

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Комин Андрей Эдуардович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 07.01.2021 21:04:22  
Уникальный программный ключ:  
f6c6d686f0c899fdf7ba1ed8d1448452ab8cac6f01a76541fbb040c0f1b0c60ae2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Инженерно-технологический институт

Кафедра водоснабжения и водоотведения

## **Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение**

Методические указания по выполнению курсового проекта на тему  
«Водоснабжение сельского населенного пункта»  
для студентов очной и заочной форм обучения направления  
подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Уссурийск 2016

УДК 628.672

Составитель: А.А. Богатый, канд. биол. наук, доцент

Рецензент: Л.В. Свитаило, доцент кафедры землеустройства

Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение: методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Водоснабжение сельского населенного пункта» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»/ ФГБОУ ВО ПГСХА; сост. А.А Богатый. - Уссурийск, 2016.- 68 с.

Печатается по решению методического совета ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

## Введение

Водопроводная сеть является одним из наиболее дорогостоящих элементов системы водоснабжения. Исключительная сложность задач определения наивыгоднейших решений при проектировании систем подачи и распределения воды, многообразие отдельных факторов и обстоятельств, влияющих на технико-экономические показатели системы, определяют специфические особенности подхода к решению этих задач и методов их практического решения.

В инженерном проектировании вопросы гидравлических расчетов и нахождения оптимальных решений тесно переплетаются. Поэтому владение современными методами проектирования и расчета, имеет важное экономическое значение в дальнейшей профессиональной деятельности будущего специалиста в области водоснабжения.

### 1. Проектирование разводящей водопроводной сети в населенном пункте

#### 1.1 Выбор системы водоснабжения

Системы сельскохозяйственного водоснабжения предназначены для водоснабжения поселков, районных центров и фермерских хозяйств, животноводческих комплексов, отдельных ферм, для пастбищного и полевого водоснабжения.

Они подают воду на нужды населения, животноводства, в ремонтные мастерские, для сельскохозяйственных машин, на предприятия по первичной переработке сельскохозяйственных продуктов, для полива растений в теплицах и парниках, газонов, улиц и пожаротушения.

Состав сооружений зависит от целого ряда факторов: характера источника, качества исходной воды, рельефа местности, планировки и

застройки населенного пункта, объема водопотребления и др. В него входят: сооружения для забора воды из источника и подачи ее в сеть; сооружения для приведения качества воды в соответствие с требованиями потребителей; емкости (резервуары, водонапорные башни, колонны) для хранения запасов воды; водоводы; магистральные и разводящие сети. В отдельных случаях некоторые из перечисленных сооружений могут отсутствовать.

Система водоснабжения выбирается в результате сравнения вариантов на основании технико-экономических расчетов. Надежность ее определяется требованиями СНиП 2.04.02 -84.

В проекте необходимо выбрать систему водоснабжения с учетом способа тушения пожара, нанести ее на план и обосновать категорию надежности подачи воды.

## 1.2 Обоснование схемы питания и распределения воды

Схема питания воды в значительной степени определяется топографическими условиями. Распределительная сеть труб, напорно-регулирующие устройства (водонапорная башня, напорный резервуар) насосная станция второго подъема, могут размещаться и соединяться по различным схемам: с проходной башней; с контррезервуаром; комбинированной.

В зависимости от планировки населенного пункта схема начертания распределительной сети труб может быть тупиковой, кольцевой и смешанной. Размещая сеть труб на плане населенного пункта необходимо охватить всех потребителей и обеспечить бесперебойную и надежную подачу воды при возможно наименьшей стоимости.

В проекте нужно выбрать и обосновать схему питания сети и распределения воды. На плане расположить водонапорную башню и распределительную сеть водопровода.

### 1.3 Обоснование расчетных режимов работы системы водоснабжения

На основании выбранной схемы питания сети назначается число и характер случаев, в сутки наибольшего водопотребления, на которые оно должно рассчитываться.

В курсовом проекте, для схем питания сети с проходным резервуаром должны выполняться расчеты на подачу воды:

- 1- в час максимального водопотребления;
- 2 - проверяется на пропуск воды при пожаре в момент максимального водопотребления.

## 2. Водопотребление в населенном пункте

### 2.1 Потребители воды

Состав водопотребителей в сельском хозяйстве разнообразен и отличается различными требованиями к количеству и качеству воды. Основным потребителем является сельское население. Оно расходует воду на коммунальные нужды, содержание скота и птицы принадлежащих населению, полив улиц, зеленых насаждений и приусадебных участков.

Не менее водоемкими производствами являются: животноводческие комплексы и фермы, автотранспорт, механические мастерские, котельные, предприятия по первичной переработке сельскохозяйственной продукции.

В сельской местности размещаются многочисленные предприятия и организации, обслуживающие сельскохозяйственное производство. Все они также получают воду из сельских систем водоснабжения.

## 2.2 Обоснование норм водопотребления

Удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения принимается в соответствии со СНиП 2.04.02-84 \* (Приложение А).

Расходы воды на поливку улиц и зеленых насаждений в населенных пунктах определяются с учетом норм по приложению Б.

Расходы воды на поение и содержание скота и птицы, принадлежащих населению, рекомендуется принимать по приложению В.

Нормы водопотребления для животных, птиц, зверей, содержащихся на фермах принимаются по приложению Г.

Нормы водопотребления для ферм и комплексов принимаются по приложению Д если количество голов не превышает:

- КРС по производству молока -2000;
- по выращиванию и откорму молодняка в год – 5000 -10000;
- по выращиванию телок и нетелей – 3000 – 6000;
- по выращиванию и откорму свиней в год 12000 – 100000;
- на овцефермах различного направления – 3000 – 15000.

Нормы расхода воды на мойку и заправку автотранспортной техники, в ремонтных мастерских принимаются по приложениям (Е, Ж, К).

Нормы водопотребления для нужд перерабатывающих и промышленных предприятий определяются на основании технологических данных и принимаются по приложениям (К.Л.).

Расходы воды на тушение одного пожара в населенном пункте и на территории производственно-хозяйственных комплексов принимаются по приложениям (М, Н).

### 2.3 Суточные расходы воды и объем годового водопотребления

В качестве основного показателя водопотребления принимается средний суточный расход. Он определяется для каждого вида потребителя

$$Q_{cp.cym} = q_{cp.cym} \cdot N \quad (2.1)$$

где  $q_{cp.cym}$  - средняя за год норма водопотребления, л/сут;

$N$  - расчетное число потребителей.

Проектируемый водопровод рассчитывается на пропуск максимального суточного расхода. При этом учитывается и минимальное его значение.

Расчетные расходы в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления определяются по формулам

$$Q_{max.cym} = K_{max.cym} \cdot Q_{cp.cym} \quad (2.2)$$

$$Q_{min.cym} = K_{min.cym} \cdot Q_{cp.cym} \quad (2.3)$$

где  $K_{max.cym}$  и  $K_{min.cym}$  - коэффициенты суточной

неравномерности водопотребления  $K_{max.cym} = 1,1 - 1,3$

$$K_{min.cym} = 0,7 - 0,9$$

При определении водопотребления учитывается изменение состава и числа потребителей в течение расчетного года. Расчет водопотребления сводится в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Определение суточных расходов воды

Потребители и условия водоснабжения	Количество водопотребителей, $N$	Норма водопотребления $q$ л/с	Коэффициент суточной неравномерности, $K_{max,сут}$	Суточные расходы по расчетным периодам, м <sup>3</sup> /сут							
				с - до		с - до		с - до		с - до	
				$Q_{cp}$ сут	$Q_{max}$ сут	$Q_{cp}$ сут	$Q_{max}$ сут	$Q_{cp}$ сут	$Q_{max}$ сут	$Q_{cp}$ сут	$Q_{max}$ сут

Коммунальный сектор

.....

.....

.....

Итого

по

коммунальному сектору

Животноводческий сектор

.....

.....

.....

Итого

по

животноводческому сектору

Производственно-хозяйственный сектор

.....

.....

.....

Итого по

производственно-хозяйственному сектору

Всего по

населенному пункту.



В соответствии с расчетными периодами, по среднесуточным расходам строится расчетный график годового водопотребления населенного пункта. Рисунок 2.1. По графику и таблице (2.1) устанавливается период с наибольшими расходами, его продолжительность, максимальные суточные расходы населенного пункта в целом и каждого сектора в частности, годовой объем водопотребления.

$$Q_{год} = \Sigma Q_{cp.сут} \cdot T \quad (2.4)$$

где  $Q_{cp.сут}$  - среднесуточный расход за расчетный период, м<sup>3</sup>/сут;

$T$  - продолжительность расчетного периода, сут.

#### 2.4 Часовые расходы воды

Для установления режима работы водопроводных сооружений необходимо знать, как будет изменяться водопотребление на объекте водоснабжения по часам суток.

Распределение расходов по часам суток в населенных пунктах, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях принимается на основании расчетных графиков водопотребления (Приложения П, Р, С, Т).

Рисунок 2.1 Расчетный график годового водопотребления в населенном пункте: 1- коммунальный сектор; 2 – животноводческий сектор; 3 – производственный сектор (цифровые значения 8 с.17)

Часовые расходы в них даются в процентах от максимального суточного расхода.

Определение часовых расходов для каждого водопотребителя и населенного пункта рекомендуется свести в таблицу 2.2. Для перевода расходов в м<sup>3</sup> пользуются формулой

$$Q_{ч} = P \cdot Q_{\max \text{сут}} / 100 \quad (2.5)$$

где  $P$  - часовой расход, % от  $Q_{\max \text{сут}}$  ;

$Q_{\max \text{сут}}$  - максимальный суточный расход, м<sup>3</sup>/сут (таблица 2.1).

Таблица 2.2 – Определение часовых расходов воды

Часы суток	Коммунальный сектор		Полив		Производственно-хозяйственный Сектор		Животноводческий сектор		Всего по населенному пункту		Ординаты интегральной кривой, %
	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	%	м <sup>3</sup> /ч	
0-1											
1-2											
...											
...											
...											
22-23											
23-24											100
	100	Σ	100	Σ	100	Σ	100	Σ	100	Σ	

По данным таблицы 2.2 строятся графики суточного водопотребления по секторам и суточный график суммарного водопотребления в населенном пункте, совмещенный с графиком водоподачи. Рисунок 2.2.

Определяются средний часовой расход в сутки максимального водопотребления, максимальные и минимальные часовые расходы.

Рисунок 2.2 Расчетный суточный график суммарного водопотребления в населенном пункте и график водоподдачи: 1 – режим водопотребления по часам суток; 2 – режим подачи воды насосной станцией II подъема;  $I_{сл.}$ ,  $II_{сл.}$  - случаи расчета сети с контррезервуаром (цифровые значения 8 с.21)

## 2.5 Режим работы насосной станции второго подъема

Режим расходования воды из сети определяется суточным графиком суммарного водопотребления населенного пункта.

График работы насосов, подающих воду в сеть, должен быть принят в соответствии с графиком водопотребления и нанесен на суточный график водопотребления.

Режим подачи воды насосной станции второго подъема может быть принят: одноступенчатый, двухступенчатый или трехступенчатый.

Насосная станция второго подъема может работать равномерно 24 часа в сутки или отключаться в вечернее и ночное время и работать 16-19 часов.

Считая, что подача и потребление равны и принимая  $Q_{\max \text{сут}} = 100\%$  можно определить, в общем случае, число работающих в разное время суток насосов.

### 3. Подготовка сети водопровода к гидравлическому расчету

#### 3.1 Определение секундных расходов сети при хозяйственном водопотреблении

Анализ совмещенного графика водопотребления и работы насосной станции второго подъема позволяет обосновать и установить: величину наибольшего водопотребления в населенном пункте, время и продолжительность их наступления; подачу насосной станцией второго подъема в разные периоды суток; поступление воды в сеть из водонапорной башни. Расходы сети для этих случаев заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Расчетные часовые и секундные расходы сети

Потребитель	В час максимального водолотребления		Наибольшие расходы крупных потребителей по секторам	
	м <sup>3</sup> /ч	л/с	м <sup>3</sup> /ч	л/с
Коммунальный Сектор				
Производственный сектор: завод и т.д.				
Животноводческий сектор: ферма КРС и т.д.				
	Σ	Σ	-	-

Расходы воды для остальных объектов производственного и животноводческого сектора определяются в зависимости от максимальных суточных расходов  $Q_{\max_{сут}}$  (таблица 2.1) и процентов (таблица 2.2), которые в равной степени относятся ко всем объектам, входящим в данный сектор.

### 3.2 Определение путевых и узловых расходов

Расход воды, отдаваемый каждым участком, называется путевым. Отбор воды в коммунальном секторе распределенный, поэтому путевые расходы на участках сети вычисляются по формуле

$$q_{пут} = q_{уд} \cdot \ell \quad (3.1)$$

где  $q_{уд}$  - удельный расход сети, л/(с.м);

$\ell$  - длина участка, м.

Для упрощения определения расчетных расходов на участках кольцевой сети путевые расходы приводятся к узловым

$$Q_{пр.узел} = 0,5 \Sigma q_{пут} \quad (3.2)$$

Если в узле есть сосредоточенные расходы, то полный расчетный узловой расход равен

$$Q_{расч.узел} = Q_{пр.узел} + \Sigma Q_{соср} \quad (3.3)$$

Расчет путевых и узловых расходов, для часа максимального водопотребления сводится в таблицы 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2 – Расчет путевых расходов для часа максимального водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды

Участок	Длина участка, м	Удельный расход $q_{уд}$ , л/(с·м)	Путевой расход $q_{пут}$ , л/с
1			
2			
3			
4			
...			
	$\Sigma$		$\Sigma$

Таблица 3.3 – Расчет узловых расходов для часа максимального водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды

Номер узла	Участок примыкающий к узлу	Сумма путевых расходов узла $\Sigma q_{пут}$ , л/с	$0,5\Sigma q_{пут}$ , л/с	Сосредоточенный расход в узле $Q_{соср}$ , л/с	Полный узловой расход $Q_{узн}$ , л/с

$\Sigma$

Расчетный расход на участке тупика равен узловому расходу плюс расчетные расходы нижележащих участков, питаемых из данного узла.

### 3.3 Определение расчетных расходов на участках кольцевой сети

Особенностью кольцевых сетей является то, что вода к узлу может подаваться по разным направлениям. Вариантов распределения расходов может быть множество. При этом расчеты выполняются в следующей последовательности:

1 – составляются расчетные схемы для всех расчетных случаев при хозяйственном потреблении воды и при пожаре;

2 – назначается (стрелкой) направление движения воды так, чтобы вода поступала к любой точке кратчайшим путем. При этом должна учитываться схема сети и расчетный режим ее работы. Выбор желательного распределения потоков воды по линиям кольцевой сети представляет важную задачу, так как он определяет величины расчетных расходов отдельных участков сети и их диаметры.

3 – намечаются прикидочные расчетные расходы на участках исходя из условий: первое – при принятом направлении движения воды в узле приток



(+) равен оттоку (-), т.е.  $\Sigma Q_{\text{узли}} = 0$  (I закон Кирхгофа); второе – взаимозаменяемость линий должна обеспечиваться таким образом, чтобы при отключении одной линии сети, обеспечивалась подача воды по другой. Поэтому прилегающие к узлу участки, особенно ближайшие к насосной станции или водонапорной башне, должны иметь близкие по размеру диаметры труб.

Полученные значения узловых отборов и прикидочные расчетные расходы наносятся на соответствующую расчетную схему. Рисунок 3.1.

### 3.4 Выбор материала и определение диаметров труб

Для сельскохозяйственных водопроводов преимущественно используются асбестоцементные, полиэтиленовые и железобетонные трубы. Трубы между собой соединяют с помощью раструбов, фланцев и муфт.

По прикидочным расчетным расходам определяется экономический (оптимальный) диаметр трубопровода, соответствующий минимуму приведенных затрат

$$d_s = \mathcal{E}^{0,15} \cdot q^{0,43} \quad (3.7)$$

где  $\mathcal{E}$  - экономический фактор;

$q$  - расчетный расход, м<sup>3</sup>/

$$\mathcal{E} = m \cdot \sigma \cdot \gamma \quad (3.8)$$

Рисунок 3.1 Схема подготовки сети к гидравлическому расчету:  $Q_{ПУТ}$  - путевые расходы;  $Q_1...Q_8$  - узловые расходы;  $q_{пр}, q_{испр}$  - расчетные прикидочные и исправленные расходы на участках;  $d$  - диаметры участков;  $l$  - длины участников; 1...8 номера узлов; I, II - номера колец.

где  $m$  - коэффициент, зависящий от материала труб:

для стальных – 0,92; чугунных – 0,43;

асбестоцементных- 0,25-0,3;

$\sigma$  - стоимость 1 кВт.ч электроэнергии, коп;

$\gamma$  - коэффициент неравномерности расходования

электроэнергии: для трехступенчатого графика

подачи – 0,2; двухступенчатого 0,2-0,3;

одноступенчатого – 0,46.

Если трубопровод имеет несколько расчетных участков с сосредоточенными отборами в узлах, то экономические диаметры на каждом участке будут определяться

$$d_{э.i} = d_{э.1} \cdot C^{0,28} \quad (3.9)$$

где  $d_{э.1}$  - экономический диаметр первого (головного) участка,

определенный по формуле ( 3,7 );

$C$  - соотношение расходов  $i$  - го и первого

участков,  $C_i = q_i / q_1$ .

В различные моменты работы сети расходы на одном и том же участке весьма сильно отличаются друг от друга. Поэтому при определении диаметров линий на этих участках должны учитываться пределы возможных колебаний расхода.

Линии, расположенные перпендикулярно основным транзитным магистралям при нормальной работе сети почти не работают.

Исходя из конструктивных соображений, диаметры их принимаются не менее 75-100 мм учитывая возможную их работу при аварии на одной из транзитных магистралей.

Для окончательного выбора диаметров труб на участках необходимо провести анализ результатов расчетов. При этом не допускается резких

переходов от одного диаметра к другому и значительных отличий в скоростях движения. Последние рекомендуются для диаметров до 300 мм – 0,6 -1,2, диаметров более 300 мм - 1-1,5 м/с.

#### 4. Гидравлический расчет кольцевой сети методом Лобачева-Кросса

##### 4.1 Увязка кольцевой сети

Нахождение действительного распределения потоков по линиям сети при уже выбранных диаметрах труб и заданных величинах узловых отборов воды из сети составляет задачу увязки сети.

По II закону Кирхгофа алгебраическая сумма потерь напора в каждом кольце сети должна равняться нулю, т.е.  $\Sigma h = 0$ . Если  $\Sigma h = \Delta h$ , то наличие такой невязки указывает на неправильность первого ориентировочного распределения по линиям сети расчетных расходов. Необходимо эти расходы исправить на величину поправочного расхода в кольце

$$\Delta q = \Delta h / 2\Sigma S q \quad (4.1)$$

При этом, условно считаются положительными потери напора в тех линиях кольца, где вода движется по часовой стрелке и отрицательными, в которых вода движется против часовой стрелки. Поэтому  $\Sigma h = \pm \Delta h$ .

Если  $\Delta h$  имеет положительный знак, то сумма потерь напора, в рассматриваемом кольце, на участках с направлениями движения воды по часовой стрелке больше суммы потерь напора на участках с противоположным направлением движения воды. Следует  $\Delta q$  вычитать из расчетных расходов на этих участках (где вода движется по часовой стрелке) и прибавить  $\Delta q$  к

расходам по отрицательным участкам (где вода движется против часовой стрелки).

Если  $\Delta h$  имеет отрицательный знак, т.е. перегружены участки с отрицательными потерями напоров, то надо уменьшать на  $\Delta q$  расходы воды на участках с отрицательными потерями напоров (где движение воды направлено против часовой стрелки) и увеличивать на  $\Delta q$  расходы на участках с положительными потерями напоров.

Особое внимание должно уделяться правильности определения величины и знака поправочного расхода на линиях, общих для смежных колец.

В кольце допускается невязка в пределах  $0,3 \div 0,5$  м

Расчеты по увязке кольцевой сети выполняются для всех расчетных и поверочных случаев и сводятся в таблицы. Например, таблица 4.1.

Окончательные результаты увязки сети представляются вместе с прикидочными на соответствующих расчетных схемах.

#### 4.2 Гидравлический расчет тупиковой сети

Тупиковая сеть устраивается для водоснабжения отдельно стоящих объектов. Каждый узел тупиковой сети получает питание только от одного участка, лежащего выше по течению воды.

Диаметры труб вычисляются по наибольшему расходу на хозяйственные нужды, с учетом экономического фактора и сводятся в таблицу 4.2.

Минимальный диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным в сельских населенных пунктах должен быть не менее 100 мм.

Таблица 4.1 – Гидравлический расчет кольцевой сети в час максимального водопотребления

Номер кольца сети	Участок	Длина, м	Предварительное распределение расходов							Первое исправление				n-е исправление				Скорость, м/с							
			Расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Коэффициент,	Удельное сопротивление А, для м³/с	Сопротивление участка	Потери напора м	Поправочный расход, $\Delta q_1$ , л/с			Поправочный расход, $\Delta q_n$ , л/с												
										В кольце	Смежный	Общий	В кольце	Смежный	Общий										
I																									
$\Sigma Sq = \dots;$ $\Delta q = \dots$			$\Delta h = \dots$							$\Sigma Sq_1 = \dots;$ $\Delta q_1 = \dots$				$\Delta h_1 = \dots$				$\Sigma Sq_n = \dots;$ $\Delta q_n = \dots;$				$\Delta h_n = \dots;$			
<i>m</i>																									
$(\Sigma Sq)_m = \dots;$ $(\Delta q)_m = \dots$			$(\Delta h)_m = \dots;$							$(\Sigma Sq_1)_m = \dots$ $(\Delta q_1)_m = \dots$				$(\Delta h_1)_m = \dots$				$(\Sigma Sq_n)_m = \dots$ $(\Delta q_n)_m = \dots$				$(\Delta h_n)_m = \dots$			

Диаметры труб от водонапорной башни принимаются несколько увеличенными для того, чтобы снизить потери напора.

Таблица 4.2 – Гидравлический расчет тупиковой сети на пропуск хозяйственного расхода

Участок	Длина участка, м	Расход, л/с			Диаметр, мм	Скорость, м/с	Поправочный коэффициент, К	Сопротивление		Потери напора, $h_m$		
		Максимальный объекта	В час максимального водопотребления	В час наибольшего транзита				Удельное, А для ( $q \text{ м}^3/\text{с}$ )	участка $S = A \cdot K \cdot L$	При максимальном расходе объекта	В час максимального водопотребления	В час наибольшего транзита

## 5. Поверочные расчеты сети водопровода

### 5.1 Расчет кольцевой водопроводной сети на случай пожара в часы максимального водопотребления

Расчет сети на пропуск пожарного расхода является поверочным. Диаметры труб сети, определенные с учетом экономических требований, для случая максимального водопотребления, должны быть проверены на пропуск по ним увеличенных расходов во время пожара. Расчет может показать, где во избежание чрезмерного возрастания потерь напора необходимо увеличить диаметры отдельных участков.

Число расчетных пожаров и количество воды, которое необходимо подать к месту пожара, определяются в зависимости от характера объекта на основании действующих норм.

Если башня располагается в начале сети и в момент пожара башня выключается следует считать, что в часы пожара все количество воды  $Q = Q_{\max} + Q_{\text{пож}}$  подается насосной станцией второго подъема.

Если башня в момент пожара работает, то насосная станция должна увеличить свою производительность лишь на величину расчетного пожарного расхода.

Составляется расчетная схема, как и при максимальном водопотреблении. Заново распределяются расчетные расходы воды по участкам сети.

Удельный, путевые и узловые расходы остаются такими, как и при расчете сети на пропуск максимального расхода, за исключением узла (узлов), в который вода подается на тушение пожара.

Место пожара при одном расчетном пожаре предполагается в самой удаленной и возвышенной точке населенного пункта или вблизи одного из промышленных предприятий, ферм, комплексов.

При нескольких расчетных пожарах место их намечается в разных районах поселка.

В системах пожаротушения низкого давления вода из гидрантов забирается пожарными передвижными насосами, подающими ее под необходимым напором по пожарным рукавам к горящему сооружению.

Допускается увеличение скорости движения воды по трубам в это время до 2,5 м/с. Невязка в кольце не должна превышать 0,5 м, а по внешнему контуру 1-1,5 м.



Весь расчет сводится в таблицу, а результаты увязки кольцевой сети методом Лобачева-Кросса на случай пожара представляются на расчетной схеме.

## 5.2 Расчет тупиковой сети на случай пожара

Расчет выполняется для часа максимального водопотребления. Дополнительно участки тупиков проверяются на пропуск пожарного расхода при собственном максимальном водопотреблении на хозяйственно-питьевые нужды.

Таблица 5.1 – Расчет тупиковой сети на пропуск пожарного расхода

Участок	Длина участка, м	Диаметр, мм	В час максимального водопотребления, с - до					В час наибольшего водопотребления объекта					
			$q_{хоз}$	$q_{пож}$	$Q_{пож}$	$h$	$v$	часы	$q_{хоз}$	$q_{пож}$	$Q_{пож}$	$h$	$v$
			л/с	л/с	л/с	м	м/с		л/с	л/с	л/с	м	м/с

## 6. Гидравлический расчет водоводов

### 6.1 Расчет водоводов подающих воду от насосной станции второго подъема

Водоводы проектируются в две линии. По каждой из них подается половина расчетного расхода. Экономический диаметр можно принять равным диаметру головного участка.

Определяются потери напора по линиям водовода на все расчетные и поверочные случаи. Кроме этого они устанавливаются на случай аварии на одной линии водовода.

## 6.2 Расчет водоводов соединяющих водонапорную башню с сетью

Диаметр одной линии водовода устанавливается с учетом возможности подачи воды из башни в сеть в начальный период пожаротушения, а также в случае выключения одной линии в результате аварии.

Потери напора в линиях водовода определяются для расчетных случаев работы сети водопровода.

## 7. Водонапорная башня

### 7.1 Назначение и конструкция водонапорной башни

Водонапорная башня выполняет роль напорно-регулирующего сооружения. Она обеспечивает равномерную нагрузку насосной станции и согласовывает режим ее работы с режимом потребления воды.

Стабильная работа водопроводной сети с водонапорной башней зависит в основном от высоты башни и емкости водонапорного бака.

Прежде чем приступить к расчетам вычерчивается схема водонапорной башни. Показываются основные конструктивные элементы, оборудование и описывается принцип ее работы. Рисунок 7.1. После выполнения расчетов на схему выносятся проектные размеры, отметки и уровни.

Рисунок 7.1 Водонапорные башни: а – железобетонная; Б – кирпичная; в – стальная башня – колонна (размеры в см).

## 7.2 Определение высоты водонапорной башни

Для нормальной работы внешней водопроводной сети в ней должно быть создано давление (напор) достаточное для бесперебойного транспортирования по трубам расчетных расходов воды потребителям. При этом напор должен быть достаточным для преодоления сопротивлений в сети и обеспечивать в диктующей точке свободный напор, необходимый для дальнейшего распределения воды через внутреннюю водопроводную сеть и водозаборные приборы.

В расчетах принимаются следующие значения свободных напоров:

- минимальный свободный напор в сети водопровода при хозяйственно-питьевом водоснабжении на вводе в здание над поверхностью земли принимается при одноэтажной застройке 10 м, при большей этажности на каждый этаж добавляется 4 м;
- у водозаборных уличных колонок должен быть не менее 10 м;
- для водозаборных приборов, установленных на внутренней водопроводной сети (автопоилки, водозаборные краны и др.), не менее 1,5 -2 м;
- для пожарных гидрантов избыточное давление в их выходном сечении должно быть 10 м. В исключительных случаях допускается снижение до 7 м.

Под высотой водонапорной башни подразумевается высота ( $H_0$ ) расположения низа бака башни.

Низом бака башни считается положение отверстия водоразборной трубы, которая располагается на 10-20 см выше дна бака.

Требуемая высота башни расположенной в начале сети (проходной башни) определяется по выражению:

$$H_{\bar{\sigma}} = H_{св.д.} + \Sigma h_{\bar{\sigma}-\delta} + (Z_{\delta} - Z_{\bar{\sigma}}) \quad (7.1)$$

где  $H_{св.д.}$  - свободный напор в диктующей точке, м;

$\Sigma h_{\bar{\sigma}-\delta}$  - среднеарифметическая сумма потерь напора

по основным направлениям потоков воды

в сети от башни до диктующей точки, м;

$Z_{\delta}$  и  $Z_{\bar{\sigma}}$  - отметки поверхности земли в диктующей

точке и у башни, м.

Высота башни уточняется при разработке конструктивного и архитектурного проекта и округляются в большую сторону.

### 7.3 Определение емкости и размеров бака водонапорной башни

Объем бака водонапорной башни определяется по выражениям:

- вода для тушения пожара подается не из бака башни

$$W_{\bar{\sigma}} = W_{рег} + 0,6 \cdot t \cdot Q_{пож} . \quad (7.2)$$

- вода для тушения пожара подается из бака башни

$$W_{\bar{\sigma}} = W_{рег} + 3,6 \cdot T \cdot Q_{пож} \quad (7.3)$$

где  $W_{рег}$  - регулирующий объем, м<sup>3</sup>;

$Q_{пож}$  - расходы воды на тушение пожара, л/с;

$t$  - время включения в работу пожарного насоса; 10 мин при ручном включении и 5 мин при автоматическом;

$T$  - расчетное время тушения пожара, (3ч).

Регулирующая емкость бака водонапорной башни может определяться табличным или графическим методом и по формуле рекомендуемой СНиП 2.04.02-84.

Табличный способ определения регулирующего объема основывается на совмещении режима водопотребления и водоподачи воды. Вычисления сводятся в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Определение регулирующей емкости бака водонапорной башни, %

Часовой промежуток	Потребление воды населенным пунктом	Подача воды насосами	Поступление воды в бак	Расход воды из бака	Остаток воды в баке к концу часового промежутка

Графы потребление и подача воды заполняются по данным соответствующих расчетов.

Поступление или расход воды из бака определяются как разность между потреблением и подачей воды.

Для вычисления последней графы назначается момент, когда бак башни будет опорожненным. Последовательно прибавляя поступление воды в бак и вычитая расход воды из бака определяются количества воды, которые будут находиться в баке башни к концу каждого часового промежутка.

Рисунок 7.2 Интегральная кривая водопотребления и подачи насосов:  
1- интегральная кривая водопотребления; 2 – интегральная кривая подачи воды насосной станцией первого подъема; 3 – то же насосной станцией второго подъема.

Пройдя все часовые промежутки, мы снова должны получить ноль.

Наибольшая из цифр этой графы будет регулирующим объемом  $P_{\max.рег} \%$ .

Регулирующий объем в  $\text{м}^3$  вычисляется по формуле

$$W_{рег} = P_{\max.рег} \cdot Q_{\max.сут} / 100 \quad (7.4)$$

Если час, когда бак будет пуст, назначен неверно, то некоторые значения в последней графе будут отрицательными. В этом случае регулирующий объем вычисляется как сумма абсолютных значений наибольших положительной и отрицательной ординат.

Для определения регулирующего объема графическим способом строятся интегральные кривые потребления и подачи воды. Рисунок 7.2. Сближая графики, находится такое положение, при котором регулирующий объем будет минимальным. С графика берутся значения наибольшей ординаты по избытку « $b$ » (%) и по недостатку « $a$ » (%) и суммируются

$$W_{рег} = [(a + b)Q_{\max.сут}] / 100. \quad (7.5)$$

Установив полный расчетный объем бака башни задаются диаметром бака из условия

$$D = (1,13 \div 1,25)h \quad (7.6)$$

где  $h$  - высота слоя воды в баке.

Вычисленные объём и размеры бака водонапорной башни округляются до типовых (Приложение У). Определяется строительная высота водонапорного бака и отметки уровней воды в нем.



## 8. Резервуар чистой воды

### 8.1 Назначение и конструкция резервуара чистой воды

Подземные резервуары в зависимости от системы и схемы водоснабжения размещаются после очистных сооружений при заборе воды из поверхностных источников или после скважин при заборе подземных вод. Для обеспечения надежной бесперебойной работы водопровода устраивается не менее двух резервуаров.

В курсовом проекте составляется схема резервуара чистой воды. Рисунок 8.1. Показывается оборудование, размещаются трубопроводы, описывается принцип работы. После завершения расчетов указываются проектные размеры, отметки, уровни и др.

### 8.2 Определение вместимости и размеров резервуаров чистой воды

В резервуарах предусматривается хозяйственный или регулирующий объем и хранение пожарного или аварийного запаса воды, а также объемов воды предназначенных для собственных нужд водопровода. Полный объем резервуаров определяется по выражению

$$W = W_{рег} + W_{пож} + W_{пр} + W_{ав} \quad (8.1)$$

где  $W_{рег}$  - регулирующий объем, м<sup>3</sup>;

Рисунок 8.1 Типовой резервуар чистой воды с плоским перекрытием ёмкостью от 50 до 2000 м<sup>3</sup>; диаметром от 4,7 до 25,4 м; высотой от 3,5 до 4,5 м

$W_{\text{пож}}$  - пожарный объем, м<sup>3</sup> ;

$W_{\text{пр}}$  - объем на собственные нужды водопровода, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{ав}}$  - аварийный объем, м<sup>3</sup>.

Регулирующий объем резервуаров определяется совмещением интегральных графиков работы насосных станций первого и второго подъема. Рисунок 7.2. С графика берутся значения наибольшей ординаты по избытку « $c$ » (%) и недостатку « $d$ » (%) и суммируются

$$W_{\text{рез}} = \left[ (c + d) \cdot Q_{\text{max сум}} \right] / 100. \quad (8.2)$$

Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды в резервуарах устанавливается из расчета подачи воды в течение трех часов для тушения пожара одновременно с наибольшим водопотреблением

$$W_{\text{пож}} = \left[ (q_1 + q_2 + q_3) \cdot 1 - t_{\text{пож}} \cdot q_n \right] + (n \cdot q_{\text{нар}} + q_{\text{вн}}) t_{\text{пож}} \quad (8.3)$$

где  $q_1, q_2, q_3$  - расходы воды в течение трех смежных часов наибольшего водопотребления на хозяйственно-бытовые нужды, м<sup>3</sup>/ч;

$q_n$  - расход воды на полив зеленых насаждений и мойку технологического оборудования, если он приходится на часы максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/ч;

$n$  - число одновременных пожаров;

$q_{нар}, q_{вн}$  - расходы воды на наружное и внутреннее пожаротушение, м<sup>3</sup>/ч;

$t_{пож}$  - расчетная продолжительность тушения пожара, 3 ч.

Если вода подается по одному водоводу, предусматривается аварийный запас

$$W_{ав} = q_ч \cdot t_{ав} \quad (8.4)$$

где  $q_ч$  - часовой расход поступающий в резервуар, м<sup>3</sup>/ч;

$t_{ав}$  - время ликвидации аварии на подающем водоводе по действующим нормам, ч.

Объем воды на промывку фильтров и другие нужды водопровода

$$W_{пр} = Q_{пр} \cdot t_{пр} \quad (8.5)$$

где  $Q_{пр}$  - расход на промывку, м<sup>3</sup>/ч;

$t_{пр}$  - время промывки, ч.

Резервуары имеют круглую форму в плане, безбалочное перекрытие, опирающееся на колонны. Высота слоя воды в резервуарах емкостью от 50 до 500 м<sup>3</sup> включительно – 3,2 м; 600 – 1250 м<sup>3</sup> – 3,7 м и 1500 – 2000 м<sup>3</sup> – 4,2 м.

Задавшись глубиной воды в резервуаре определяются его размеры, отметки уровней воды и дна.

## 9. Определение отметок пьезометрических линий и свободных напоров в линиях водопроводной сети

### 9.1 Расчет на случай максимального водопотребления

При работе водопровода во всех точках сети должен быть обеспечен свободный напор не менее нормативного. Максимальный напор в сети не должен превышать 60 м.

Пьезометрические отметки устанавливаются исходя из обеспечения нормативного свободного напора в диктующей точке. Эта точка наиболее удалена от насосной станции и имеет наиболее высокую геодезическую отметку. При этом предполагается, что уровень воды в баке водонапорной башни достигает своего наинизшего положения (отметки уровня противопожарного запаса воды в резервуаре башни, если он хранится в нем, или отметки отверстия разборной трубы, если в резервуаре башни противопожарный запас не хранится). Расчеты сводятся в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Расчет отметок пьезометрической линии и свободных напоров для часа максимального водопотребления

Номер узла	Участок	Длина участка, м	Отметка поверхности земли, м	Потери напора		Условные		Проектные	
				Вычисленные по последнему исправлению	Уточненные	Отметка пьезометрической линии, м	Сводный напор, м	Отметка пьезометрической линии, м	Сводный напор, м
				$\pm \Sigma h$		$\Delta h = 0$			
Тупики									

Вычисленные потери напора со своим знаком заносятся в таблицу 9.1 по данным последней увязки. Здесь же определяется невязка по внешнему контуру кольцевой сети  $\pm \Sigma h$ .

Полученная невязка распределяется примерно пропорционально абсолютным значениям потерь напора на участках сети  $\Delta h = 0$ .

Потери напора на тупиковых участках не исправляются.

Условная отметка у башни назначается с некоторым запасом. Условная отметка пьезометрической линии каждого последующего узла равняется условной отметке пьезометрической линии в предыдущем узле минус (плюс) увязанные потери напора на этом участке сети.

Условные свободные напоры определяются как разность условной отметки пьезометрической линии и отметки поверхности земли в данном узле  $H_{\text{усл.св.мин}}$ .

Находится узел с минимальным значением условного свободного напора, который будет диктующим.

Действительные отметки пьезометрической линии устанавливаются уменьшением условных отметок пьезометрической линии на  $\Delta h_x$

$$\Delta h_x = H_{\text{усл.св.мин}} - H_{x.n} \quad (9.1)$$

где  $H_{\text{усл.св.мин}}$  - минимальный условный свободный напор в диктующей точке сети, м ;

$H_{x.n}$  - минимальный необходимый (нормативный) свободный напор в сети при максимальном хозяйственном водоразборе, м.

Определяется действительный свободный напор.

Проверяется и в случае необходимости уточняется высота водонапорной башни.

## 9.2 Расчет на случай пожара в часы максимального водопотребления

При вычислении пьезометрических отметок и свободных напоров для случая работы сети при пожаре предполагается, что в диктующей точке сети свободный напор у пожарных гидрантов должен быть не менее нормативного 10 м. Расчеты сводятся в таблицу.

Если противопожарный запас воды хранится в резервуаре на башне, то необходимо проверить достаточно ли определенная при максимальном хозяйственном водоразборе высота башни для обеспечения нужного напора при пожаре.

В случае чрезмерной высоты башни необходимо пересмотреть диаметры труб на отдельных участках или в момент пожара подавать воду пожарным насосом.

## 9.3 Построение продольного профиля водопроводной сети и пьезометрических линий

Построение продольного профиля начинается от узла, из которого вода поступает в сеть водопровода. Для сети с проходной башней выбирается трасса магистрали с диктующей точкой и точкой пожара.

Строки продольного профиля заполняются по результатам гидравлических расчетов, данных о пьезометрических отметках и свободных напорах для расчетных случаев работы сети. Приложение Ф.

Глубина заложения водопроводных труб, считая от низа их должна быть на 0,5 м больше глубины проникновения в грунт нулевой температуры.

## 10. Расчет насосной станции второго подъема

### 10.1 Определение требуемой высоты подъема насосами

Подбираются насосы, устанавливаемые на насосной станции второго подъема, после того, как определены потери напоров в сети водоводов для всех расчетных случаев, установлена высота водонапорной башни, положение расчетных уровней воды в ней и в резервуаре чистой воды.

В соответствии с расчетным суточным графиком суммарного водопотребления принят график подачи воды, предусматривающий  $n$  - ступенчатую работу насосной станции второго подъема. Мощность насосной станции предварительно также намечалась, и предполагалось, что в ночное время работает  $k$  насосов или станция не работает, а в дневное время работает  $m$  - насосов.

Чтобы определить величины требуемого напора насосов для различных расчетных случаев работы сети составляется расчетная схема с соблюдением выбранного вертикального масштаба: 1:200; 1:400 или 1:500 (Рисунок 10.1а и 10.2).

В значительной степени схема будет зависеть от топографических условий населенного пункта, места расположения насосной станции второго подъема, резервуара чистой воды и водонапорной башни, расчетных отметок уровней воды и дна в резервуаре чистой воды и башне.

Поэтому необходимо внимательно отнестись к составлению расчетной схемы, которая позволит визуально оценить результаты выполненных расчетов и принять правильное решение.



## 10.2 Расчетный напор в часы максимального водопотребления

В это время работает основная группа насосов. Расчетный напор определяется по формуле

$$H_1 = H_{Г.хоз(1)} + h_{рчв-Г.1} \quad (10.1)$$

где  $H_{Г.хоз(1)}$  - геодезическая высота подъема, м.

$$H_{Г.хоз(1)} = H_{пъезом.хоз(1)} - Z_2 \quad (10.2)$$

где  $H_{пъезом.хоз(1)}$  - отметка пьезометрической линии в час максимального водопотребления в (1) начальной точке сети, или первом узле, м;

$Z_2$  - отметка уровня пожарного запаса, (если он хранится в резервуаре чистой воды, или отметка дна, если он не хранится в нем).

Полученная величина соответствует моменту, когда уровень воды в баке башни занимает наинизшее положение. Когда бак башни полон напор насосов возрастает на  $H_{о.в.б.}$ .

При определении полной высоты подъема насосами учитывается:

- расчетная высота всасывания

$$h_{вс} = h_{оси насоса} - h_{\min РЧВ} \quad (10.3)$$

- суммарные потери напора  $\Sigma h_o$  во всасывающих и напорных трубопроводах насосной станции второго подъема принимаются  $2 \div 2,5$  м.

Рисунок 10.1 Расчетные случаи работы водопроводной сети с контррезервуаром: а – пьезометрические линии; б – расходы, соответствующие расчетным случаям

Рисунок 10.2 Расчетная схема к определению напоров насосов насосной станции II подъема

По полученным параметрам подбирается марка рабочих и резервных насосов, приводятся их рабочие характеристики и параметры.

### 10.3 Расчетный напор воды при пожаре в часы максимального водопотребления

Этот расчет зависит от того, где хранится пожарный запас воды и как он подается к точке пожара. В любом случае, в точке пожара должен обеспечиваться напор не менее нормативного.

Для сети водопровода с контррезервуаром и пожарным запасом хранящимся в резервуаре чистой воды расчетный напор определяется по выражению

$$H_{\text{пож}} = H_{\Gamma.\text{пож}(1)} + h_{\text{пож.рчв}-T(1)} \quad (10.6)$$

где  $H_{\Gamma.\text{пож}(1)}$  - геодезическая высота подъема при пожаре в начальной точке сети (1), м.

$$H_{\Gamma.\text{пож}(1)} = H_{\text{пъезом.пож}(1)} - Z_3 \quad (10.7)$$

где  $H_{\text{пъезом.пож}(1)}$  - отметка пьезометрической линии при пожаре в начальной точке сети(1), м;

$Z_3$  - отметка дна резервуара чистой воды, м;

$h_{\text{пож.рчв}-T(1)}$  - потери напора от резервуара чистой воды до начальной точки (1), при пропуске пожарного расхода, м.

При расчетах полного напора  $H_{пож}$  необходимо учесть:

- потери напора в коммуникациях насосной станции при подаче пожарного расхода можно принять  $\approx 5$  м;
- расчетную геометрическую высоту всасывания противопожарных насосов  $\approx 3$  м.

Подбирается пожарный насос, приводится его рабочая характеристика и параметры.

## 11. Детализовка водопроводной сети

Для управления движением воды в системах водоснабжения, защиты трубопроводов от большого давления или вакуума, а также разбора воды из сети применяется различная водопроводная арматура, размещаемая в колодцах, резервуарах.

Размеры колодцев в плане определяются из условия размещения арматуры и фасонных частей с учетом выполнения монтажных и ремонтных работ.

Высота рабочей части колодца должна быть не менее 1,5 м.

В проекте необходимо:

- дать краткое описание конструкции водопроводной сети и оборудование ее арматурой;
- подобрать водопроводную арматуру и фасонные части в соответствии с расчетными диаметрами участков сети;
- определить диаметры основных смотровых колодцев;
- вычертить в масштабе 1:2000 план линий одного кольца водопроводной сети, где условными обозначениями показать смотровые колодцы водопроводной арматурой и фасонными частями, их размеры;

Рисунок 11.1 Детализовка водопроводной сети (цифровые значения 8 с. 59)  
- составить спецификацию оборудования водопроводной сети  
для одного кольца.

Детализировка выполняется на чертеже где условными обозначениями показываються трубы, муфты, фасонные части и арматура водопроводной сети.

## 12. Состав курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графического материала.

В состав пояснительной записки входят: задание на проектирование, текстовая часть, список использованной литературы, содержание.

Текстовая часть содержит перечень проектируемых мероприятий и расчетно-техническую часть. Содержание каждой главы определяется конкретными задачами, объемом проектирования и может отличаться от содержания методических указаний.

Графический материал включает общие и детализировочные рабочие чертежи на одном листе ватмана формата А1 (594x841 мм). В него входят:

- водонапорная башня – разрез и план;
- резервуар чистой воды – разрез и план;
- детализировка одного кольца водопроводной сети и ее спецификация – разрез и план колодца;
- узлы и детали сооружений, расчетные графики годового, суточного водопотребления;
- продольный профиль и пьезометрические линии водопроводной сети.

Чертежи выполняются в масштабе, который выбирает сам студент.

Состав курсового проекта, чертежи уточняются студентом, в соответствии с решаемыми задачами, совместно с преподавателем.

Последовательность изложения материала в методических указаниях соответствует рекомендуемой последовательности выполнения курсового проекта.

Оформление пояснительной записки и чертежей должно соответствовать требованиям изложенным в методическом пособии «Дипломное проектирование».



## Приложение А

### Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для населенных пунктов (СНиП 2.04.02-84)

Степень благоустройства районов жилой застройки	Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах на 1 жителя среднесуточные ( за год), л/сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн	126...160
То же, с ваннами и местными водонагревателями	160...230
То же, с централизованным горячим водоснабжением	230...350

Примечания: 1. Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок норму среднесуточного

( за год) водопотребления на одного жителя следует принимать 30...50 л/сут.

2.Нормами водопотребления учтены расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях (по классификации, принятой в СНиП П-Л.2-72), за исключением расхода воды для домов отдыха, санаториев и пионерских лагерей.

3.Нормы водопотребления, указанные в таблице, выбирают в зависимости от природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства, этажности застройки, уклада жизни населения и других местных условий. 4. На нужды местной промышленности, обслуживающей население, и на неучтенные расходы допускается увеличивать расход воды на 10...20% суммарного расхода на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта.

## Приложение Б

### Нормы расхода воды на поливку (СНиП 2.04.02-84)

Назначение воды	Нормы расхода воды, л/м <sup>2</sup>
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей, на 1 мойку	1,2...1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей, на 1 поливку	0,3...0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов, на 1 поливку	0,4...0,5
Поливка зеленых насаждений, на 1 поливку	3...4
Поливка газонов и цветников, на 1 поливку	4...6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах, на 1 сут	15
Поливка посадок в стеллажных зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленного грунта, на 1 сут	6
Поливка посадок на приусадебных участках, на 1 сут:	
овощных культур	3...15
плодовых деревьев	10...15

Примечания: 1. При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) суммарный расход воды за поливку за поливочный сезон в пересчете на одного жителя принимают 50...90 л/сут в зависимости от природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.

2. Число поливок принимают 1...2 в сутки в зависимости от климатических условий.

## Приложение В

### Нормы расхода воды для животных

Наименование потребителя	Норма расхода воды на одну голову скота, птиц и зверей, л/сут
Коровы молочные	100
Коровы мясные	70
Быки и нетели	60
Молодняк крупного рогатого скота в возрасте до 2 лет	30
Телята в возрасте до 6 мес	20
Лошади рабочие, верховые, рысистые и не кормящие матки	60
Лошади племенные и кормящие матки	80
Жеребцы производители	70
Жеребята в возрасте до 1,5 лет	45
Овцы взрослые	10
Молодняк овец	6
Хряки производители, матки взрослые	25
Свиноматки с поросятами	60
Свиноматки супоросные, холостые	25
Поросята-отъемыши	5
Ремонтный молодняк	15
Свиньи на откорме	15
Куры	1
Индейки	1,5
Утки и гуси	2
Норки, соболи	3
Лисы и песцы	7
Кролики	3
Ветеринарная лечебница, на одно крупное животное	100
То же на одно мелкое животное	50

Примечания: 1. Для молодняка птицы нормы уменьшают вдвое. 2. В нормы включен расход воды на мойку помещений, клеток, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока и пр. 3. На удаление навоза принимают дополнительный расход воды (4...10 л на 1 голову) в зависимости от способа его удаления. 4. Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для животных, зверей и птиц принимают 2.5.

## Приложение Г

### Среднесуточные (за год) укрупненные нормы водопотребления в животноводстве

Водопотребители	Нормы на 1 голову, л/с	
	Приведенные к среднесуточному поголовью	Приведенные к одной молочной корове или к одной матке
Комплексы по производству молока на 1200, 1600, 2000 коров привязного и боксового содержания	350	380
Механизированная ферма КРС на 1200 коров беспривязного содержания	82	155
Фермы КРС молочного направления привязного содержания с выращиванием телят до 20 дней и с использованием пастбищ:		
на 400 коров	110	120
на 600 коров	107	117
на 800 коров	102	112
Ферма КРС молочного направления привязного содержания с выращиванием телят до 6 мес и с использованием пастбищ:		
на 200 коров	85	145
на 400 коров	80	135
на 600 коров	75	127
на 800 коров	75	127

Продолжение приложения Г

1	2	3
Комплекс мясного направления по выращиванию и откорму 10 тыс. голов молодняка КРС в год	90	-
Ферма мясного направления по откорму молодняка КРС на 6 тыс. голов (уборку помещений фермы осуществляют скребковыми транспортерами в транспортные средства)	48	-
Свиноводческий комплекс по выращиванию и откорму с законченным производственным циклом, голов в год:		
на 108 тыс.	40	222
	(матки с поросятами)	
на 58 тыс.	44	184
	(матки с поросятами)	
Свиноводческая ферма с законченным производственным циклом на 12 тыс. голов в год (уборка помещения гидросмывом)	102	370
	(матки с поросятами)	
Свиноводческая откормочная ферма на 6 тыс. голов	56	-
Птицефабрики* :		
яичного направления	0,7	-
мясного направления:		
цыплят, утят	0,13	-
индюшат	0,23	-

\* Норма водопотребления дана среднегодовая на 1 голову в м<sup>3</sup>.

## Приложение Д

### Требования к качеству хозяйственно-питьевой воды

Качественные показатели	Допустимые величины
Мутность	Не более 1,5 мг/л
Прозрачность	Не более 30 см
Цветность	Не более 20 град
Запах и привкус	Не более 2 баллов
Общая жесткость	Не более 7 мг-экв/л
Активная реакция рН	6,5-8,5
Содержание железа	Не более 0,3 мг/л
Содержание марганца	Не более 0,1 мг/л
Содержание мышьяка	Не более 0,05 мг/л
Содержание фтора	Не более 1,5 мг/л
Содержание меди	Не более 1,0 мг/л
Содержание цинка	Не более 5 мг/л
Содержание сульфатов	Не более 500 мг/л
Содержание хлоридов	Не более 350 мг/л
Сухой остаток	Не более 1000 мг/л
Общее число бактерий	Не более 100 в 2 л
Коли-индекс	Не более 3
Коли-титр	Не менее 300
Содержание остаточного активного хлора в ближайшей точке к насосной станции	Не менее 0,3 мг/л и не более 0,5 мг/л

Примечание. В отдельных случаях, по согласованию с органами санитарного надзора, допускается мутность воды до 3 мг/л, цветность – до 35 град., общая жесткость – до 10 мг-экв/л, сухой остаток – до 1500 мг/л.

## Приложение Е

### Норма расхода воды для общественных зданий

Наименование зданий	Единица потребления	Расход воды, л
Поликлиники и амбулатории	1 посетитель	15
Бани	1 посетитель	125-180
Прачечные	1 кг сухого белья	60-90
Детские сады и ясли	1 ребенок	75
Клубы	1 посетитель	10
Школы	1 ученик	15-20
Школы-интернаты	1 место	200-220
Гостиницы	1 койка	100-120
Больницы (стационары)	1 койка	250-300

## Приложение Ж

### Нормы водопотребления на 1 голову (л/сут) скота и птицы, принадлежащих населению

Видовая и возрастная группа	Всего	В том числе с содержанием, г/л		
		до 1	1,8...2,4	3...5
КРС	65		65	
Молодняк КРС	25		25	
Лошади	55	55		
Свиньи	15	15		
Овцы и козы	8			
Птица	0,8			8

## Приложение И

### Нормы расхода воды на выработку овощных и фруктовых консервов

Консервы	Нормы расхода воды на 1000 учетных банок, м <sup>3</sup>
Томатная паста	14,0-17,0
Сок томатный	4,0
Огурцы	4,2
Томаты натуральные	3,1
Зеленый горошек	5,0-9,0
Баклажаны, нарезанные кружками, в томатном соусе	4,0
Сок:	
абрикосовый с мякотью	2,8
сливовый с мякотью	2,9
Пюре из яблок и вишен	3,1
Компот:	
из абрикосов	2,9
из яблок	3,0
Джем яблочный	16,0
Варенье из вишен	17,0



## Приложение К

### Нормы расхода воды основными сельскохозяйственными предприятиями

Потребитель	Единица измерения	Укрупненные нормы расхода воды, л/сут	Коэффициенты неравномерности	
			суточный	Часовой
Хлебопекарня	1 т выпечки хлеба	1000	1,2-1,6	1,8
Молокоприемные пункты	1 т молока	950	1,3	2
Маслозавод	1 т масла	10000	1,1-1,2	2,1
Ремонтно-механические мастерские	400 условных ремонтов в год	3500	1,6-2	1,5

## Приложение Л

### Расход воды(л/с) на наружное тушение одного пожара в населенном пункте независимо от степени огнестойкости зданий

Число жителей в населенном пункте, тыс. чел	Застройка зданиями высотой	
	до 2 этажей	3 этажа и выше
До 1	5	10
От 1 до 5	10	10
От 5 до 10	10	15

## Приложение М

Расчетные графики водопотребления в жилых зонах населенных пунктов  
различной часовой неравномерности

Часы суток	Часовые расходы, % от максимального суточного водопотребления при К макс. ч									
	1,25	1,3	1,35	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,5
0-1	3,5	3,2	3,0	2,98	1,5	2,44	1,0	1,96	0,75	0,6
1-2	3,25	3,1	3,2	1,92	1,5	1,36	1,0	0,96	0,75	0,6
2-3	3,3	3,2	2,5	1,91	1,5	1,36	1,0	0,83	1,0	1,2
3-4	3,2	3,2	2,6	1,91	1,5	1,36	1,0	0,96	1,0	2,0
4-5	3,25	3,2	3,5	2,36	2,5	1,61	2,0	1,12	3,0	3,5
5-6	3,4	3,4	4,1	3,23	3,5	2,75	3,0	2,31	5,5	3,5
6-7	3,85	3,8	4,5	4,9	4,5	5,13	5,0	5,28	5,5	4,5
7-8	4,45	4,6	4,9	5,02	5,5	5,33	6,5	5,55	5,5	10,2
8-9	5,2	5,4	5,6	5,68	6,25	6,42	6,5	7,12	3,5	8,8
9-10	5,05	5,0	4,9	5,58	6,25	6,24	5,5	6,86	3,5	6,5
10-11	4,85	4,8	4,9	5,14	6,25	5,52	4,5	5,82	6,0	4,1
11-12	4,6	4,6	4,7	4,76	6,25	4,92	5,5	5,01	8,5	4,1
12-13	4,6	4,5	4,4	4,03	5,0	3,82	7,0	3,58	8,5	3,5
13-14	4,55	4,4	4,1	3,85	5,0	3,58	7,0	3,27	6,0	3,5
14-15	4,15	4,6	4,1	3,66	5,5	3,32	5,0	2,96	4,7	2,0
15-16	4,7	4,6	4,4	4,19	6,0	4,06	4,5	3,87	5,0	6,2
16-17	4,65	4,4	4,3	4,50	6,0	4,51	5,0	4,45	3,5	10,4
17-18	4,35	4,3	4,1	4,35	5,5	4,29	6,5	4,17	3,5	9,4
18-19	4,4	4,4	4,5	4,63	5,0	4,72	6,5	4,73	6,0	7,3
19-20	4,3	4,5	4,5	5,26	4,5	5,7	5,0	6,09	6,0	1,6
20-21	4,3	4,5	4,5	5,48	4,0	6,07	4,5	6,61	6,0	1,6
21-22	4,2	4,8	4,8	5,83	3,0	6,67	3,0	7,5	3,0	1,0
22-23	3,75	3,8	4,6	5,37	2,0	5,88	2,0	6,35	2,0	0,6
23-24	3,7	3,7	3,3	3,46	1,3	3,04	1,0	2,64	1,0	0,6

## Приложение Н

Расчетные графики суточного водопотребления для животных, содержащихся на фермах, %

Часы суток	Ферма крупного рогатого скота на 800 голов (К <sub>ч</sub> =1,89)	Коровник на 600 голов	Коровник на 400 голов (К <sub>ч</sub> =1,99)	Молочные фермы с автопоилками	Свиноводческая ферма на 20 тыс. голов (К <sub>ч</sub> =2,2)
0...1	2	0,5	0,5	3,1	2,1
1...2	1	1,0	0,5	2,1	2,1
2...3	1	0,5	0,3	1,9	2,1
3...4	1,5	0,5	1	1,7	2,1
4...5	3	2,2	3,2	1,9	2,1
5...6	4,5	2,2	4	1,9	2,1
6...7	5,8	4,7	8,1	3,3	5,3
7...8	7,9	4,7	8	3,5	7,3
8...9	5,2	10,2	5	6,1	7,4
9...10	3	5,4	4	9,1	9,2
10...11	3	7,2	3	8,6	5,4
11...12	4,5	6,1	3,2	2,9	3,3
12...13	4,8	4,2	3,2	3,3	3,2
13...14	6	5,3	4,5	4,3	3,5
14...15	7,5	3,4	7	4,8	3,5
15...16	5,8	2,0	8,3	2,9	7,2
16...17	4	4,2	5	10,0	9
17...18	4,2	3,6	3,2	4,8	7
18...19	4,9	8,2	3	2,9	5,1
19...20	5	7,2	5,1	2,9	2,3
20...21	6	3,5	6,5	3,1	2,3
21...22	4,4	4,6	8,1	6,0	2,3
22...23	3	0,8	3,3	5,3	2
23...24	2	0,8	2	3,4	2

## Приложение II

### Расчетные графики водопотребления в жилых зонах населенных пунктов

Часы суток	Часовые расходы, % от максимального суточного водопотребления					
	Дома с централизованным горячим водоснабжением, ваннами, канализацией, газом		Дома, оборудован ные внутренним водопрово- дом с газовыми колонками, ваннами, канализа- цией	Смешанная застройка: дома с централизован- ным горячим водоснабже- нием, ваннами, канализацией и дома с внутренним водопроводом без ванн и канализации,	Водозабор из колонок,  $Q_{\text{макс.сут}}$ до 500 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =1,5)	Водозабор из колонок, небольшие приусадеб- ные участки (огороды)  $Q_{\text{макс.сут}}$ до 20 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =4,2)
	$Q_{\text{макс.сут}}$ до 2000 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =1,5)	$Q_{\text{макс.сут}}$ до 1000 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =1,7)	$Q_{\text{макс.сут}}$ до 1000 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =1,9)	$Q_{\text{макс.сут}}$ до 600 $\text{м}^3/\text{сут}$ ( $K_{\text{макс.ч}}$ =1,4)		

0...1	2,3	2,4	1,6	3	2,5	0
1...2	2	2	1,6	2,9	2,3	0
2...3	1,8	1,8	1,7	2,9	2,2	0
3...4	2,4	1,7	1,7	3,1	2,2	0
4...5	3	2,1	1,8	3,2	2,3	0,7
5...6	4,1	2,5	2,4	3,6	3,7	0,3
6...7	4,3	3,5	2,4	4,2	5	0,7
7...8	5,3	4,2	3,7	4,3	5,8	4,2
8...9	6,1	4,7	5,2	5	6,5	5
9...10	5	4,5	4	5,8	5,3	4,2
10...11	4,8	4,4	3,5	5,8	4,8	4,1
11...12	5,1	4,2	3,2	3,5	4,4	2,1
12...13	4,8	3,9	3,5	3,6	4,1	2,8
13...14	4,3	3	4,8	4,1	4,2	2,8
14...15	4,7	3,5	4,5	3,7	3,8	3,1
15...16	5,1	4,7	5,3	4,4	4,1	3,4
16...17	5	6	6,6	4,5	4,2	10,2
17...18	5,2	6,2	6,4	5,5	4,8	7
18...19	6,2	6,4	8,1	5,5	5,3	6,7
19...20	5	7,2	8	5,9	5,7	10,2
20...21	4,6	6,9	7,5	4,6	5,2	17,4
21...22	3,6	6,5	6,8	4,1	4,4	13,6
22...23	2,8	4,7	3,7	4	4,2	1,2
23...24	2,5	3	2	3,8	3	0,3

## Приложение Р

Примерное распределение часовых расходов воды для различных объектов  
населенного пункта, % суточного расхода

Часы суток	Населенный пункт с водопотреблением до 200 м <sup>3</sup> /сут	Жилые дома	Больницы, гостиницы	Амбулатория	Общесжития и интернаты	Бани, прачечные	Столовые	Молочо-заводы	СТО
0-1	0,75	0,6	0,2	-	0,15	-	-	2,1	-
1-2	0,75	0,5	0,2	-	0,15	-	-	1,3	-
2-3	1,0	0,5	0,2	-	0,15	-	-	1,3	-
3-4	1,0	0,5	0,2	-	0,15	-	-	1,4	-
4-5	3,0	0,4	0,5	-	0,15	-	-	1,4	0,3
5-6	5,5	2,0	0,5	-	0,25	-	-	3,0	1,2
6-7	5,5	8,0	3,0	-	0,3	-	12	4,3	1,9
7-8	5,5	11,0	5,0	-	30,0	-	3	4,5	5,5
8-9	3,5	11,0	8,0	6,5	6,8	6,25	1	10,0	-
9-10	3,5	7,5	10,0	6,5	4,6	6,25	18	6,2	9,4
10-11	6,0	2,5	6,0	7,0	3,6	6,25	18	4,3	14,5
11-12	8,5	5,0	10,0	7,0	2,0	6,25	2	4,5	7,4
12-13	8,5	8,0	10,0	7,0	3,0	6,25	1	4,2	2,8
13-14	6,0	5,0	6,0	6,5	3,0	6,25	1	3,5	17,3
14-15	5,0	2,0	5,0	6,5	3,0	6,25	4	4,5	-
15-16	5,0	2,0	8,5	7,0	3,0	6,25	4	5,6	12,1
16-17	3,5	3,0	5,5	4,6	4,0	6,25	4	5,5	15,8
17-18	3,5	3,0	5,0	-	3,6	6,25	6	5,5	4,3
18-19	6,0	12,0	5,0	-	3,3	6,25	3	7,5	7,5
19-20	6,0	12,0	5,0	-	5,0	6,25	6	7,1	-
20-21	6,0	0,5	2,0	-	2,6	6,25	7	3,0	-
21-22	3,0	1,0	0,7	-	18,6	6,25	10	3,0	-
22-23	2,0	1,0	3,0	-	1,6	6,25	-	3,0	-
23-24	1,0	1,0	0,5	-	1,0	6,25	-	3,3	-

## Приложение С

### Геометрические размеры типовых водонапорных башен

Приложение Т  
Продольный профиль водопроводной сети  
для расчетных случаев ее работы

## Рекомендуемая литература

### Основная литература:

1. Павлинова И.И. Водоснабжение и водоотведение: учебник для бакалавров / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. - 472с.

### Дополнительная литература:

1. Безменов А.И. Курсовое и дипломное проектирование / А.И. Безменов, П.Ф. Галедин, В.Ф. Пастухов; под ред. А.И. Безменова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1982. - 351 с., ил. - (Учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов).

2. Карамбиров Н.А. Сельскохозяйственное водоснабжение: учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов / Н.А. Карамбиров. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1986. - 352 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов).

3. Курганов А.М. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации / А.М. Курганов, Н.Ф. Федоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1978. - 424 с.: ил.

4. Логинов В. П. Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению / В.П. Логинов, Л.М. Шуссер; под ред. В.С. Оводова. - М.: Колос, 1980. - 287 с.: ил.

5. Мелиорация и водное хозяйство. Т.7. Сельскохозяйственное водоснабжение: Справочник / Л.Е. Тажибаев, В.С. Усенко, Г.И. Николадзе и др.; под ред. В.Н. Олейника. - М.: Агропромиздат, 1992. - 287 с.: ил.

6. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение: учебники и учеб. пособия для вузов / В.С. Оводов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: 1984. - 480 с. ил. - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

7. Смагин В.Н. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению / В.Н. Смагин, К.А. Небольсина, В.М.



Беляков.- М: Агропромиздат , 1990.- 336 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

8.Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий/ В.А. Клячко, С.Н. Аронов, В.И. Лазарев и др.; под ред. И.А. Назарова.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1977.- 288 с. 6 ил.

10.Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых водопроводных труб. / Ф.А. Шевелев.- 4-изд., пререраб.и доп.- М.: Госстройиздат, 1970.-113 с.

11.СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1985.-136 с.

## Содержание

Введение.....	3
1. Проектирование разводящей водопроводной сети в населенном пункте.....	3
1.1 Выбор системы водоснабжения.....	3
1.2 Обоснование схемы питания и распределения воды.....	4
1.3 Обоснование расчетных режимов работы системы водоснабжения.....	5
2. Водопотребление в населенном пункте.....	5
2.1 Потребители воды.....	5
2.2 Обоснование норм водопотребления.....	6
2.3 Суточные расходы воды и объем годового водопотребления.....	7
2.4. Часовые расходы воды.....	9
2.5 Режим работы насосной станции второго подъема.....	13
3. Подготовка сети водопровода к гидравлическому расчету.....	13
3.1 Определение секундных расходов сети при хозяйственном водопотреблении.....	13
3.2 Определение путевых и узловых расходов.....	14
3.3 Определение расчетных расходов на участках кольцевой сети.....	16
3.4 Выбор материала и определение диаметров труб.....	17
4. Гидравлический расчет кольцевой сети методом Лобачева-Кросса.....	20
4.1 Увязка кольцевой сети.....	20
4.2 Гидравлический расчет тупиковой сети.....	21
5. Поверочные расчеты сети водопровода.....	23
5.1 Расчет кольцевой водопроводной сети на случай пожара в часы максимального водопотребления.....	23
5.2 Расчет тупиковой сети на случай пожара.....	25
6. Гидравлический расчет водоводов.....	25
6.1 Расчет водоводов подающих воду от насосной станции второго подъема.....	25
6.2 Расчет водоводов, соединяющих водонапорную башню с сетью.....	26
7. Водонапорная башня.....	26
7.1 Назначение и конструкция водонапорной башни.....	26
7.2 Определение высоты водонапорной башни.....	28
7.3 Определение емкости и размеров бака водонапорной башни.....	29
8. Резервуар чистой воды.....	33
8.1 Назначение и конструкция резервуара чистой воды.....	33
8.2 Определение вместимости и размеров резервуаров чистой воды.....	33

9. Определение отметок пьезометрических линий и свободных напоров в линиях водопроводной сети.....	37
9.1 Расчет на случай максимального водопотребления.....	37
9.2 Расчет на случай пожара в часы максимального водопотребления.....	39
9.3 Построение продольного профиля водопроводной сети и пьезометрических линий.....	39
10. Расчет насосной станции второго подъема.....	40
10.1 Определение требуемой высоты подъема насосами.....	40
10.2 Расчетный напор в часы максимального водопотребления ..	41
10.3 Расчетный напор при пожаре в часы максимального водопотребления.....	44
11. Детализировка водопроводной сети.....	45
12. Состав курсового проекта.....	47
Приложения.....	49-63
Рекомендуемая литература.....	64

Богатый Александр Афанасьевич

### **Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение**

Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Водоснабжение сельского населенного пункта» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Подписано в печать \_\_\_\_\_ 2016. Формат 60x90 1/16. Бумага писчая

Печать офсетная. Уч. – изд. л. 4,2 п.л. Тираж 50 экз. Заказ \_\_\_\_\_

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, г. Уссурийск, пр.Блюхера, 44.

Участок оперативной полиграфии ПГСХА

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692508, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8.