещение по ступенчатой схеме (рис. 4) применяется на скальных основаниях (скала, известняк и т.п.);

2) совмещение на одном уровне применяется при рыхлых грунтах (песок, суглинок, глина), при необходимости установки насоса под залив и при одинаковой глубине заложения берегового колодца и НС-I при их раздельной компоновке (рис. 2, 3, 7), при этом отпадает необходимость установки оборудования для заливки насосов.

3) при установке скважинных насосов (рис. 5, 6), что сокращает площади, объемы и стоимость станции.

7.1. Водозаборы руслового типа

Русловой ВЗС состоит из одного или нескольких русловых затопленных водоприемников (оголовков), самотечных или самотечно-сифонных водоводов, берегового сеточного колодца и НС-I (рис. 1, 2).

7.1.1. Оголовки

Тип оголовка зависит от производительности и условий забора воды из источника, а также требований рыбозащиты. Наиболее широкое распространение в системах коммунального водоснабжения получили затопленные водоприемники, располагаемые ниже минимального расчетного уровня воды и нижней кромки ледяного покрова. Затопленные водоприемники должны иметь обтекаемую форму, чтобы не нарушать движения водного потока и донных насосов. Эти водоприемники обычно устраивают с боковым или низовым приемом воды. По конструкции затопленные водоприемники могут быть: раструбными, ряжевными, трубчатыми, свайными, бетонными, железобетонными, бетонными в металлическом кожухе, с вихревыми камерами и т.д. [3-5]. Рекомендации по применению различных конструкций затопленных оголовков приведены в табл. 7.5 [3].

Раструбный оголовок применяют при заборе воды из глубоких рек (6-10 м) с легкими условиями забора воды.

Деревянные ряжевые водоприемники применяют на шугоносных реках и в условиях донного льдообразования, при молевом (рассыпном) ледосплыве.

На судоходных и ледосплывных реках ряжевые водоприемники часто разрушаются якорями и волокушами. Поэтому на таких реках предпочтение отдают бетонным, железобетонным или бетонным в стальном корпусе.

Размещение оголовка в русле реки (рис.1) проводится с учетом следующих требований:

- расстояния от дна реки до низа водоприемных отверстий (p) – не менее 0,5 м (п. 8.94 [2]);

- высоты водоприемного отверстия (H_o) – принимается по расчету (уменьшение этой величины возможно за счёт увеличения числа водоприемных отверстий);

- забрала (z) – принимается 0,2-0,3 м в зависимости от конструкции оголовка;

- расстояния от верха оголовка до нижней поверхности льда (a) – не менее 0,2 м (п.8.94 [2]), а до уровня воды (b) – не менее 0,3м [3].

На судоходных реках водоприемники должны размещаться в водотоке с учетом требований судоходства – верх оголовка не менее чем на 1-1,5 м ниже от уровня самого низкого положения киля судна. Если это требование не может быть выполнено, водоприемник необходимо располагать за пределами судового хода.

7.1.2. Самотечные и сифонные водоводы

Вода от оголовка в береговой сеточный колодец транспортируется по самотечным или сифонным линиям. Число их должно быть не менее двух.

Самотечные линии применяются при прокладке трубопроводов в рыхлых грунтах, при относительно небольших заглублениях и небольшой протяженности. Во всех остальных случаях применяют сифонные и самотечно-сифонные трубопроводы.

Сифонные водоводы применяют на ВЗС II и III категории в тяжелых геологических условиях (скала, известняк), при значительной длине и глубине заложения самотечных трубопроводов. Применение сифонных линий в ВЗС I категории должно быть обосновано. Самотечные водоводы должны укладываться без резких поворотов.

Самотечные и сифонные водоводы выполняют из стальных труб. Допускается применение пластмассовых и железобетонных труб п.8.99 [2].

Для защиты от подмыва речным потоком и повреждения якорями судов и плотов, заглубление водоводов под дно водотока (c) в пределах русла реки, должно быть не менее 1 м, а на несудоходных – на 0,5 м, считая до верха трубы или обсыпкой грунтом с соответствующим укреплением его от размыва. Самотечно-сифонные линии прокладывают с постоянным подъемом в сторону берегового колодца (уклон не менее 0,001), для исключения образования воздушных пробок.

7.1.3. Береговой сеточный колодец

Береговой колодец (БК), в водозаборах раздельного типа, состоит из двух отделений – приемного и всасывающего. Между приемным и всасывающими отделениями, устанавливаются плоские или вращающиеся сетки.

Для повышения надежности действия, отделения БК секционируются (не менее двух). На большой производительности ВЗС число секций принимают равным числу насосных агрегатов.

БК следует располагать на незатопляемых отметках берега. Для сокращения протяженности самотечных водоводов, береговой колодец можно расположить на берегу заливаемом в половодье на 1,5–3 м, предусмотрев обсыпку его грунтом до отметки, превышающей высоту наката волны при расчетном максимальном уровне воды не менее, чем на 0,5 м (отметка пола надземной части БК должна быть не менее 1 м выше наката волны).

БК может иметь круглую, овальную или прямоугольную форму в плане. Прямоугольный в плане БК применяют при скальных грунтах, при $Q_{ВЗС} > 6 \text{ м}^3/\text{с}$ и при совмещенной компоновке НС-I и БК с числом насосных агрегатов более 4.

7.2. Водозаборы берегового типа

Береговой колодец на водозаборах данного типа частично выступает в русло реки. Прием воды производится через водоприемные отверстия (окна) непосредственно в приемное отделение колодца. Водоприемные окна располагаются в передней стенке колодца, в один или несколько ярусов. Многоярусное расположение водоприемных окон применяется при больших колебаниях уровня воды (≥ 6 м) для обеспечения приема наиболее чистой воды. Входные окна перекрываются сороудерживающими решетками или фильтрующими кассетами. При необходимости выключения секции водозабора из работы входные окна, вместо решеток, перекрываются плоскими затворами. Размещение водоприемных окон (рис. 3) должно проводиться в соответствии с требованиями, приведенными в п. 7.1.1.

Конструкции и формы в плане БК водозабора берегового типа аналогичны водозабору руслового типа.

7.3. Водозаборы комбинированного типа

Водозабор состоит из берегового и руслового водоприемников (рис. 7). Применяют при наличии широкой затопляемой поймы и достаточной глубины вблизи незатопляемого берега. При низких уровнях вода из реки поступает по самотечным линиям через оголовки, а при высоких горизонтах воды – через водоприемные окна в стенке берегового колодца.

Проект такого водоприемника выполняют на основе правил проектирования берегового и руслового типов водозаборных сооружений.

8. Технологические и гидравлические расчеты элементов водозаборных сооружений

Гидравлические расчеты водозаборов производят для двух случаев:

1) нормальной работы, когда работают все секции водозабора и расчетный расход воды одной секции q_p ($\text{м}^3/\text{с}$) составляет:

$$q_p = Q_{BZC} / n, \quad (4)$$

где n – число секций;

2) аварийной работы, когда одна секция не работает (ремонт или очистка) и расчетный или уменьшенный расход воды проходит через остальные – $q_p^{ав} = \alpha Q_{BZC} / (n - 1)$, где α – коэффициент снижения производительности водозабора (в соответствии с п.7.4, [2]).

8.1. Расчет водоприемных отверстий

Водоприемные отверстия оборудуют сороудерживающими решетками или фильтрующими кассетами. Выбор осуществляется с учетом требований по рыбо- и шуголедовой защите водозабора и условий эксплуатации.

Площадь водоприемного отверстия (брутто) F (м²) определяется при одновременной работе всех секций ВЗС по формуле [3,4]:

$$F = 1.25q_p K_{cm} / V_{вт} , \quad (5)$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

q_p – расчетный расход одной секции, м³/с;

K_{cm} – коэффициент, учитывающий стеснение отверстий стержнями решетки;

$V_{вт}$ – скорость втекания воды в водоприемные отверстия, м/с.

Коэффициент стеснения для решеток $\hat{E}_{\hat{n}\hat{o}}^{\delta}$ определяется по формуле [3; 4]:

$$K_{cm}^P = (a_{cm} + c_{cm}) / c_{cm} , \quad (6)$$

где a_{cm} – толщина стержней, см;

c_{cm} – расстояние между стержнями в свету, см.

Коэффициент стеснения для фильтрующих кассет $\hat{E}_{\hat{n}\hat{o}}^{\hat{e}}$ [3,4]:

$$K_{cm}^K = 1 / P_{\phi} \quad (7)$$

где P_{ϕ} – пористость фильтра ($P_{\phi}=0,3\div0,5$ м – для гравийно-щебеночных фильтров; $P_{\phi} = 0,25\div0,35$ – для порозластовых фильтров).

Скорости втекания в водоприемные окна, перекрытые решетками, следует принимать согласно [3; 5]:

– без учета требований рыбозащиты для средних и тяжелых условий забора воды, соответственно, 0,6-0,2 м/с – в береговые незатопляемые водоприемники; 0,3-0,1 м/с – в затопленные водоприемники;

– с учетом требований рыбозащиты: 0,25 м/с – в водотоках со скоростями течения свыше 0,4 м/с и 0,1 м/с – в водотоках со скоростями течения не свыше 0,4 м/с и в водоемах.

Технические характеристики сороудерживающих решеток приведены в приложении 1[5].

Скорость фильтрования через кассеты не должна превышать 0,1м/с [3; 4].

Потери напора в решетках (h_p) могут быть приняты: 0,05 м – при нормальном режиме работы и 0,1 м – при аварийном режиме.

Потери напора в кассетах (h_k) могут быть приняты: 0,1 ÷ 0,15 м – при нормальном режиме работы и 0,2 ÷ 0,3 м – при аварийном режиме.

8.2. Расчет сеток

Сетки устанавливаются между приемным и всасывающим отделениями ВЗС для задержания мелкого сора, прошедшего через решетки и кассеты. По конструкции сетки бывают плоские, применяемые при малой производительности ВЗС, и вращающиеся – применяемые при средней и большой производительности ВЗС в средних, тяжелых и очень тяжелых условиях забора воды из источника.

Технические характеристики плоских и вращающихся водоочистных сеток приведены в приложении 1 [5].

Скорости протекания воды через плоскую сетку принимают в пределах 0,2–0,4 м/с, а через полотно вращающиеся сетки – 0,8–1,2 м/с [4].

Площадь сетки (брутто) F_c определяется по формуле (5), при этом коэффициент стеснения для сеток $\hat{E}_{\dot{n}o}$ определяется по формуле [3,5]:

$$K_{cm} = [(a_{cm} + c_{cm}) / c_{cm}]^2. \quad (8)$$

Рекомендуется принимать плоскую сетку большей конструктивной площади (F_c^k), чем расчётная (F_c) [5]. При этом под минимальный расчётный уровень воды располагается только часть конструктивно принятой сетки. Тогда при всех уровнях воды, больших минимального, процеживание воды будет происходить через большую площадь сетки с меньшими скоростями. Вследствие этого повышается взвесеизвлекаемая способность сетки и обеспечивается лучшая очистка воды.

Потери напора в сетках можно принять: $h_c = 0,1$ м – при нормальном режиме работы, $h_c^{ав} = 0,2$ м – при аварийном режиме работы.

8.3. Расчет самотечных и сифонных водоводов

Диаметры самотечных и сифонных водоводов определяются по расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в самотечных и сифонных водоводах согласно п. 8.97 [2].

Потери напора в этих водоводах определяются для нормального $h_{c.л.}$ и аварийного $h_{c.л.}^{ав}$ режимов. Расчёт ведется для трубопровода наиболее удаленного от БК оголовка.

Потери напора в трубопроводе на участке от входа воды в водовод до выхода в колодец h (м) складывается из потерь напора по длине h_l и местных потерь напора h_m и определяется по формуле:

$$h = h_l + h_m = 1000i \cdot l + \sum \xi \left(\frac{V^2}{2g} \right), \quad (9)$$

где $1000i$ – удельное гидравлическое сопротивление на 1 км трубопровода при заданном диаметре и расчётном расходе, принимаемое по [7];

l – длина трубопровода, км;

ξ – коэффициент местного сопротивления, принимаемый по справочным данным [3; 5].

При расчете сифонных линий превышение верхней точки сифона над НУВ в источнике (рис. 10) $h_{сиф}$ (м) определяется по формуле [3]:

$$h_{сиф} = H_{вак} - h_{с.л.} - \frac{V^2}{2g}, \quad (10)$$

где $H_{вак}$ – допустимая величина вакуума ($H_{вак} = 6 \div 7$ м);

$h_{с.л.}$ – потери напора в сифонной линии, м.

8.4. Отметки расчетных уровней воды в береговом колодце

Отметки уровней воды в береговом колодце (рис. 8) определяют при максимальном и минимальном уровнях воды в источнике при нормальном и аварийном режимах работы водозабора.

8.4.1. Отметки расчётных уровней в приемном отделении

Отметки расчётных уровней при нормальном (рабочем) режиме:

$$Z_{макс}^{раб} = ВУВ - \sum h; \quad (11)$$

$$Z_{мин}^{раб} = НУВ - \sum h, \quad (12)$$

где $\sum h$ – сумма потерь напора по движению воды от водоприемных отверстий до БК при нормальном режиме работы, м;

$\sum h = h_p$ или $\sum h = h_k$ – для береговых водозаборов;

$\sum h = h_p + h_{с.л.}$ или $\sum h = h_k + h_{с.л.}$ – для русловых водозаборов.

Отметки расчетных уровней при аварийном режиме:

$$Z_{макс}^{ав} = ВУВ - \sum h^{ав}; \quad (13)$$

$$Z_{мин}^{ав} = НУВ - \sum h^{ав}, \quad (14)$$

где $\sum h^{ав}$ – сумма потерь напора по движению воды от водоприемных отверстий до БК при аварийном режиме работы, м;

$\sum h^{ав} = h_p^{ав}$ или $\sum h^{ав} = h_k^{ав}$ – для береговых водозаборов;

$\sum h^{ав} = h_p^{ав} + h_{с.л.}^{ав}$ или $\sum h^{ав} = h_k^{ав} + h_{с.л.}^{ав}$ – для русловых водозаборов.

8.4.2. Отметки расчетных уровней во всасывающем отделении

Отметки расчётных уровней при нормальном режиме:

$$Z_{\text{макс}}^{\text{раб}} = Z_{\text{макс}} - h_c ; \quad (15)$$

$$Z_{\text{мин}}^{\text{раб}} = Z_{\text{мин}} - h_c , \quad (16)$$

где h_c – потери напора в сетке при нормальном режиме работы, м.

Отметки расчётных уровней при аварийном режиме:

$$Z_{\text{макс}}^{\text{ав}} = Z_{\text{макс}}^{\text{ав}} - h_c^{\text{ав}} ; \quad (17)$$

$$Z_{\text{мин}}^{\text{ав}} = Z_{\text{мин}}^{\text{ав}} - h_c^{\text{ав}} , \quad (18)$$

где $h_c^{\text{ав}}$ – потери напора в сетке при аварийном режиме работы, м.

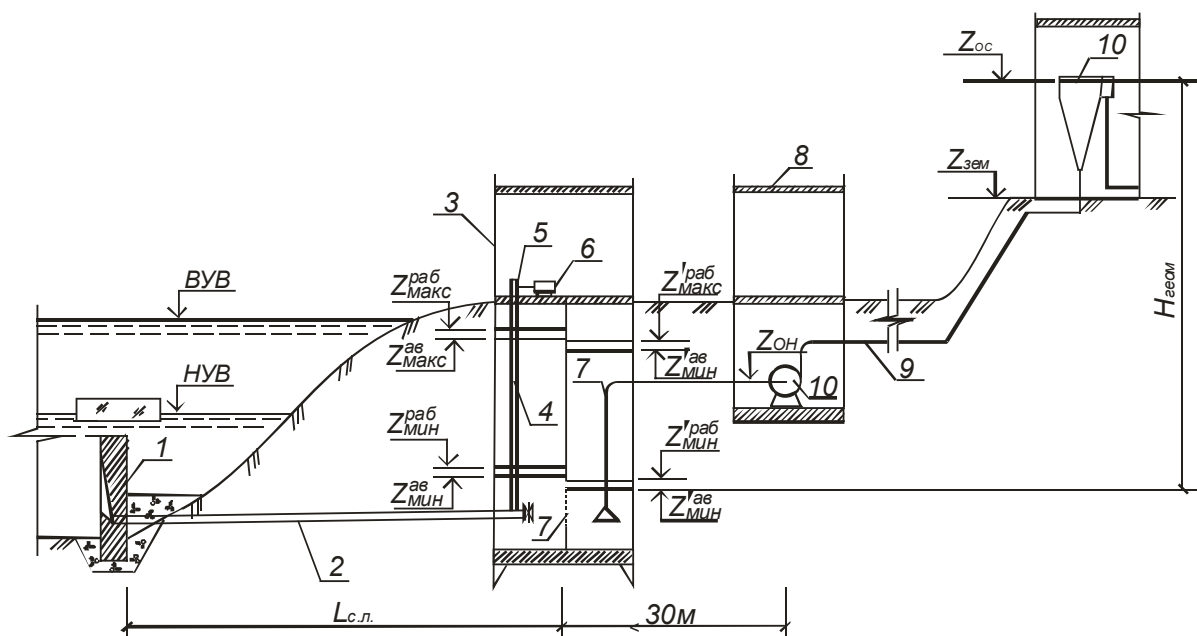


Рис. 8. Схема для определения напора насосов НС-I:

1 – оголовок; 2 – самотечный трубопровод; 3 – береговой колодезь; 4 – вакуум-колонна; 5 – клапан срыва вакуума; 6 – вакуум-насос; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – НС-I; 9 – напорный трубопровод; 10 – приемная камера очистной станции

8.5. Расчет НС-I

Проектирование НС-I ведется с учётом требований п. 10 [2].

Количество всасывающих линий должно быть не менее двух, а при установке крупных насосов равным числу насосов; напорных линий - две. Диаметры всасывающих и напорных трубопроводов определяются исходя из рекомендуемых скоростей движения воды в этих трубопроводах, принимаемые согласно табл. 24 [2]. Потери напора в данных водоводах опре-

деляются по формуле 9. Количество рабочих насосов должно быть не менее двух, количество резервных агрегатов принимается согласно табл. 23 [2].

Производительность насосов – Q_{IH} (л/с) определяется по формуле:

$$Q_{IH} = Q_{BЗC} \cdot \alpha_n / n, \quad (19)$$

где n – число рабочих насосов;

α_n – коэффициент параллельности работы насосов ($\alpha_2 = 1,11$, $\alpha_3 = 1,18$, $\alpha_4 = 1,25$).

Напор насоса – H_H (м) определяется по формуле:

$$H_H = H_G + h_{вс} + h_{нап} + h_{н.с.} + h_{изл.}, \quad (20)$$

где H_G – геометрическая высота подъема воды, м (рис. 8);

$h_{вс}$, $h_{нап}$ – потери напора во всасывающем и напорном трубопроводе, соответственно, м;

$h_{н.с.}$ – потери в НС, м ($h_{н.с.} = 2 \div 2,5$ м);

$h_{изл.}$ – потери на излив, м ($h_{изл.} = 1$ м);

$$H_G = Z_{OC} - Z_{мин}^{/ав}, \quad (21)$$

где Z_{OC} – отметка уровня воды в первом сооружении водопроводной очистной станции.

$$Z_{OC} = Z_{зем} + (6 \div 7), \quad (22)$$

где $Z_{зем}$ – планировочная отметка земли очистной станции.

Отметка от насоса Z_{OH} (м) при отдельной компоновке БК и НС-I (рис. 8) определяется по формуле:

$$Z_{OH} = Z_{мин}^{/ав} + H_{вак}^{доп} - h_{вс} - h_з, \quad (23)$$

где $H_{вак}^{доп}$ – допустимая вакуумметрическая высота всасывания насоса, принимаемая по каталогу, м [8];

$h_з$ – кавитационный запас, м ($h_з = 0,5 \div 1,0$ м).

Отметка оси насоса Z_{OH} (м) при совмещенной компоновке (рис. 10) определяется по формуле:

$$Z_{OH} = Z_{мин}^{/ав} - h - e, \quad (24)$$

где h – высота слоя воды над верхом корпуса насоса, м ($h = 0,2 \div 0,3$ м);

e – расстояние от оси насоса до его верхней части, определяемое по справочным данным, м [8].

9. Вспомогательное оборудование и устройства

9.1. Промывка самотечных и сифонных линий

Для удаления загрязнений, осевших в самотечных и сифонных линиях, могут применяться следующие виды промывки – прямая, обратная, обратная в сочетании с импульсами давления и водовоздушная.

При прямой промывке выключается из работы одна из самотечных линий, а по работающей линии забирается аварийный расход водозабора. При двух самотечных линиях, скорость движения воды в трубопроводе увеличивается в 2 раза, что позволяет транспортировать отложившиеся наносы в береговой колодец, которые затем удаляются за пределы БК гидроэлеватором или насосом. При необходимости промывка повторяется несколько раз.

Обратная промывка самотечных линий производится током воды с движением от БК в сторону оголовка. Вода подводится от камеры переключений после насосной станции I подъема в одну из выключенных самотечных линий, со сбросом воды в водоем. Скорость движения воды при промывке зависит от крупности отложений и принимается в пределах 1,8-2,0 м/с, а в трубопроводе, подводящем воду на промывку – 3 м/с [3]. Продолжительность промывки ориентировочно составляет 15-20 мин. Отложения самотечной линии, работающей на забор воды, вымываются в приемное отделение БК, а линии находящиеся на промывке – в водоисточник.

Промывка самотечных линий обратным током воды в сочетании импульсами давления позволяет улучшить качество промывки и экономить промывную воду. Метод реализуется путем устройства вакуумных стояков на концах самотечных труб, верх которых выводят на 1-2 м выше перекрытия подземной части БК (рис. 8). Диаметр вакуум-стояка ($d_{в.с.}$) принимается равным диаметру самотечной линии. К верхней части стояка присоединяется вакуумная линия и клапан срыва вакуума диаметром $d_k = 0,1d_{в.с.}$.

После закрытия задвижки на конце самотечной линии, в вакуум-стояке создается разрежение, в результате чего уровень воды поднимается и заполняет ее. В момент окончания заполнения вакуумного стояка производится срыв вакуума путем открытия клапана впуска воздуха, при этом вода устремляется вниз по стояку, в результате чего в нем и в самотечной линии возникает резкое повышение давления (гидравлический удар), позволяющее сдвинуть с места отложившиеся наносы, которые затем обратным током воды, вымываются в водоем. Наилучшие результаты импульсной промывки достигаются при низких уровнях воды в источнике.

9.2. Промывка сеток

Сетки промываются водой, подаваемой от НС-I.

Расход воды на промывку сеток Q_{np} определяется по формуле [3; 4]:

$$Q_{np} = n\mu w_0 \sqrt{2gH}, \quad (25)$$

где $n = 1$ – число одновременно работающих промывных устройств;
 $\mu = 0,62$ – коэффициент расхода отверстий промывных устройств;
 w_0 – площадь отверстий, через которые происходит истечение промывной воды, m^2 ($w_0 = 0,0002 m^2$ – при промывке пожарным спрыском);
 $H = 30$ м – напор воды в промывном устройстве, м.

9.3. Оборудование для удаления осадков

Скопившийся в береговом колодце осадок удаляется с помощью водоструйных или центробежных насосов. Водоструйные насосы (гидроэлеваторы) стационарные или переносные применяются для удаления осадка на небольших водозаборах раздельной компоновки БК. Гидроэлеваторы изготавливаются как стандартизированное оборудование по чертежам проектных организаций. Технические характеристики гидроэлеватора приведены в [3; 9].

Объем осадка W_{oc} (m^3) подлежащий удалению:

$$W_{oc} = S_{np.отд.} \cdot h_{np}, \quad (26)$$

где $S_{np.отд.}$ – площадь приемного отделения, m^2 ;
 h_n – высота приямка для осадка, м ($h_n = 0,7$ м).

Производительность гидроэлеватора $Q_{\dot{a}.y.}$, л/с:

$$Q_{np} = W_{oc} / 3,6t, \quad (27)$$

где $t = 1 \div 2$ ч – продолжительность откачки осадка.

Если напор рабочей жидкости H_p гидроэлеватора больше напора H_n насосов НС-I, то устанавливается повысительный насос с напором $H_n = H_p - H_n$ и расходом равным расходу рабочей воды Q_p гидроэлеватора.

9.4. Вакуум-насосы

Вакуум-насосы устанавливаются на ВЗС для зарядки сифонных трубопроводов, для импульсной промывки самотечных линий и для заливки насосов НС-I при раздельной компоновке насосной станции и берегового колодца.

Вакуум-насосы подбирают по производительности $Q_{в.н.}$, $m^3/мин$ и необходимому вакууму, м.вод.ст. [8].

Производительность вакуум-насоса $Q_{в.н.}$ ($\text{м}^3/\text{мин}$) для заливки насоса:

$$Q_{в.н.} = \frac{(W_{mp} + W_n)H_{ам}}{t(H_{ам} + H_{всас}^{дон})} K, \quad (28)$$

где W_{mp} – объем воздуха во всасывающем трубопроводе насоса, м^3 ;

W_n – объем воздуха в корпусе насоса, м^3 ;

$H_{ам}$ – напор, соответствующий атмосферному давлению, м ($H_{ам}=10\text{м}$);

$H_{всас}^{дон}$ – допустимая вакуумметрическая высота всасывания насоса, м;

t – время создания расчетного разряжения, мин ($t = 2$ мин);

K – коэффициент запаса ($K = 1,05 \div 1,1$)

Производительность вакуум-насоса для зарядки сифона [4]:

$$Q_{в.н.} = 2.3\eta \frac{W_c}{t} \lg \frac{H_{ам}}{H_{ам} - h_{сиф}}, \quad (29)$$

где W_c – объем воздуха в сифоне до зарядки, м^3 ;

t – продолжительность зарядки, мин ($t = 0,3 \div 0,5$ мин);

$\eta = 1,1 \div 1,2$ – коэффициент, учитывающий приток воздуха в сифон через неплотности соединений;

$h_{сиф}$ – допустимая высота сифона над расчетным уровнем в источнике при форсированном режиме, м.

9.5. Дренажные насосы

Дренажные насосы откачивают воду из помещения НС-I, скопившуюся в результате утечек через сальники насосов, утечек при ремонте и авариях на трубопроводах. Обычно устанавливают насосы типа ГНОМ производительностью $Q = 10 \div 30$ л/с и напором $H = 10 \div 20\text{м}$ [8].

9.6. Грузоподъемное оборудование

Тип и параметры грузоподъемного оборудования [9] зависят от его назначения.

Подъем решеток, плоских сеток, затворов, щитов обычно производится электрической талью.

Усилие P , необходимое для подъема решетки:

$$P = (m + p f F) K, \quad (30)$$

где m – масса решетки, т;

p – давление воды на 1м^2 решетки при допустимом перепаде $0,5$ м ($p = 0,5 \text{ т}/\text{м}^2$);

f – коэффициент трения металла по смоченному металлу ($f = 0,44$);

K – коэффициент запаса ($K=1,5$);

F – площадь решетки, m^2 .

Для монтажа и демонтажа насосного оборудования, задвижек, обратных клапанов и т.п. обычно применяются тали и кран-балки.

Для зданий НС-I круглой формы целесообразно использовать краны мостовые радиальные, вращающиеся вокруг центральной опоры. Такие краны изготавливаются индивидуально по специальному заказу. Разработаны краны грузоподъемностью 5, 8 и 10 т.

9.7. Датчики уровней

Датчики уровней [9] предназначены для наблюдения за изменениями уровней воды в источнике и в секциях БК.

9.8. Колонки управления

Колонки управления предназначены для управления задвижками, находящимися в затопленном состоянии. Они могут быть с ручным управлением или с электроприводом [9].

9.9. Всасывающие воронки

Всасывающие воронки устанавливаются на концах всасывающих труб для уменьшения скорости входа воды в трубопровод. Размеры воронки зависят от диаметра всасывающего трубопровода $d_{вс}$ и принимаются по справочникам [3; 9].

10. Конструирование берегового колодца

Размеры БК зависят от принятой схемы деления колодца на секции, количества забираемой воды, типа и размеров оборудования, размещаемого внутри колодца.

Объем каждой секции берегового колодца должен иметь объем воды не менее 30-35 секундной производительности насосного оборудования. Длина приемного отделения $L_{ПО}$ принимается 1,5–3 м, а ширина $B_{ПО}$ – несколько больше ширины отверстий, перекрываемых сетками. Длина всасывающего отделения $L_{ВО}$ принимается от 1,5 до 4 м в зависимости от диаметра всасывающего трубопровода $d_{вс}$ или его раструба $D_{вс}$, ширина $B_{ПО}$ – не менее $3D_{вс}$. При наличии двух и более труб в одной камере расстояние между ними должно быть не меньше $(1,5 \div 2)D_{вс}$.

Длина и ширина отделения НС-I при совмещенной компоновке принимается в соответствии с требованиями размещения насосного оборудования [2].

Определение отметки днища БК проводится в соответствии [5]. Схемы для определения отметки днища БК представлены на рис. 9, 10. За отметку дна БК принимается по наиминишей отметке – дна приемного или всасывающего отделений [5].

Отметка дна приемного отделения $Z_{ПО}$ (м) оборудованного плоской сеткой (рис. 9):

$$Z_{ПО} = Z_{мин}^{/ав} - 0,3 - H_c - H_{oc} - h_n, \quad (31)$$

где H_c – высота рабочей части сетки, м;

H_{oc} – высота зоны накопления осадка, м;

$h_n = 0,7$ м – глубина приемка для сбора осадка;

0,3 м – глубина погружения рабочей части сетки под минимальный аварийный уровень воды во всасывающем отделении.

$$H_c = F_c / B_c^K, \quad (32)$$

где F_c – расчетная площадь сетки;

B_c^K – ширина принятой сетки.

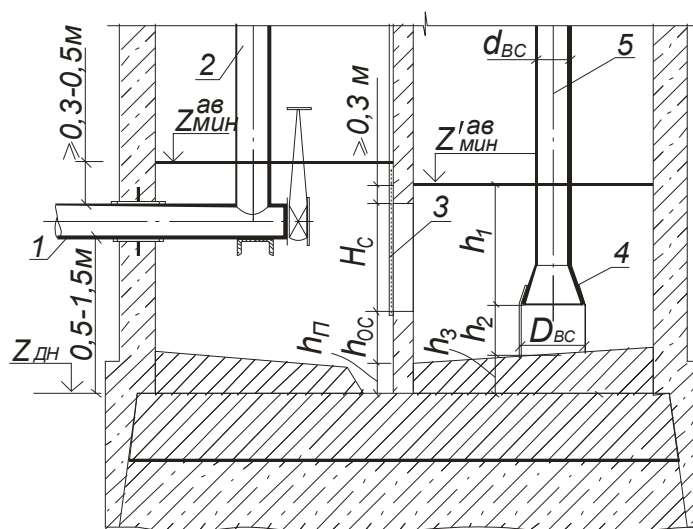


Рис. 9. Схема для определения отметки дна берегового колодца, оборудованного плоской сеткой:

1 – самотечный трубопровод; 2 – вакуум-колонна; 3 – плоская сетка; 4 – всасывающая воронка; 5 – всасывающий трубопровод

Отметка дна приемного отделения $Z_{ПО}$ (м) оборудованного вращающейся сеткой (рис. 10):

$$Z_{ПО} = Z_{мин}^{/ав} - H_c - D - C - h_n, \quad (33)$$

где D – диаметр нижнего барабана вращающейся сетки, м;
 $C = 0,5$ м – расстояние от низа сетки до днища сооружения.
 Для вращающихся сеток с лобовым подводом воды:

$$H_C = F_C / B_C \quad (34)$$

Для сеток с лобо-внешним, внешним и внутренним подводом:

$$H_C = 0,5(F_C / B_C - \pi R). \quad (35)$$

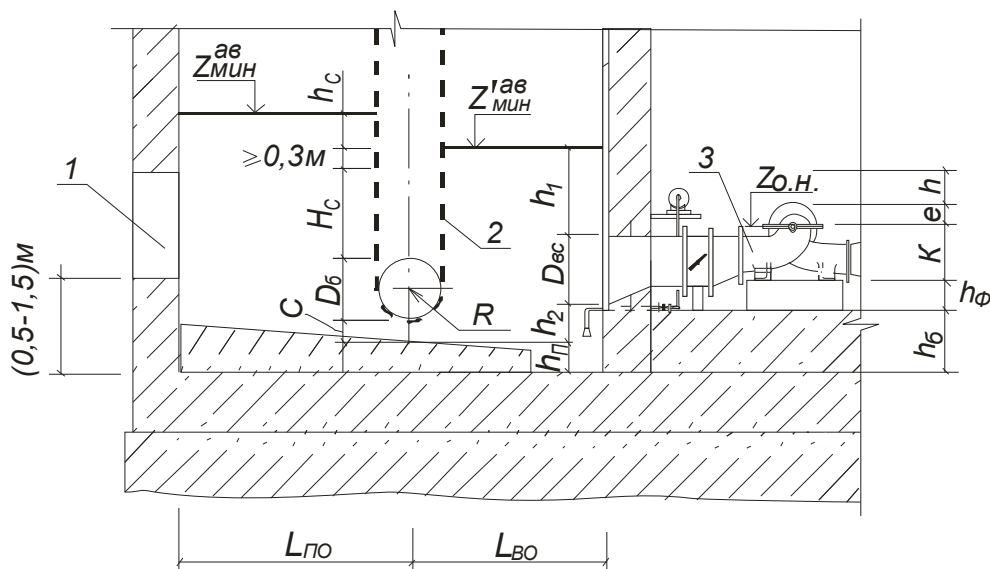


Рис. 10. Схема для определения отметки дна берегового колодца при совмещенной компоновке, оборудованного вращающейся сеткой:
 1 – водоприемное окно; 2 – вращающаяся сетка; 3 – насос НС-I

Отметка дна всасывающего отделения Z_{BO} (м) при раздельной компоновке (рис. 9):

$$Z_{BO} = Z_{мин}^{ав} - h_1 - h_2 - h_3, \quad (36)$$

где h_1 – необходимое заглубление отверстия всасывающего водовода;

h_2 – расстояние от низа воронки до дна;

h_3 – высота слоя бетона для образования приямка и откосов для сползания осадка к приямку, зависящее от глубины приямка и принятого уклона откосов.

$$h_1 = (1,5 \div 2) D_{вс} \quad \text{но менее } 0,4-0,6 \text{ м} \quad (37)$$

$$h_2 \geq 0,8 D_{вс} \quad \text{но менее } 0,5 \text{ м} \quad (38)$$

$$h_3 = h_n + (0,15 \div 0,25). \quad (39)$$

Отметка дна всасывающего отделения Z_{BO} , м, при совмещенной компоновке (рис. 10):

$$Z_{BO} = Z_{мин}^{/ав} - h_1 - D_{вс} - h_2 - h_n, \quad (40)$$

Высоту слоя бетона над железобетонным днищем в НС-I h_{δ} (м) при совмещенной компоновке определяют по формуле:

$$h_{\delta} = Z_{ОН} - Z_{ДН} - k - h_{\phi}, \quad (41)$$

где $Z_{ДН}$ – отметка днища БК (наименьшая из расчётных отметок приемного и всасывающего отделения);

k – расстояние от оси насоса до фундамента, принимаемое по справочным данным, м;

h_{ϕ} – высота фундамента, м ($h_{\phi} = 0,15 \div 0,2$ м).

Высота слоя бетона должна быть достаточной для размещения всасывающего патрубка дренажного насоса.

В наземном павильоне устанавливаются: промывное устройство секток, колонки управления, грузоподъемное оборудование. В перекрытии устраиваются монтажные проемы для спуска обслуживающего персонала и подъема вышедшего из строя оборудования. Предусматриваются лестницы для спуска персонала в подземную часть колодца. В перегородке между секциями всасывающего отделения устраивается перепуск.

11. Расчет устойчивости берегового колодца на всплытие

Водозаборные колодцы, днища которых расположены ниже возможного уровня воды в источнике, при опорожнении могут всплыть. Расчет на устойчивость к всплытию выполняется для случая, когда уровень воды в источнике достигает максимальной отметки, а береговой колодец опорожнен. Уровень грунтовых вод принимается на максимальном уровне в водоеме, т.е. равным ВУВ.

Береговой колодец считается устойчивым к всплытию, если будет выполняться условие:

$$\frac{G_{БК} + F_{тр}}{W_{\epsilon}} \geq K_{вс}, \quad (42)$$

где $G_{БК}$ – вес сооружения, т;

$F_{тр}$ – сила трения боковой поверхности стакана о грунт при его всплытии, т;

W_{ϵ} – взвешивающее давление воды на уровне днища колодца, т;

$K_{вс} = 1,4$ – коэффициент запаса устойчивости к всплытию для гидротехнических сооружений первого класса.

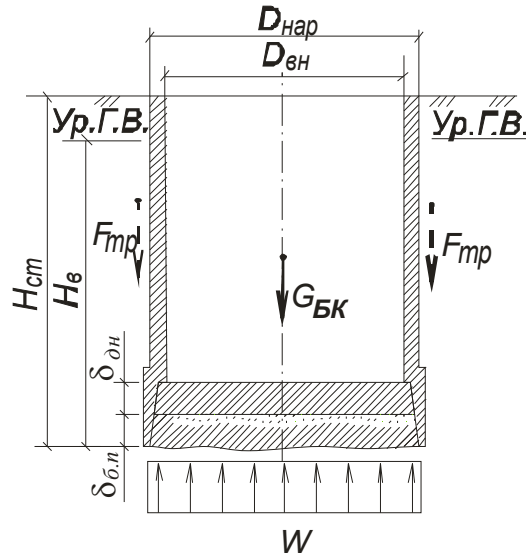


Рис. 11. Расчетная схема устойчивости берегового колодца на всплытие

Вес сооружения:

$$G_{БК} = G_{ст} + G_{дн}, \quad (43)$$

где $G_{БК}$, $G_{ст}$ – вес днища и стакана соответственно, т;

$$G_{дн} = \frac{\pi D_{вн}^2}{4} (\delta_{дн} \gamma_{ж/б} + \delta_{б.п.} \gamma_{бет}), \quad (44)$$

$$G_{ст} = \frac{\pi}{4} (D_{нар}^2 - D_{вн}^2) H_{ст} \gamma_{ж/б}, \quad (45)$$

где $D_{вн}$ – внутренний диаметр колодца, м;

$D_{нар}$ – наружный диаметр колодца, м;

$\delta_{дн}$ – толщина ж/б днища, м;

$\delta_{б.п.}$ – толщина бетонной подготовки, м;

$H_{ст}$ – высота подземной части колодца, м;

$\gamma_{ж/б}$, $\gamma_{бет}$ – удельный вес тяжелого гидротехнического железобетона и тяжелого гидротехнического бетона, т/м³ ($\gamma_{ж/б} = 2,5$ т/м³, $\gamma_{бет} = 2,2$ т/м³);

$$F_{тр} = \pi D_{нар} H_{ст} \tau, \quad (46)$$

где τ – касательное напряжение грунта, т/м²;

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (47)$$

где σ – допустимое напряжение грунта на сжатие;

φ – угол внутреннего трения грунта;

C – удельное сцепление грунта.

Значения σ , φ , C принимаются по табл. 3

Таблица 3

Расчетные параметры грунтов

Наименование грунта	Допустимое напряжение на сжатие - σ , кг/см ²	Удельное сцепление - C , кг/см ²	Угол внутреннего трения - φ°
Глина	1,5-3,0	0,1-0,15	20-37
Суглинок	1,5-2,5	0,05-0,02	20-40
Супесь	1,0-1,5	0,5	15-18
Песок пылеватый	1,0-1,5	-	18-22
Песок мелкий	1,5-2,5	-	22-28
Песок средней крупности	2,5-3,5	-	25-28
Песок крупный	3,5-4,5	-	30-35
Скальный грунт	8,0-12,0	-	

$$W_v = \frac{\pi D_{нар}^2}{4} H_v \gamma_v, \quad (48)$$

где H_v – глубина погружения колодца под уровень грунтовых вод при ВУВ, м;

γ_v – удельный вес воды, т/м³ ($\gamma_v = 1$ т/м³).

12. Рыбозащитные устройства водозаборов

Рыбозащитные устройства должны рассматриваться как неотъемлемый элемент ВЗС. Рыбозащитные сооружения делятся на заградительные, отводящие и отгораживающие [3; 4].

Заградительные предусматривают использование непроницаемых экранов (сеточных и перфорированных заграждений, фильтрующих отсыпок, фильтрующих кассет) и проницаемых экранов (воздушно-пузырьковых завес, электрических и акустических, а также заградителей, основанных на зрительных и световых эффектах).

Рыбоотгораживающие устройства основаны на защите с помощью специальных устройств (запаней, стационарных и перемещающихся зон

ограждений, зонтичных оголовков и т.п.), отделяющих зону обитания рыб от места водозабора.

Рыбоотводящие устройства создают особые условия в виде внезапного местного изменения скорости или направления потока, способствующие отводу рыб от водоприемного окна.

13. Методы и средства шуголедовой защиты водозаборов

Согласно п. 8.96 [1], для борьбы с обледенением и закупоркой шугой водоприемников, в зависимости от условиях приема воды, следует предусматривать электрообогрев решеток, подвод к водоприемным отверстиям теплой воды или сжатого воздуха или импульсную промывку самотечных линий. Стержни сороудерживающих решеток должны быть изготовлены из гидрофобных материалов или покрыты ими. Для удаления шуги из береговых водоприемных колодцев и сеточных камер должны предусматриваться соответствующие приспособления.

Для того чтобы шуга не прилипла к стержням решетки, необходимо поддерживать температуру поверхности стержней не менее $+0,05^{\circ}\text{C}$. Для исключения возможного переохлаждения воды до $(-0,02 \div -0,08)^{\circ}\text{C}$ предусматривается нагрев стержней решетки до температуры $0,07-0,13^{\circ}\text{C}$.

Требуемая мощность для обогрева стержней решетки N , кВт, [3]:

$$N = k \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot F_{cm} / 3600, \quad (49)$$

где $k = 1.5$ – коэффициент запаса;

α – коэффициент теплопередачи от решетки к воде, $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

F_{cm} – площадь обогреваемой поверхности стержней решетки, м^2 ;

$\Delta t = 0,07 - 0,13^{\circ}\text{C}$ – температура нагрева стержней решетки.

$$\alpha = 13978 \cdot V_{vm} (0.05 + 1.5V_{vm}), \quad (50)$$

где V_{vm} – скорость втекания воды в отверстия решетки, $\text{м}/\text{с}$.

Площадь обогреваемой поверхности стержней - F_{cm} , м^2 :

$$F_{cm} = l n P_{cm}, \quad (51)$$

где l – длина стержня, м ;

n – количество стержней;

P_{cm} – периметр сечения стержня, м .

Для парового обогрева решеток обычно используется пар от производственных паросиловых или специально сооружаемых установок.

Расход пара, G ($\text{кг}/\text{ч}$) определяется по формуле [3]:

$$G \approx 1.5 \cdot V_{vm} \cdot t, \quad (52)$$

где $V_{вт}$ – скорость втекания воды в отверстия решетки, м/с;

t – температура, на которую подогревается вода, °С.

Ориентировочно расход пара на обогрев решеток составляет 0,15–0,2 кг на 1 м³ подогреваемой воды. Обогрев горячей водой целесообразно применять лишь при использовании отработавшей воды от производства.

14. Борьба с биообрастаниями на водозаборах

ВЗС подвержены внутреннему обрастанию гидробионтами. Обрастание бывает нередко значительным и приводит к большим потерям напора. В качестве мероприятий по борьбе с биообрастаниями на водозаборах следует предусматривать обработку воды хлором и покрытие специальными лаками.

15. Берегоукрепление

Берегоукрепление предназначено для защиты береговых сооружений от подмыва, для закрепления и сохранения благоприятной формы и положения русла реки, обеспечивающих транзитное движение донных насосов, шуголедовых масс и сора, а также необходимую глубину воды в месте расположения водоприемника.

Крепление должно быть осуществлено на всем участке вогнутого берега выше ВЗС до места, где берег из вогнутого переходит в выпуклый, а вниз по течению – на участке, обеспечивающем защиту от переформирования берега протяженностью не менее 50–100 м [5].

Берегоукреплению придают плавные очертания в плане. Нижняя граница крепления должна быть ниже нижней кромки припая ледового покрова к покрытию, а верхняя – с учетом высоты волны на 1 м выше ВУВ.

16. Зоны санитарной охраны

Зона санитарной охраны источника водоснабжения в месте забора воды должна состоять из трех поясов: первого – строгого режима, второго и третьего – режимов ограничения. Границы зон санитарной охраны устанавливаются согласно [10].

17. Спецификация на оборудование и материалы

Спецификация составляется по форме 1 ГОСТ 21.110-95 [1] на оборудование берегового колодца. В спецификацию заносятся: применяемое оборудование, приборы, арматура, фасонные части, трубопроводы.

Список литературы

1. Методические указания по оформлению курсовых, дипломных проектов (работ) по водоснабжению и водоотведению для студентов специальностей 270112 (290800), 270109 (290700), и 270102 (20200) / Сост.: А.Б. Адельшин [др.]. – Казань, 2009. – 49 с.
2. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84*. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 153 с.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3 т. Т.1. Системы водоснабжения, водозаборные сооружения: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 400 с.
4. Курганов А.М. Водозаборные сооружения коммунального водоснабжения: учеб. пособие. – М., СПб.: Изд-во «АСВ»; 1998. – 246 с.
5. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник / под ред. Б.Н. Репина. – М.: Высшая школа, 1995. – 431 с.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 113 с.
7. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 336 с.
8. <http://www.hms-pumps.ru/products/catalog/>.
9. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений. Справочник монтажника / под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
10. СанПин 2.1.4.1110-02. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Введ. 01.06.2002.

ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Методические указания к курсовому проектированию
для студентов направления 270800.62 «Строительство»,
профиль «Водоснабжение и водоотведение»

Составители: Шешегова Ирина Геннадьевна
Нуруллин Жядит Салихзянович