

БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию для специальностей
311600 «Инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения»
320500 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»
320600 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»

БРЯНСК 2005

УДК 628.1 (1-22)
ББК38.761.1
К19

Каничева Н.В.

Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. Брянск:
Издательство Брянской ГСХА, 2005. - 86с.

В пособии рассмотрены вопросы расчета водопроводной сети и технико-экономические обоснования выбранных вариантов. Изложены гидравлические расчеты сети, выбор типа и класса труб.

Рецензенты:

Профессор , д.т.н. Белова Т.И.

Пособие утверждено методической комиссией факультета природообустройства
№14 от 11.02.2003 года.

© Каничева Н.В., 2005

©Брянская ГСХА, 2005

Введение

Методические указания разработаны в соответствии с типовой программой «Инженерные системы водообеспечения и водоотведения», а так же с учетом рекомендаций СНиП 2.04.02.-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Данное методическое пособие основывается на знании студентом специальных инженерных дисциплин, таких как гидравлика, насосы и насосные станции, гидравлические сооружения и др., с подробным рассмотрением вопросов, связанных с особенностями систем водоснабжения.

Целью предлагаемого методического пособия является оказания студентам методической помощи при проектировании и расчете систем водоснабжения и их элементов с технико-экономическим обоснованием проектных решений.

1. Общие сведения о системах водоснабжения

При расчете систем водоснабжения или водопровода следует помнить, что это комплекс сооружений посредством которых осуществляется забор воды из водоисточника, ее очистка, хранение и подача водопотребителю в требуемом им объеме, под требуемым напором и бесперебойно. Система водоснабжения включает в себя, как правило, следующие сооружения (рис. 1.)

- 1) водоисточник;
- 2) водозаборное сооружение;
- 3) насосная станция I подъема;
- 4) станция очистки воды;
- 5) резервуар чистой воды (РЧВ);
- 6) насосная станция II подъема;
- 7) водоводы;
- 8) напорно-регулирующие Сооружения;
- 9) водопроводная сеть.

В зависимости от водоисточника, качество воды в нем, рельефа местности и типа водопотребителя приведенная на рис. 1 схема водоснабжения и составные ее элементы могут меняться.

На рисунке 2а, б, например, приведены системы водоснабжения при заборе артезианских вод, удовлетворяющих по качеству требованиям ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая».

Чтобы правильно разместить в водоснабжаемом объекте все сооружения, входящие в водопровод, и определить их размеры, необходимо прежде всего узнать категорию и размеры их водопотребления. В населенных пунктах водопотребление делится на следующие категории: хозяйственно-питьевое, производственное, противопожарное. Названные категории водопотребления (кроме нужд пожаротушения) при расчете системы водоснабжения обычно объединяются в следующие сектора: коммунальный, производственный, животноводческий.

Системы водоснабжения классифицируют по ряду признаков. В данном методическом пособии рассматривается централизованная прямоточная, объединенная хозяйственно-производственно-противопожарная система низкого давления.

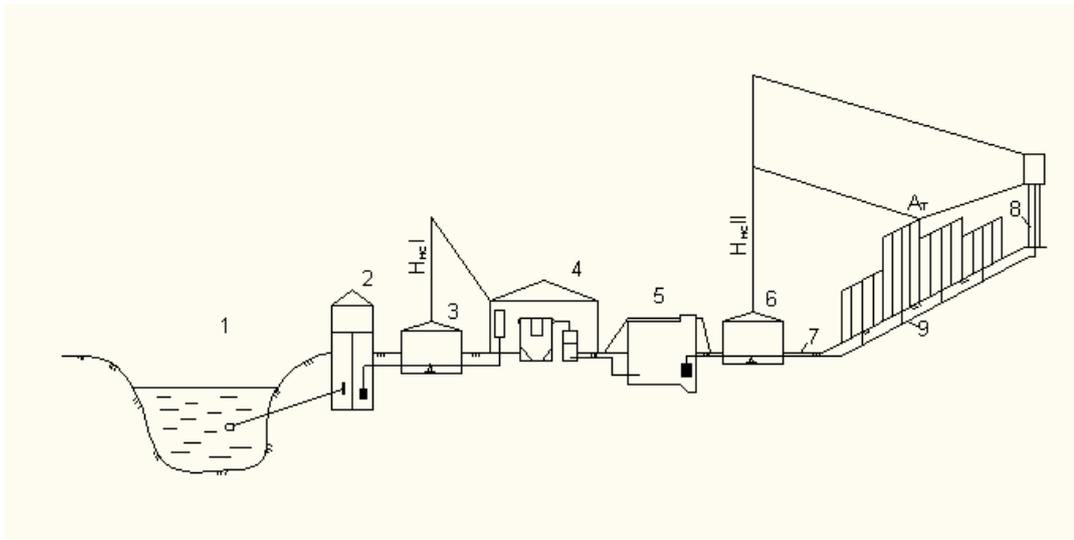


Рис. 1. Схема водоснабжения из поверхностного водоисточника.

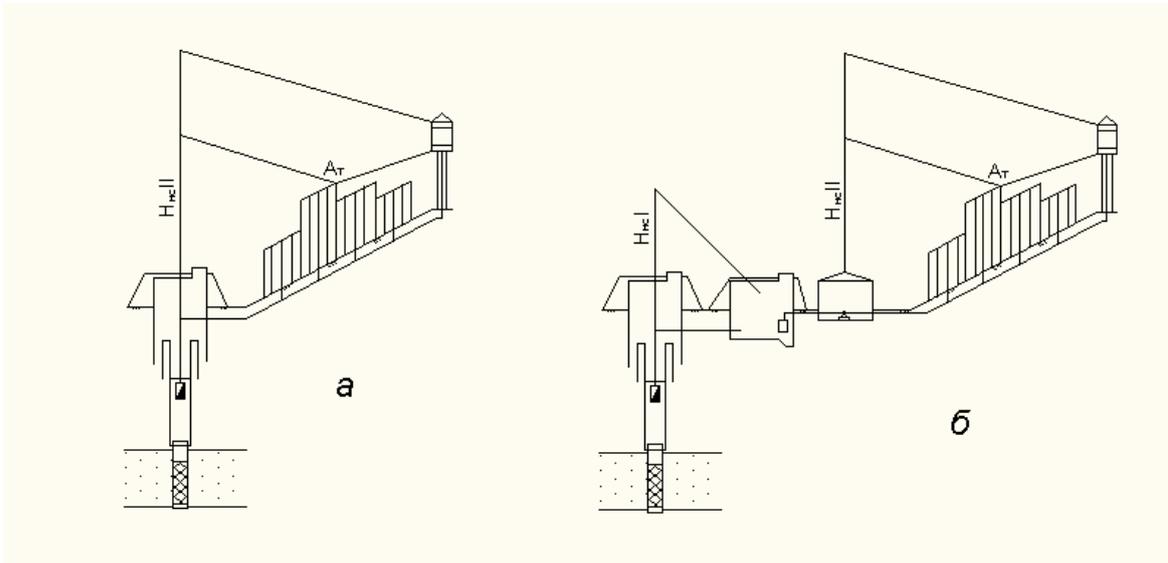


Рис.2. Схема водоснабжения из подземного источника.

2. Расчет водопотребления

2.1. Расчет суточного водопотребления

Средний объем суточного потребления воды секторами и водоснабжаемым объектом в целом будет прямо пропорционален количеству водопотребителей и среднесуточной норме водопотребления, то есть

$$Q_{\text{ср.сут.}} = 0,001 \cdot t \cdot n, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{ср.сут.}}$ - средний суточный расход воды, м³/сут;

t - среднесуточная норма водопотребления, м/сут;

n - число потребителей.

Среднесуточная норма водопотребления или объем потребляемой воды одним потребителем за сутки зависит от степени благоустройства жилых зданий, типа водопотребителя, географического фактора и принимается по таблице 1 приложения. Однако среднесуточный расход дает лишь общую характеристику объема водопотребления водоснабжаемым объектом, где в результате наличия различной категории водопотребителей, изменений в течении года режима их деятельности и климатических условий объема потребления воды до суткам неравномерен. Без учета этой неравномерности при расчете сооружений водопровода невозможно обеспечить бесперебойную подачу потребителям в любые сутки года требуемого ими объема воды.

Учет и характеристика неравномерности потребления воды по суткам года осуществляется коэффициентом суточной неравномерности водопотребления.

$$K_{\text{сут.}} = \frac{Q_{\text{мак.сут.}}}{Q_{\text{ср.сут.}}} \quad (2.2)$$

где $Q_{\text{мак.сут.}}$ - максимальный суточный расход воды, м³/сут.

Тогда расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления составит

$$Q_{\text{мак.сут.}} = Q_{\text{ср.сут.}} \cdot K_{\text{сут.}}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (2.3)$$

Суммарный годовой объем водопотребления:

$$W_{\text{год}} = 365 \cdot Q_{\text{ср.сут.}}, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

Расчеты по определению средних и максимальных суточных расходов воды по секторам и водоснабжаемому объекту в целом сводят в табл. 1.

Таблица 1.

Определение суточного расхода воды по населенному пункту

№ П/П	Наименование водопотребителей	Единица измерения	Количество единиц	Среднесуточная норма потребления, м, л/сут	Среднесуточный расход воды потребителем $Q_{\text{ср.сут}}$ м ³ /сут	Коэффициент суточной неравномерности, $K_{\text{сут}}$	Максимальный суточный расход $Q_{\text{макс.сут}}$ м ³ /сут
1	2	3	4	5	6	7	8
	Итого				сист $Q_{\text{ср.сут}}$		сист $Q_{\text{макс.сут}}$

2.2. Определение размера часовых и секундных (расчетных) расходов воды

Водопотребителей не всегда удовлетворяет тот факт, что они в любые сутки года получают требуемый ими суточный объем воды. Для полного удовлетворения их потребностей должна быть учтена неравномерность потребления воды не только по суткам в году, но и в течение суток по часам.

Такая неравномерность характеризуется коэффициентом часовой неравномерности водопотребления, который следует определить из выражения

$$K_{\text{ч}} = \alpha \cdot \beta = \frac{Q_{\text{макс.ч}}}{Q_{\text{ср.ч}}}$$

Где $\alpha = 1,2 - 1,4$ — коэффициент, учитывающий степень благоустройства, зданий, режим работы предприятий и других местных условий;

β - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, применяемый по табл. 2 приложения;

$Q_{\text{макс.ч}}$ - максимальный часовой расход, м³/ч;

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.6)$$

$Q_{\text{макс.сут.}}$ — максимальный суточный расход, м³/сут;

T — продолжительность потребления воды в течении суток, ч

Тогда

$$Q_{\text{макс.ч}} = Q_{\text{ср.ч}} \cdot K_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}} \cdot K_{\text{ч}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.7)$$

Таким образом, определив максимальные суточный и часовой расходы водоснабжаемым объектом и рассчитав на их пропуск все сооружения системы водоснабжения, водопотребители гарантируют в том, что не только в любые сутки года, но и в любой час этих суток они получают требуемые ими объемы воды.

Таблица 2

Часовые расходы воды водоснабжаемого объекта

Коммунальный сектор

Часы суток	Население, живущее в неблагоустроен ных зданиях		Население, живущее в благоустроенн ых зданиях		Больница		Баня		Общежитие		Столовая	
	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1												
...												
...												
23-24	100		100		100		100		100		100	

Продолжение таблицы 2

Коммунальный сектор				Производственный сектор				Животновод- ческий сектор		Система		
Детсад		Учебные заведения		Котельная с котлами		Сектор в целом				Часовые расходы		Интегральные расхо- ды
%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	%	м ³ /ч	м ³
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
100		100		100		100		100		100	$Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист.}}$	$Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист.}}$

Учитывая, что существующая неравномерность потребления воды в пределах часа (по минутам, секундам) при расчете систем сельскохозяйственного водоснабжения не учитывается в качестве расчетного принимается максимальный секундный расход:

$$Q_{\text{раст}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}} \cdot K_{\text{ч}}}{T \cdot 3,6}, \text{ л/с} \quad (2,8)$$

Расчетный расход водоснабжаемым объектом в целом можно определить так же из графика отражающего режим его водопотребления, сняв его максимальную ординату. Тогда

$$Q_{\text{раст.}}^{\text{сист.}} = \frac{Q_{\text{макс.ч.}}^{\text{сист.}}}{3,6} \cdot \text{л/с} \quad (2,9)$$

где $Q_{\text{макс.ч.}}^{\text{сист.}}$ — максимальный часовой расход системы, соответствующий максимальной ординате графика режима водопотребления.

2.3. Проектирование режима водопотребления

Установить истинный режим потребления воды по часам суток проектируемой системой водоснабжения из-за ряда факторов чрезвычайно трудно, а порой и невозможно. Поэтому для этой задачи используют режимы потребления воды уже действующих систем водоснабжения по мощности, категории водопотребителей, укладу их жизни и работы, географическому положению и т.д., равноценных проектируемой системе. Такие режимы

называют типовыми. Приняв типовой режим водопотребления для каждого типа водопотребителя либо для каждого сектора водоснабжаемого объекта (табл.3 приложения), определяют режим потребления воды по часам суток всем объектом в целом. Расчет режима водопотребления сводят в таблицу 2.

По результатам расчетов табл.2 строится почасовой (рис. 3 а) и интегральный (рис. 3 б) графики потребления воды водоснабжаемым объектом, которые отображают режим его суточного водопотребления.

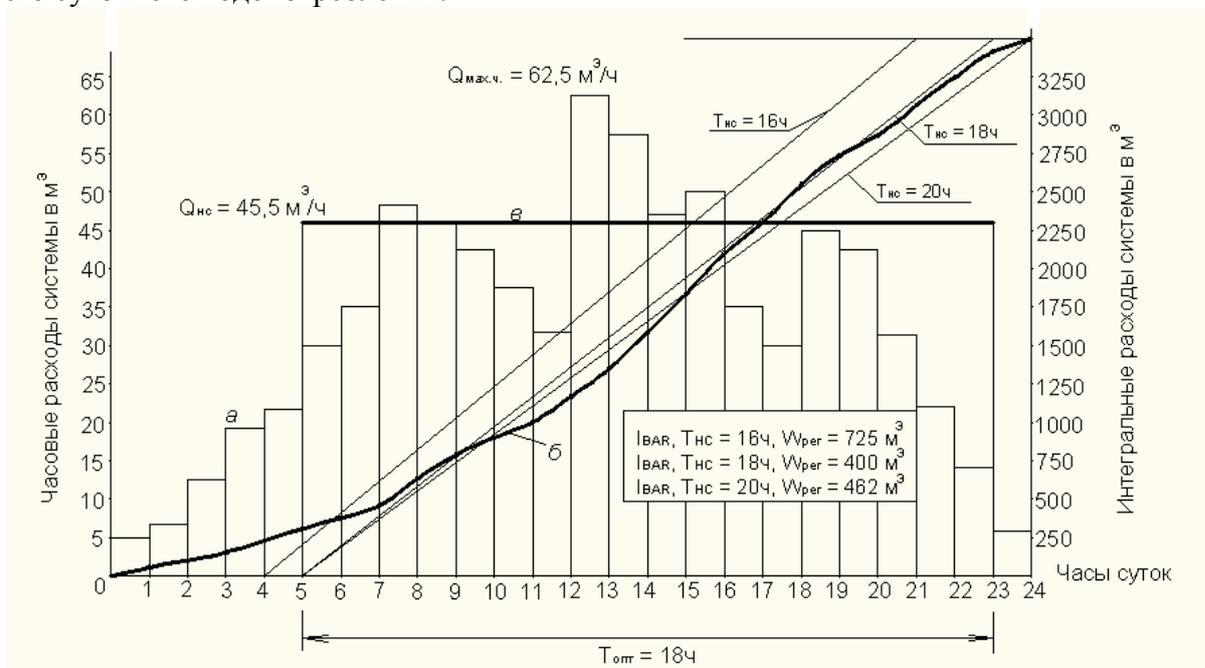


Рис.3 Совмещённые графики водопотребления и водоподачи.

Наличие этих графиков дает возможность определить коэффициент часовой неравномерности водоснабжаемого объекта, его максимальный часовой расход и соответствующий ему час суток, объем воды, потребленный им за любой период времени в течение суток. Почасовой график водопотребления рекомендуется строить в масштабе 1 см - 5 м³/ч, 1см-1ч. (1см - 10 м³/ч, 1 см -2ч). Вертикальный масштаб юнегрального графика независим от масштаба почасового.

3. Проектирование режима работы насосов, питающих водопроводную сеть (режима водоподачи)

Размеры и мощности водозаборных сооружений и станции очистки воды определяются величиной максимального суточного расхода ($Q_{\text{макс.сут.}}$) при равномерной подаче его в течении суток. Поэтому расчет их является вполне определенным. Расчет же насосной станции, питающей сеть, запасно-регулирующих резервуаров (РЧВ), водоводов, напорно-регулирующих сооружений (водонапорной бани и т.д.) и водопроводной сети представляет собой более сложную задачу. Их размеры и мощности зависят не только от величины $Q_{\text{макс.сут.}}$, но и от режима их работы, который определяется режимом

водопотребления. От него зависит работа водопроводной сети и работа насосов, ее питающих, поскольку для более полного удовлетворения водопотребителей режим работы насосов должен по возможности приближаться к режиму водопотребления. При несовпадении этих режимов удовлетворить водой потребителей можно двумя путями:

во-первых, установкой насосов с общей производительностью, равной максимальному суточному расходу;

во-вторых, установкой насосов с производительностью меньшей максимального часового расхода, и устройством на сети водонапорной башни или иного напорно-регулирующего сооружения. В данном методическом пособии рассматривается второй путь, наиболее широко распространенный в системах сельскохозяйственного водоснабжения.

Все сооружения водопровода неразрывно взаимосвязаны в работе и их расчет может быть произведен только с учетом этой связи. Поэтому учитывая, что водопроводная сеть должна обеспечить подачу воды водопотребителям в час их максимального водопотребления, она и рассчитывается на пропуск расхода, соответствующего этому часу, то есть расчетного расхода. При этом часть этих потребителей обеспечивается подачей воды насосной станцией, а часть из водонапорной башни, которая сглаживает неравномерность между режимом водопотребления и подачи воды насосами. Благодаря такой взаимосвязи сети башни и насосов последние рассчитываются на пропуск не максимального часового (расчетного) расхода, а среднего часового, то есть

$$Q_{\text{НС}} = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист.}}}{T_{\text{НС}}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист.}}$ — максимальный суточный расход воды системой, $\text{м}^3/\text{сут.}$;

$T_{\text{НС}}$ — продолжительность работы насосов, питающих сеть, ч.

При этом оптимальным вариантом режима работы этих насосов будет тот, который обеспечивает минимум приведенных к 1 году затрат на строительство и эксплуатацию тех сооружений, на которые влияет их работа, то есть водопроводной сети, водоводов, напорно-регулирующих сооружений. Таким образом, выбор оптимального режима работы Насосов является задачей технико-экономических расчетов, которые удобно провести в табличной форме (табл. 3).

На начальном этапе проектирования режима работы насосов, питающих водопроводную сеть, необходимо помнить. При любой продолжительности работы ($T_{\text{НС}}$) насосы удовлетворят суточную потребность водопотребителей. Оптимальным периодом работы будет тот, который максимально приближает режим работы насосов к режиму водопотребления, обеспечивает минимальную регулируемую емкость бака водонапорной башни и, как следствие этого, строительную стоимость. Определить регулируемую емкость бака башни и принять из всех возможных ее значений минимальную можно путем совмещения интегральных графиков режима водопотребления и водоподачи.

На рис. 3 приведен пример определения минимальной регулирующей емкости бака башни при трех вариантах режима работы насосов, соответствующих $T_{\text{НС}} = 16$ ч. (вариант 1), $T_{\text{НС}} = 18$ ч. (вариант 2), $T_{\text{НС}} = 20$ ч. (вариант 3).

Из приведенного примера видно, что вариант режима работы насосов, соответствующий $T_{\text{НС}} = 18$ ч. (вариант 2), обуславливает минимальную регулируемую емкость бака башни, а следовательно, на начальном этапе проектирования может быть принят в качестве оптимального. В дальнейшем он должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

Таблица 3

Технико-экономические показатели основных вариантов работы насосов, схем и систем водоснабжения

№ вариант	Наименование и	Технические показатели		
		Водонапорная башня	НС-II	НС-I (буров, скважина)

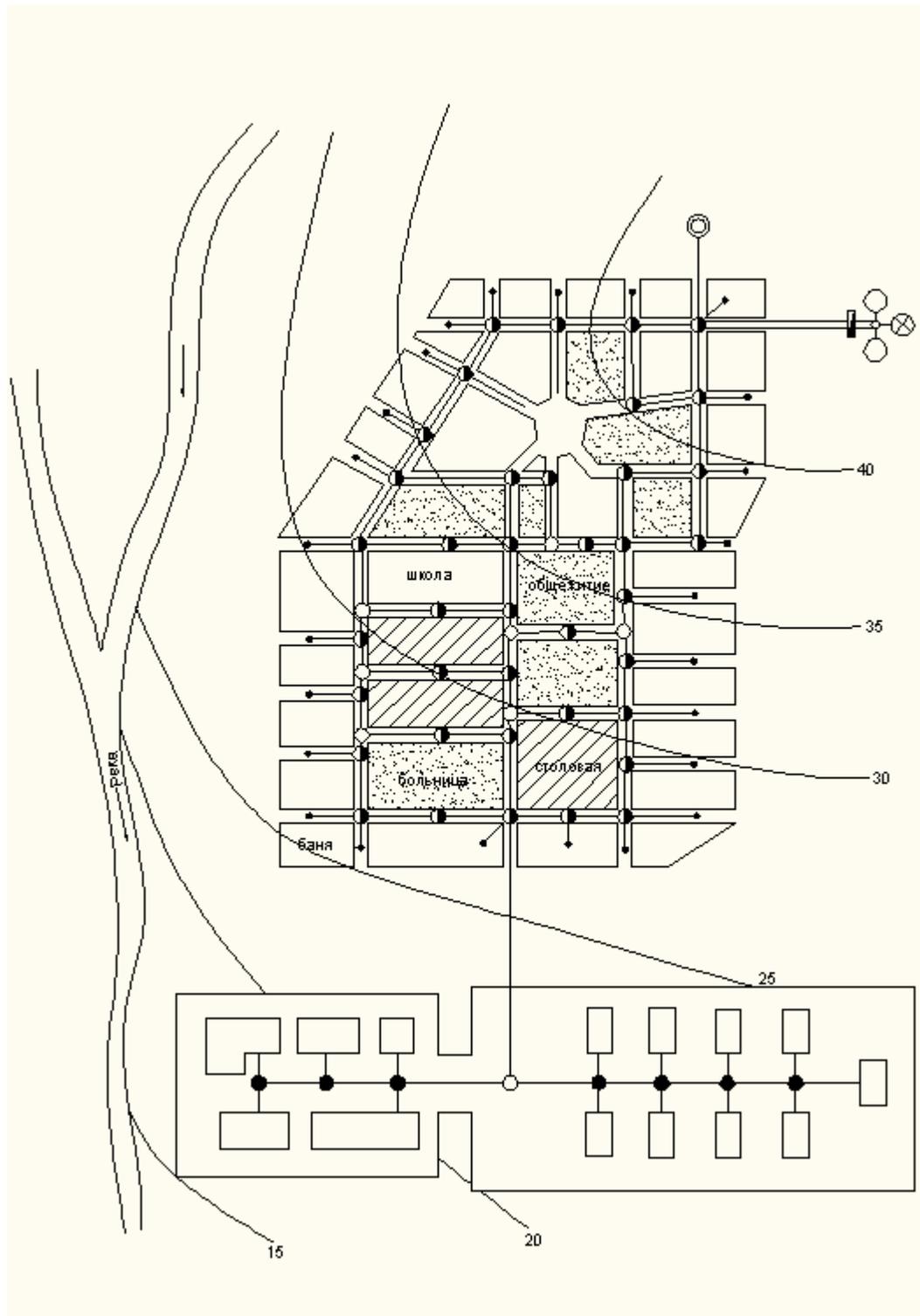


Рис. 4. Генплан водоснабжаемого объекта с водопроводной (кольцевой и тупиковой) сетью.

5. Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в определении диаметров труб и величин потерь напора на ее участках при заданном (расчетном) расходе.

В системе распределения воды в населенных пунктах входят следующие основные элементы: насосная станция, подающая воду в сеть; водоводы; водопроводная сеть; напорно-регулирующие сооружения (водонапорная башня, водонапорная установка и др.). Поэтому для нахождения величин напора насосов, высоты водонапорной башни (или напора водонапорной установки) необходимо определить максимальные величины потерь напора в сети и водоводах. Следовательно, при расчете сети надо выявить самые неблагоприятные моменты ее работы, вызывающие максимальные потери напора. Для выявления наиболее неблагоприятных условий работы водопроводной сети она должна быть рассчитана на следующие случаи работы:

1. Для систем с башней в начале сети (схема питания с проходным резервуаром, рис.5а): на максимальный хозяйственный расход; на пожарный расход при максимальном водозаборе.
2. Для систем с контррезервуаром (см. рис. 5б): на максимальный хозяйственный расход; на пожарный расход при максимальном водоразборе; на расход при максимальном транзите воды в башне; на максимальный расход при питании сети из башни (насосная станция не работает).

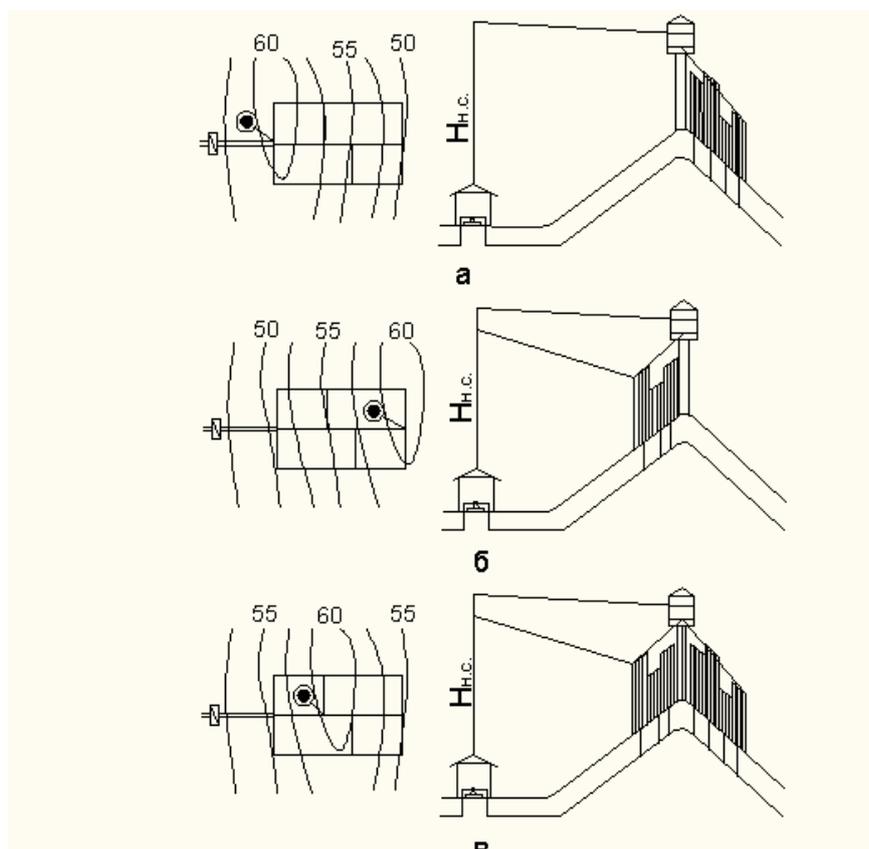


Рис.5. Схема питания водопроводной сети:
а – с проходным резервуаром (питание через бак башни);
б – с контррезервуаром;
в – комбинированная.

Примечание:

1. Учитывая тот факт, что основным для определения диаметра труб является вариант расчета водопроводной сети на пропуск максимального хозяйственного расхода, данное методическое пособие ограничивается рассмотрением только этого варианта.
2. Все сооружения водопровода неразрывно связаны в своей работе, и их расчет может быть произведен только с учетом этой взаимосвязи.

5.1. Составление расчетной схемы водопроводной сети для гидравлического расчета

При расчете водопроводной сети необходимо в первую очередь определить расчетные расходы воды для ее участков. Для этого требуется установить наиболее близкую к действительности картину разбора воды из сети в расчетный период ее работы. С этой целью гидравлическому расчету водопроводной сети предшествует подготовительная работа, которая ведется в следующей последовательности.

5.1.1. Определение расчетных секундных расходов воды

5.1.2.

Расчет водопроводной сети ведется по расходу воды в час максимального общего непотребления. По данным расчета часового водопотребления (таблица 2) для расчета с максимальным расходом системы. Определяются секундные расходы воды, как для системы в целом, так и для отдельных водопотребителей. Для системы расчетный секундный расход:

$$Q_{\text{сист.}} = \frac{Q_{\text{ч.мах(сист.)}}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (5.1)$$

где $Q_{\text{ч.мах(сист.)}}$ – максимальный часовой расход системы, л/с.

Расчетный секундный расход коммунального сектора:

$$Q_{\text{ком}} = \frac{Q_{\text{ч.мах(ком.)}}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (5.2)$$

где $Q_{\text{ч.мах(ком.)}}$ – максимальный часовой расход коммунального сектора, л/с.

Аналогично определяются расчетные секундные расходы остальных крупных водопотребителей (табл. 4).

Таблица 4.

Расчетные расходы воды

Наименование водопотребителей	$Q_{\text{мах.сут.}}$, м ³ /сут	$Q_{\text{ч.мах.}}$, м ³ /сут	Расчёт секундные расходы, Q, л/с
1	2	3	4
Всего по системе	$\Sigma Q_{\text{мах.сут.}}$	$\Sigma Q_{\text{ч.мах.}}$	$Q_{\text{сист.}}$

5.1.2. Определение путевых расходов разводящей сети

Водопотребление коммунального сектора принято равномерно распределенным по всей площади жилой застройки с учетом ее этажности. Расчетный расход коммунального сектора, приходящийся на 1 га площади одноэтажной жилой застройки:

$$q_1 = \frac{Q_{\text{ком}}}{F_{\text{усл}}}, \text{ л/с га} \quad (5.3)$$

где $Q_{\text{ком}}$ – расчетный секундный расход коммунального сектора (табл. 4);

$F_{\text{усл}}$ – условная площадь жилой зоны в переводе на одноэтажную застройку, га.

При условии, что плотность населения пропорциональна этажности застройки, условная площадь жилой зоны в переводе на одноэтажную застройку:

$$F_{\text{усл}} = F_1 + 2 \cdot F_2 + 3 \cdot F_3, \text{ га} \quad (5.4)$$

где F_1, F_2, F_3 — площадь занятая одноэтажными, двух-, трехэтажными, жилыми застройками соответственно, га.

Удельные расчетные расходы для двухэтажной и трехэтажной жилой застройки определяются соответственно:

$$q_2 = 2 \cdot q_1, \text{ л/с га} \quad (5.5)$$

$$q_3 = 3 \cdot q_1, \text{ л/с га} \quad (5.6)$$

После трассировки на плане разводящей магистральной сети определяются примыкающие к участкам сети площади жилых кварталов с учетом их этажности (метод примыкающих площадей). Затем, по полученным площадям и соответствующим удельным расчетным расходам вычисляются путевые расходы воды всех участков магистральной сети. Например, для участка сети 1-2

$$Q_{\text{пут}(1-2)} = q_1 \cdot F_{1(1-2)} + q_2 \cdot F_{2(1-2)} + q_3 \cdot F_{3(1-2)}$$

где $F_{1(1-2)}, F_{2(1-2)}, F_{3(1-2)}$ — примыкающие к участку 1-2 площади одна-, двух- и трёхэтажной жилой застройки.

Определение путевых расходов магистральной сети удобно свести в таблицу (табл. 5).

Таблица 5

Определение путевых расходов разводящей сети

Участки сети	Прилегающая площадь жилой застройки, га (по этажности)			Соответствующие путевые расходы, $Q_{\text{пут}}$, л/с (по этажности)			$\Sigma Q_{\text{пут}}$, л/с
	I этаж	II этаж	III этаж	I этаж	II этаж	III этаж	
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2							
2-3							
...							
	$F_1 =$	$F_2 =$	$F_3 =$				$Q_{\text{ком}} =$

5.3.1 Определение приведенных и полных узловых расходов воды

Для упрощения расчетной схемы водопроводной сети, путевой расход на каждом участке заменяют двумя сосредоточенными в узлах по концам участка равными половине путевого отбора каждый. Если к узлу примыкает несколько участков с путевыми отборами, то приведенный к узлу отбор равен полу сумме путевых расходов всех примыкающих к узлу участков.

$$Q_i = 0.5 \cdot \Sigma Q_{\text{пут}}, \text{ л/с} \quad (5.8)$$

где Q_i - приведенный к i -тому узлу путевой отбор примыкающих участков.

Если в узле имеется также сосредоточенный отбор крупного водопотребителя, то он складывается с приведенным к узлу путевым отбором:

$$Q_i = 0.5 \cdot \Sigma Q_{\text{пут}} + Q_c, \text{ л/с} \quad (5.9)$$

Расчеты по определению путевых, узловых и полных узловых отборов удобно свести в таблицу 6.

Номер узловой точки	Примыкающие к узлу участки	Длина, L, м	$Q_{\text{уч}}$, л/с	Узловой отбор, л/с	Крупные водопотребители		Полный узловой отбор $Q_{\text{у}}$, л/с
					Наименование	Средоточенный отбор, $Q_{\text{с}}$, л/с	
1	2	3	4	5	6	7	8
Итого				$\Sigma=$		$\Sigma=$	$\Sigma=$

5.1.4. Составление расчетной схемы сети

Расчетную схему сети составляют по данным трассировки и расчета полных узловых отборов. Схему вычеркивают без масштаба, но с сохранением плановой конфигурации. В пронумерованных узловых точках показывают полные узловые отборы (табл.6), затем намечают вероятное направление движения воды на участках, так чтобы вода проходила по кратчайшему пути. Направление тока воды показывают стрелками. Затем по схеме кольцевой сети с полными узловыми отборами намечают предварительное потокораспределение, в расходах по расчетным участкам с соблюдением I закона Кирхгофа, в соответствии с которым сумма расходов воды, приходящей к узлу сети должна быть равна сумме расходов воды уходящей от узла, включая узловой отбор.

$$\Sigma Q_{\text{уч}} + Q_{\text{и}} = 0$$

где $Q_{\text{уч}}$ - расходы участков примыкающие к узлу;

$Q_{\text{и}}$ - полный узловой отбор.

При составлении баланса расходов для узла, поступающие к узлу расходы принимают положительные, а уходящие от узла отрицательные. После составления расчетной схемы (рис.6) нумеруют кольца сети и в каждом кольце указывают стрелками положительное - по часовой стрелке и отрицательное — против часовой стрелки направление потоков.

5.2. Выбор материала труб и определение диаметра труб водопроводной сети

В системах водоснабжения различных объектов и в различных местных условиях все основные параметры, которые необходимо учитывать при выборе типа используемых труб (количество подаваемой воды, внутреннее давление, характер грунтов и т.д.), меняются в весьма широких пределах. Поэтому естественно, что в различных условиях целесообразно использовать различные типы труб.

5.2.1. Выбор материала труб

В соответствии с условиями работы водопроводной сети в процессе ее эксплуатации к ней предъявляются следующие основные требования: прочность, то есть сопротивление всем возможным внутренним и внешним нагрузкам; герметичность (водопроницаемость); гладкость внутренней поверхности, долговечность.

В современной практике строительства водоводов и наружных водопроводных сетей широко применяются трубы стальные, чугунные, асбестоцементные, железобетонные и пласт массовые. Выбор материала труб для водоводов и водопроводных сетей надлежит принимать на основании статического расчета с учетом

санитарных условий, агрессивности окружающей среды и транспортируемой воды, а также условия работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для напорных водоводов и сетей, как правило, следует принять не металлические трубы. Применение чугунных напорных труб допускается для сетей в пределах населенных пунктов, а также при отсутствии неметаллических труб.

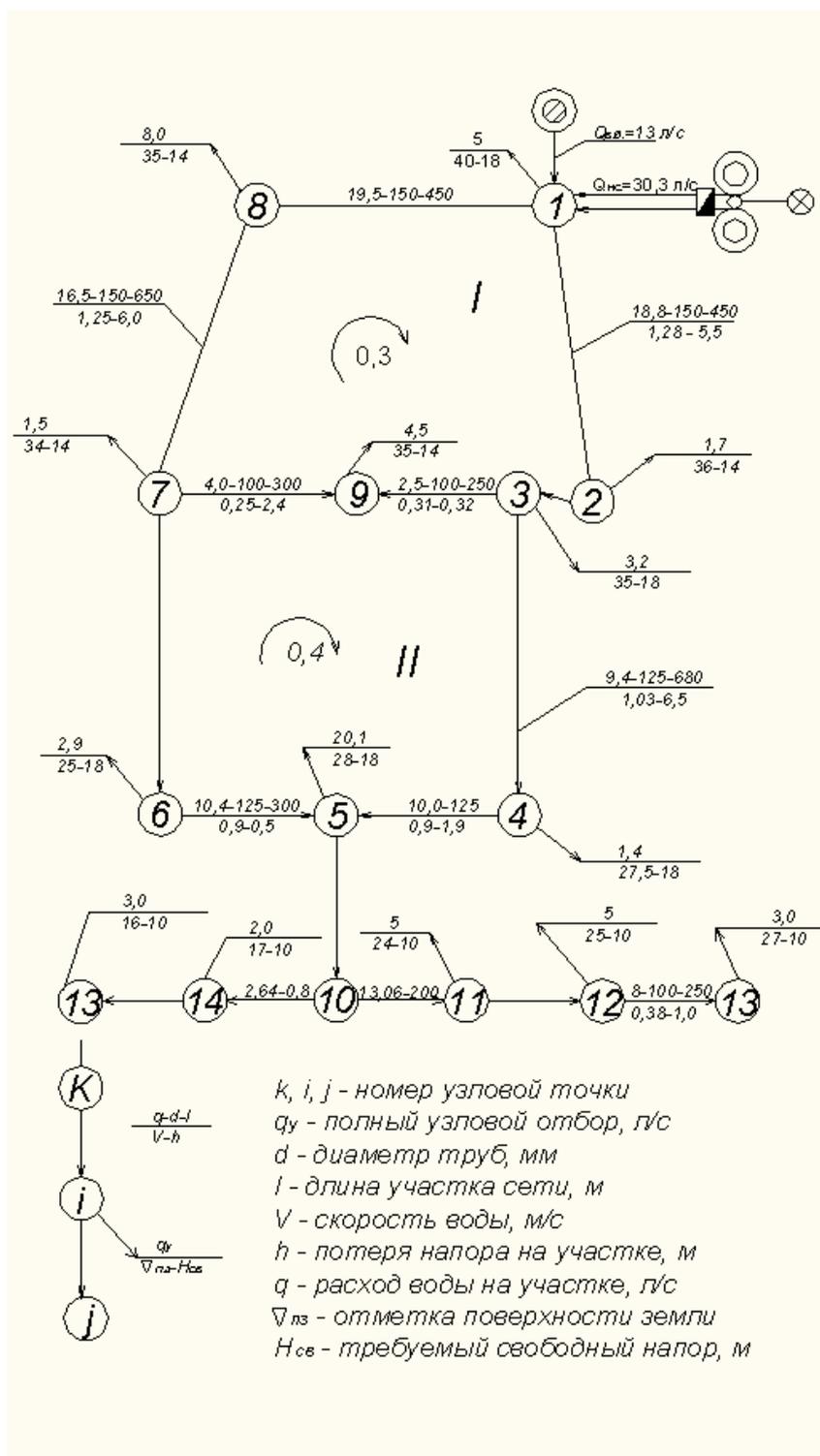


Рис. 6. Расчётная схема водопроводной сети.

5.2.2. Определение диаметров труб водопроводной сети

Основными факторами, определяющими диаметры труб, является расход и скорость движения воды в них. Для напорных труб круглого сечения зависимость между расходом, диаметром и скоростью определяется по формуле

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.11)$$

откуда

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}, \text{ м} \quad (5.12)$$

где

d -диаметр трубы, м;

Q - расчетный расход, м³/с;

v - скорость движения воды в трубе, м/с.

Из формулы (5.12) следует, что чем больше скорость, тем меньше диаметр труб, следовательно, меньше и строительная стоимость водопроводной сети. Однако при этом увеличиваются потери напора в сети и возрастает мощность насосов. Последнее ведет к повышению строительной стоимости насосной станции и водонапорной башни, перерасходу электроэнергии и транспортирование воды. В то же время уменьшение скорости ведет к увеличению диаметров труб и, следовательно, ее строительной стоимости.

Таким образом, определение диаметров труб является задачей экономической. Экономически наиболее выгодными будут не диаметры, при которых оказываются наименьшими затраты средств на строительство и эксплуатацию водопровода за расчетный период его работы.

Условия, в которых осуществляется строительство и эксплуатация водовода, характеризуется так называемым экономическим фактором \mathcal{E} . При современных строительных тарифах на электроэнергию можно принять следующие средние значения экоскопического фактора \mathcal{E} :

для Сибири и Урала (где большая глубина заложения труб, относительно дешевая электроэнергия) $\mathcal{E}=0,5$;

для центральных и западных районов Европейской части $\mathcal{E}=0,75$;

для южных районов (где небольшая глубина заложения труб, относительно дорогая электроэнергия) $\mathcal{E}=1,0$.

В приложении даны табл.4 и табл.5 предельных экономических расходов при $\mathcal{E}=0,75$ для асбестоцементных, стальных и чугунных труб, применение которых ускоряет выбор экономически выгодных диаметров труб при известных расходах в них.

Данные по участкам разводящей сети и определение диаметров труб приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Характеристика трубопроводов по участкам разводящей водопроводной сети

Участки сети	Длина участка, м	Расч. расход, Q л/с	Марка и материал труб	$d_{\text{эк}}$, мм	Принятый расчетный внутр. диаметр, d, мм
1	2	3	4	5	6

5.2.3. Определение потерь напора на участках водопроводной сети

Потеря напора на участке сети зависит от его длины, материала труб, их диаметра, расхода и определяется по следующей формуле:

$$H = A \cdot Q^2 \cdot l = Q^2 \cdot S, \text{ м} \quad (5.13)$$

где A - удельное сопротивление зависящее от материала труб, $(\text{с/л})^2$;

Q - расчетный расход воды на участке сети, л/с;

l - длина расчетного участка, м;

S - сопротивление участка длиной l .

Для удобства пользования данной формулой А.М. Курганов и А.Ф. Федоров предлагают таблицы 6, 7, 8 (см. приложение), при пользовании которыми необходимо иметь в виду следующее:

1. Значение A для неновых стальных и чугунных труб вычисляется по формуле $A = A_{\text{кв}} \cdot K$, а для новых стальных и чугунных, асбестоцементных и пластмассовых труб - по формуле $A = A_1 \cdot K$, где $A_{\text{кв}}$, A_1 берутся из таблиц 6, 7, 8, а K - из таблицы 9.

2. При определении поправочных коэффициентов K , учитывающих скорости воды в трубах, скорость удобно определять по формуле

$$v = \frac{Q}{\omega} = Q \cdot m, \text{ м}^2/\text{с} \quad (5.14)$$

где m — коэффициент скорости, учитывающий площадь сечения трубы со при расходах, выраженных в л/с, и скоростях в м/с.

Потеря напора может быть определена не только по удельному сопротивлению A , но и по значениям $1000i$, соответствующим потерям напора в метрах на 1 км длины трубопровода, скорости V (м/с), расходу Q (л/с). В этом случае потери напора определяется по формуле

$$h = 1000i \cdot l, \text{ м} \quad (5.15)$$

где $1000i$ — гидравлический уклон (потеря напора на 1000 м длины трубопровода); l - длина расчетного участка, км.

Значение $1000i$ выбирают по таблицам Ф.А. Шевелева [8].

Приведенные формулы справедливы при определении потерь напора по длине трубопровода, без учета потерь напора в местных сопротивлениях на нем (задвижках, клапанах, фасонных частях и т.п.), которые при расчете водопроводных сетей не учитываются. Однако при расчете трубопроводов, длина которых относительно невелика, а местные сопротивления значительно влияют на их гидравлический режим работы (всасывающие линии насосов, самотечные и сифонные линии водозаборов и т.д., необходимо определить и местные потери напора. Такая необходимость может быть реализована использованием так называемых эквивалентных по потерям напора длин. Для этого с помощью таблицы 10 приложение для соответствующего местного сопротивления находится длина трубопровода, потери напора в котором эквивалентны потерям напора в местном сопротивлении. Эта длина суммируется с длиной трубопровода и дальнейший расчет потерь напора ведется по вышеприведенным формулам.

Все вышеприведенные рассуждения справедливы в отношении как кольцевых, так и тупиковых сетей. Определением диаметров труб и потерь напора на участках сети по сути и заканчивается их гидравлический расчет. Однако гидравлический расчет кольцевых сетей осложнен тем обстоятельством, что принятые первоначально направления движения потоков воды на участках сети и распределенные по ним расходы часто не соответствуют действительности. Поэтому в результате гидравлического расчета кольцевой сети необходимо не только определить диаметры труб и потери напора на ее участках. Но и выявить истинные направления движения потоков воды и расходы, соответствующие расчетному варианту ее работы. Эта задача решается при так называемой увязке гидравлического расчета кольцевой сети.

		ов кольца, S	, l, м		h, м	коль це	смежн ом кольце				
I	2		3	4	5	6	7	8	9	10	
I											
					$\Delta Q =$	$\Delta h =$				$\Delta Q =$	$\Delta h =$
II											
					$\Delta Q =$	$\Delta h =$				$\Delta Q =$	$\Delta h =$

Но результатам гидравлического расчета оформляется расчетная схема водопроводной сети, пример которой приведен на рисунке 6.

Примечание. После определения диаметров труб водопроводной сети производим ее проверочный гидравлический расчет на пропуск противопожарного расхода диктующую точку на территории водоснабжаемого объекта.

6. Водоводы и их гидравлический расчёт

Водоводами называют трубопроводы, предназначенные только для транспортирования воды транзитом от насосной станции в водопроводную сеть. В отличие от участков кольцевой водопроводной сети для ту пиковых ответвлений и участков водовода направление потоков и расходы определяются сразу же и точно. Поэтому после установления расчетных расходов можно сразу же определить точное значение диаметра труб и потерь напора.

При проектировании водоводов их трассу намечают по наикратчайшему направлению к водоснабжаемому объекту с минимальным количеством искусственных и естественных препятствий (канатов, оврагов, дорог, акведуков и г.д.). Количество линий водоводов надлежит принимать с учетом категории системы водоснабжения. При прокладке водоводов в две линии расчетным вариантом на работы является случай отключения одной линии на ремонт. В этом случае общую подачу воды водоснабжаемому объекту на его хозяйственно-питьевые нужды допускается снижать не более чем на 30% расчетного расхода, т.е.

$$Q_{\text{вод}} = 0,7 \cdot Q_{\text{сист}}, \text{ л/с} \quad (6.1)$$

Учитывая, что водоводы сельскохозяйственных систем водоснабжения имеют незначительную длину и служат для пропуска относительно небольших расходов воды в течение, как правило, части суток, их расчет аналогичен гидравлическому расчету участка сети. Тогда

$$d_{\text{вод}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{вод}}}{\pi \cdot V_{\text{э}}}}, \quad (6.2)$$

где $V_{\text{э}}$ – экономически выгодная скорость, $V_{\text{э}} = 0,5-1,5$ м/с.

Потери напора в водоводе:

$$h_{\text{вод}} = 1000i \cdot l_{\text{вод}}, \quad (6.3)$$

где $l_{\text{вод}}$ – расчетная длина водовода, км;

1000*i* – гидравлический уклон, м.

7. Напорно-регулирующие сооружения и их расчет

Напорно-регулирующие сооружения служат для согласования режимов водопотребления и водоподачи и обеспечения в сети требуемых свободных напоров.

В практике сельскохозяйственного водоснабжения наиболее широкое распространение получили водонапорные башни и автоматические водоподъемные установки.

7.1. Водонапорные башни

Основными элементами водонапорной башни (рис.7) являются: 1- бак; 2- ствол; 3- подающе - разводящая труба; 4 - переливная труба; 5 - грязевая труба; 6 - гидравлический затвор; 7- компенсаторы; 8- обратный клапан.

Расчет водонапорной башни заключается в определении емкости и размеров бака и ее высоты.

Расчет бака. Бак башни представляет собой металлическую цилиндрической формы емкость с плоским, вытянутым или выпуклым дном, служащую для хранения регулирующего и противопожарного объемов воды.

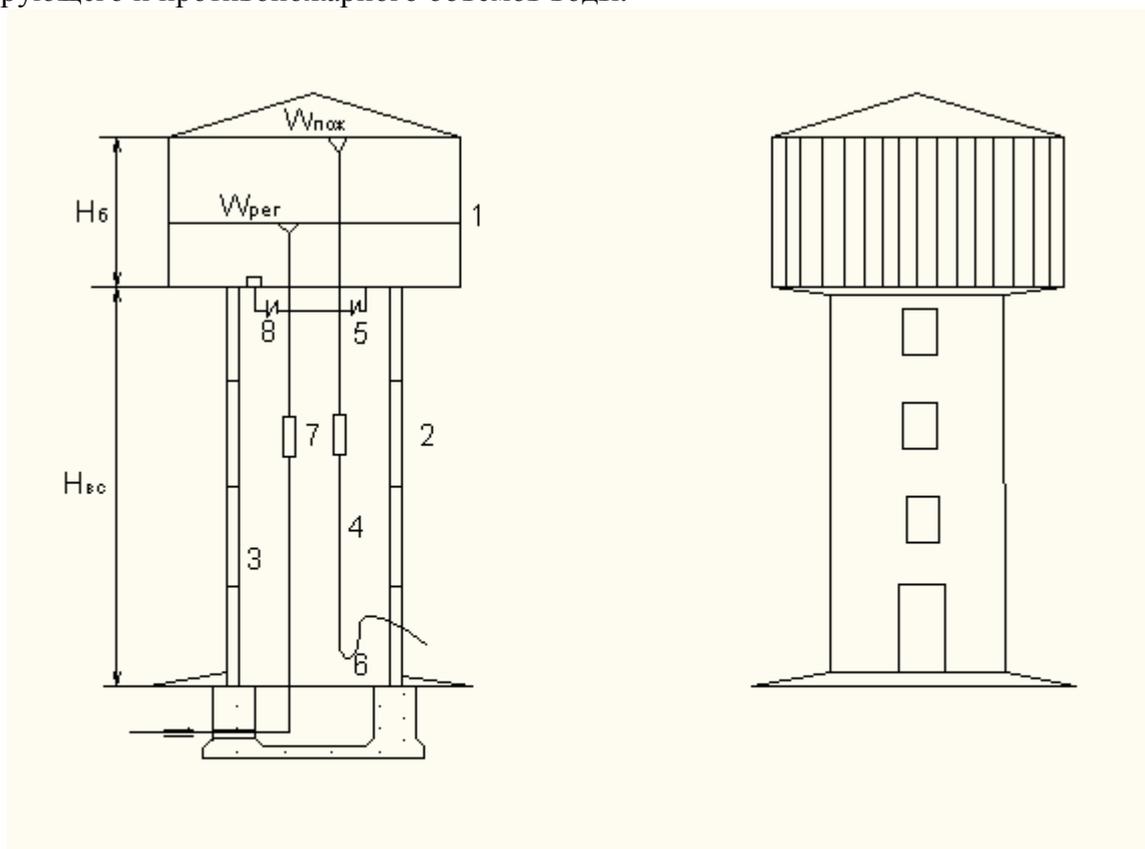


Рис. 7. Схема водонапорной башни.

Таким образом общий объем бака башни

$$W_{\text{бак}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}}, \text{ м}^3 \quad (7.1.)$$

где $W_{\text{рег}}$ – регулирующий объем, м^3 ;

$W_{\text{пож}}$ – противопожарный объем, м^3 .

Регулирующий объем служит для согласования режимов водопотребления и водоподачи. Его можно определить двумя способами: графоаналитическим и табличным. Табличный способ точнее, а графический нагляднее. Оба способа основаны на совмещении суточных графиков почасового водопотребления в сети и подачи воды в сеть через водонапорную башню насосной станцией второго подъема.

Графоаналитический способ.

Регулирующий подъем при этом способе определяется с помощью графика водопотребления и водоподачи (рис. 3).

$$W_{\text{рег}} = \frac{P_{\text{и}} + P_{\text{н}}}{100} \cdot \Sigma Q_{\text{сут.мах}}^{\text{сист}} \quad (7.2)$$

где $P_{\text{и}}, P_{\text{н}}$ — избыток и недостаток (максимальные значения) подачи насосной станции второго подъема относительно водопотребления, по интегральным графикам (рис. 3); $\Sigma Q_{\text{сут.мах}}^{\text{сист}}$ — расчётный максимальный объём суточного водопотребления (табл.2).

Табличный способ.

Определяется за каждый час, сколько воды поступает в бак водонапорной башни и сколько расходуется из него, вычисляют остаток воды в баке. При подсчете остатков некоторые значения могут быть отрицательными, что не может быть. Учитывая, что в час с максимальным по модулю отрицательным остатком регулирующий объём бака полностью использован, фактический остаток воды в этот час принимают равным нулю, а все остальные значения остатка соответственно увеличивают. Максимальный фактический остаток воды в баке при этом будет равен регулируемому объёму. Расчеты по определению регулирующего объёма удобно вести в табличной форме, таблица 9.

Почасовое водопотребление системы принято согласно таблицы 2. Подача воды НС-2 принята в соответствии с установленным режимом работы НС-2, в м³/ч.

Учитывая саморегулирующую способность центробежных насосов, рекомендуется регулирующий объём уменьшать: при схеме питания сети с проходным резервуаром -на 10-15%, с контррезервуаром – на 30-40%.

Противопожарный объём воды включает в себя, как правило, 10-минутные объёмы воды на тушение наружного и внутреннего пожаров.

Тогда

$$W_{\text{пож}} = W_{\text{н.п.}} + W_{\text{в.п.}} = (Q_{\text{н.п.}} + Q_{\text{в.п.}}) \cdot T, \text{ м}^3 \quad (7.3)$$

где $Q_{\text{н.п.}}, Q_{\text{в.п.}}$ - расходы воды на тушение соответственно наружного и внутреннего пожара, м³/с;

Таблица 9.

Определение регулирующей емкости водонапорной башни

Часы суток	Водопотребление из сети, м ³ /ч	Подача воды НС-2, м ³ /ч	Поступление в бак водонапорной башни, м ³	Расход воды из бака водонапорной башни, м ³	Расчётный остаток воды в баке, м ³	Фактический остаток воды в баке, м ³
1	2	3	4	5	6	7
0-1						
1-2						
...						
23-24						
Всего	$Q_{\text{сут.мах}}^{\text{сист}}$					

Величина расходов на тушение внутреннего и наружного пожаров зависит от степени огнестойкости, объема и назначения зданий, количества жителей и этажности застройки (таблица 11 и 12 приложение).

Примечание. При обосновании допускается хранение в баке башни полного (трехчасового) противопожарного объема.

Размеры бака определяются по формуле

$$W_6 = F_6 \cdot H_6 = \frac{\pi \cdot D_6^2}{4} \cdot H_6, \text{ м}^3 \quad (7.4)$$

где F_6 – площадь бака, м^2 ;

D_6 – диаметр бака, м;

H_6 – высота бака, м.

Приняв $D_6/H_6 = 0,8 \dots 1,2$, получим

$$D_6 = \sqrt[3]{\frac{4W_6}{(0,8 \dots 1,2) \cdot \pi}}, \text{ м} \quad (7.5).$$

Определение высоты башни. Высоту водонапорной башни следует определять из того условия, чтобы при питании сети из нее был обеспечен требуемый свободный напор в диктующей точке при самом низком уровне воды в баке, то есть

$$H_{\text{в.б.}} = H_{\text{св}} + \Sigma h_c + (Z_1 - Z_2), \text{ м} \quad (7.6)$$

где $H_{\text{св}}$ – требуемый свободный напор в сети, м;

Σh_c – сумма потерь напора на участках сети, м;

Z_1, Z_2 – отметки поверхности земли соответственно в диктующей точке сети и у водонапорной башни.

Таким образом, начальным этапом при определении высоты водонапорной башни является определение диктующей точки на территории водоснабжаемого объекта. Такой точкой является точка, ориентируясь на которую можно получить возможно большую высоту башни. Как правило, этой точкой является наиболее отдаленная и высокорасположенная водоразборная точка на сети. Имея в виду, что такое сочетание не всегда однозначно, определение положения диктующей точки является задачей технико-экономических расчетов. При наличии на сети нескольких возможных диктующих точек для каждой из них производится определение высоты водонапорной башни. Вариант, определяющий наибольшую высоту, и является расчетным. В системах сельскохозяйственного водоснабжения в качестве диктующей точки можно принять узел сети с максимальным требуемым свободным напором. Величина требуемого свободного напора зависит от этажности зданий и принимается равной для одноэтажной застройки 10 м. При большей этажности на каждый последующий этаж следует добавлять 4 м.

7.2. Автоматические водоподъемные установки

Составление режимов водопотребления и водоподачи, а также обеспечение в сети требуемых свободных напоров возможно не только устройством па сети водонапорной башни, но и нашедших распространение, автоматических водоподъемных установок типа ВУ (рис. 8). В отличие от башен водоподъемные установки характеризуются компактностью, автоматизацией всего процесса водоподачи, меньшей металлоемкостью. В тоже время такие недостатки, как малый регулирующий объем ее бака, частое включение и выключение насоса, резкое колебание давлений в сети сужает область их применения.

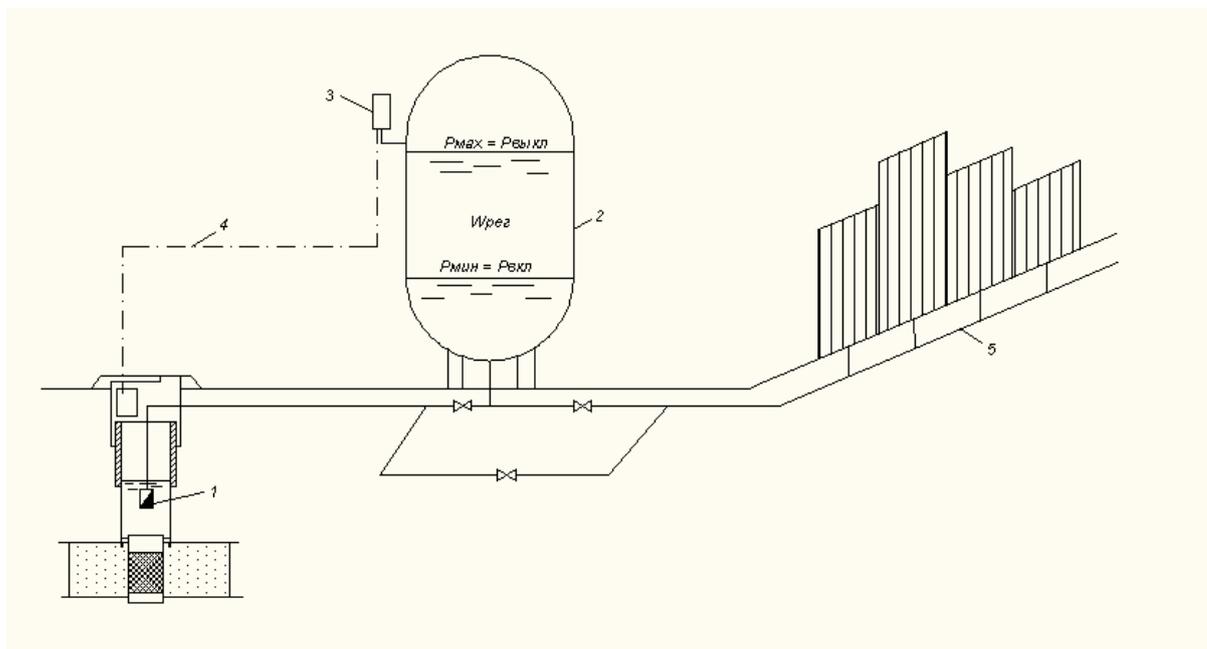


Рис. 8. Схема автоматической водоподъемной установки типа ВУ.

Их применение целесообразно для снабжения водой отдельно стоящих высотных зданий, микрорайонов повышенной этажности, ферм и населенных пунктов при расходах воды до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Работа установок типа ВУ протекает следующим образом: в периоды когда насосы 1 подают воды больше, чем потребляет водоснабжаемый объект, часть воды поступает в гидропневмабак 2. Давление сжимаемого в нем воздуха повышается и когда оно достигает верхнего предела, на которое отрегулировано реле давления 3, происходит разрыв электрической цепи 4 и выключение насоса. В дальнейшем вода подается к местам потребления под действием давления воздуха в баке ($P_{max} = P_{выкл}$). По мере опорожнения бака давление в нем падает, и когда оно достигнет нижнего предела, на которое отрегулировано реле давления ($P_{min} = P_{вкл}$), последнее включает насос в работу. Объем воды, заключенный между уровнями воды в баке, соответствующими давлению включения ($P_{вкл}$) и выключения ($P_{выкл}$) насоса, - регулирующий объем.

Такой повторно - кратковременный режим работы ВУ обеспечивает максимальное приближение режима водоподдачи.

Расчет автоматической водоподъемной установки ведется в следующей последовательности:

1. Определяется производительность установки

$$Q_y = (1 - 1,2) \cdot Q_{раст.}^{сист}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.7)$$

где $Q_{раст.}^{сист}$ - расчетный расход системы, $\text{м}^3/\text{ч}$.

2. Определяется напор установки

$$H_y = H_{св} + \Sigma h_c + (Z_1 - Z_2), \text{ м}, \quad (7.8)$$

где $H_{св}$ - требуемый свободный напор в диктующей точке сети, м;

Σh_c - потери напора на участках сети ВУ до диктующей точки, м;

Z_1, Z_2 - отметки поверхности земли соответственно у диктующей точки сети и у водоподъемной установки.

3. Определяются значения давления и выключения насосов:

$$P_{вкл} = \frac{H_y}{1,15}; P_{выкл} = \frac{P_{вкл} + 10}{\alpha} - 10 \text{ м. вод. ст.}, \quad (7.9)$$

где $\alpha = 0,8-0,75$ - для малонапорных установок ($H_y \leq 50 \text{ м}$),

$\alpha = 0,75-0,65$ - для средненапорных установок ($H_y = 50-100$ м).

4. Определяется регулирующий объем гидропневмобака

$$W_{\text{ри}} = \frac{Q_y}{4 \cdot n}, \text{ м}^3 \quad (7.10)$$

где n - число включений насоса за час, $n = 4-10$ раз.

5. Определяют полный объем гидропневмобака.

$$W = W_{\text{рег}} \cdot \frac{\beta}{1-\alpha}, \text{ м}^3 \quad (7.11)$$

где $\beta = 1,2 - 1,3$ - коэффициент запаса емкости бака;

$$\alpha = \frac{P_{\text{вкл}}}{P_{\text{выкл}}} \quad (7.12)$$

Пример режима работы водоподъемной установки приведен на рис. 9.

8. Расчет насосной станции второго подъема

Насосная станция второго подъема служит для забора воды из резервуара чистой воды и подачи ее в сеть в требуемом объеме, под требуемым напором и бесперебойно, при оптимальном режиме их работы. Таким образом, эксплуатационные качества насосов характеризуются тремя параметрами: производительность Q_n , напором H_n и мощностью N_n .

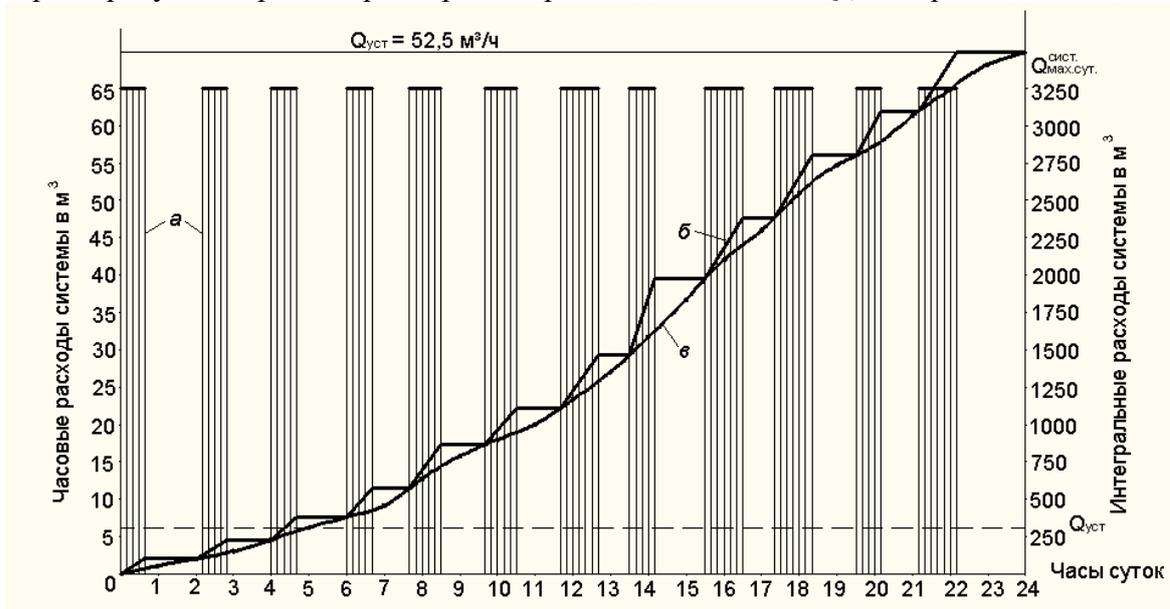


Рис. 9. График режима работы автоматической водоподъемной установки.

Как уже было сказано выше, расчет всех сооружений водопровода должен вестись с учетом их тесной взаимосвязи. Поэтому производительность насоса, определяется не только потребностью водопотребителя в воде, но и режимом его работы, обуславливающим минимальный регулирующий объем бака башни. Тогда

$$Q_n = \frac{Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист}}}{T_{\text{опт}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (8.1)$$

$Q_{\text{макс.сут.}}^{\text{сист}}$ - максимальный суточный расход системы, м^3 ;

$T_{\text{опт}}$ - оптимальный период работы насоса, обеспечивающий минимальный регулирующий объем бака башни, ч.

Напор насоса в башенных системах водоснабжения определяют с таким расчетом, чтобы можно было подавать воду в бак водонапорной башни. При этом, учитывая схему питания сети, то есть взаимное расположение башни и насосов по отношению к водопроводной сети, напор насоса будет определяться по формулам:

При схеме питания сети с контррезервуаром (см.рис. 5.6)

$$H_H = H_{ВВ} + H_B + \Sigma h_c + h_{\text{вод}} + (Z_2 - Z_0), \text{ м}, \quad (8.2)$$

При схеме с проходным резервуаром (см.рис. 5а)

$$H_H = H_{нб} + H_6 + h_{\text{вод}} + (Z_2 - Z_0), \text{ м} \quad (8.3)$$

где $H_{ВВ}$ – высота водонапорной башни;

H_B – высота слоя воды в баке башни;

$h_{\text{вод}}$ – потеря напора в водоводе;

Σh_c – потеря напора в сети;

Z_2, Z_0 – соответственно отметка поверхности земли у водонапорной башни и наинизшего уровня воды в резервуаре чистой воды.

Мощность насоса определяется по формуле

$$N_H = \frac{Q_H \cdot H_H}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (8.4)$$

где Q_H – производительность насоса, л/с;

H_H – напор насоса, м;

η – к.п.д. насоса, $\eta = 0,7 \dots 0,75$.

При выборе типа насосов и количества рабочих агрегатов необходимо руководствоваться рекомендациями СНиП 2.04.02-84 п.7.1.-7.3.

9. Расчет резервуара чистой воды

Резервуар чистой воды согласовывает режимы работы станции очистки воды и насосной станции второго подъема, а также содержание запаса воды на противопожарные нужды и на технические нужды очистной станции.

$$W_{\text{РЧВ(пол)}} = W_{\text{рег}}^1 + W_{\text{пож}}^1 + W_{\text{хоз}} + W_{\text{оч}}, \text{ м}^2 \quad (9.1)$$

где $W_{\text{рег}}^1$ – регулирующий объем РЧВ определяемый по совместному графику поступления воды в РЧВ с очистной станции и графику работы НС-2.

$$W_{\text{рег}}^1 = \frac{P_H^1 + P_H^2}{100} \cdot \Sigma Q_{\text{сут.макс}}^{\text{сист}}, \text{ м}^3$$

где P_H^1, P_H^2 – максимальный избыток и недостаток поступления воды в РУВ относительно интегрального графика работы НС-2, в процентах от $\Sigma Q_{\text{сут.макс}}^{\text{сист}}$;

$W_{\text{пож}}^1$ – неприкосновенный противопожарный запас воды в РУВ рассчитанный на тушение пожаров в течении 3 часов.

$W_{\text{хоз}}$ – хозяйственный объем, объем воды потребляемый за три смежных часа наибольшего водопотребления объекта водоснабжения, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$W_{\text{оч}}$ – объем воды на нужды очистной станции.

$$W_{\text{оч}} = (0,01 \dots 0,015) \cdot \Sigma Q_{\text{сут.макс}}^{\text{сист}}, \text{ м}^3 \quad (9.4)$$

Для обеспечения надежности водоснабжения в системе сельских водопроводов рекомендуется устраивать два резервуара чистой воды, дающих в сумме расчетную емкость.

10. Проектирование водопроводной сети в вертикальной плоскости

Проектирование водопроводной сети в вертикальной плоскости включает:

- построение водопроводного профиля водопроводной сети;
- построение линий требуемых свободных и пьезометрических напоров сети.

11. Детализация узлов водопроводной сети

К Детализовка сети выполняется в целях составления спецификации фасонных частей и арматуры, посредством которых осуществляется монтаж водопроводной сети и ее эксплуатации. При составлении детализовки узлов сети (рис.11) в первую очередь намечают места установки на ней задвижек, вантузов, водовыпусков, упоров и т.д.

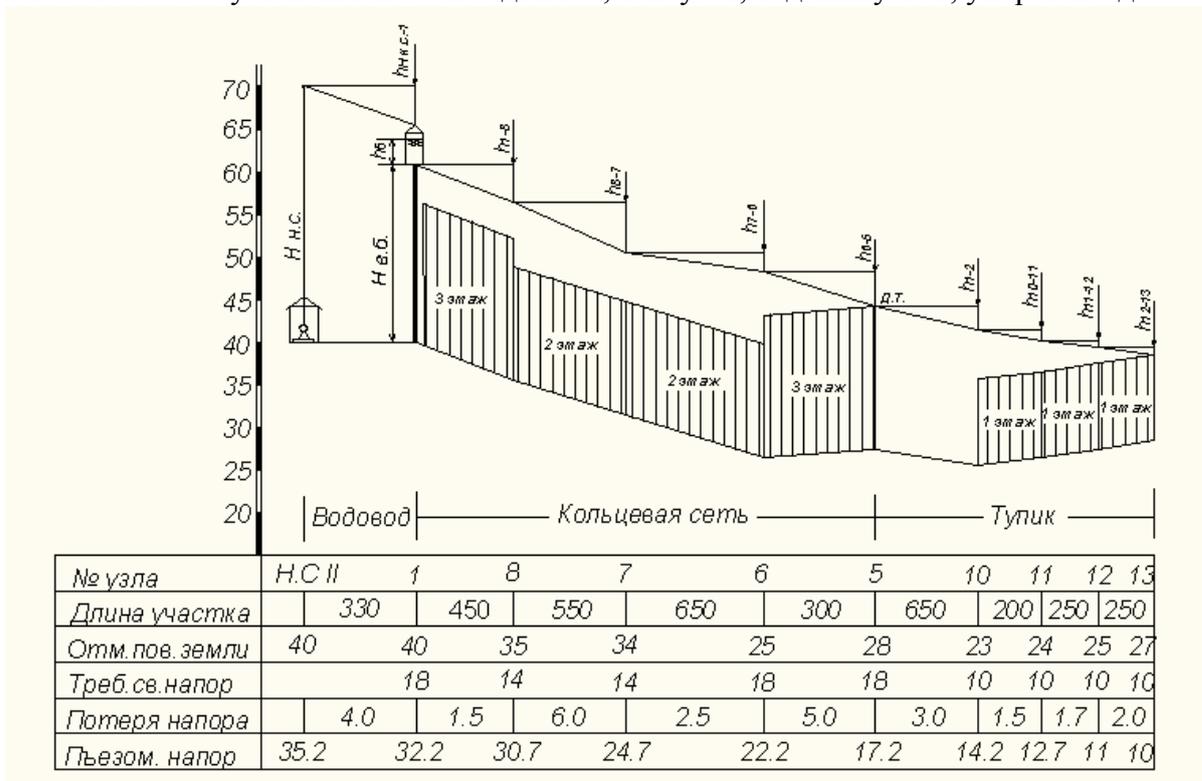


Рис. 10. Продольный профиль трассы водонапорной сети.

Задвижки на участках водопроводной сети следует размещать таким образом, чтобы при отключении их на ремонт отключалось одновременно не более пяти пожарных гидрантов. Вантузы надлежит предусматривать в повышенных переломных точках профиля, а водовыпуски — в пониженных его точках. Упоры устраиваются в местах поворота раструбных труб, а также труб, соединяемых муфтами.

Наименование	Обозначение		Эскиз
	в документе	на схеме	
Патрубок фланец-гладкий конец	ПФГ		
Тройник фланцевый	ТФФ		
Крест фланцевый	КФФ		
Угол фланцевый	УФФ		
Отвод фланцевый	ОФФ		
Переход фланцевый	ПФФ		
Двойной раструб	ДР		
Крест фланцевый подставка	ППКФФ		
Водопровод- ный колодец	ВК		
Пожарный гидрант	ПГ		
Водоразборная колонка			

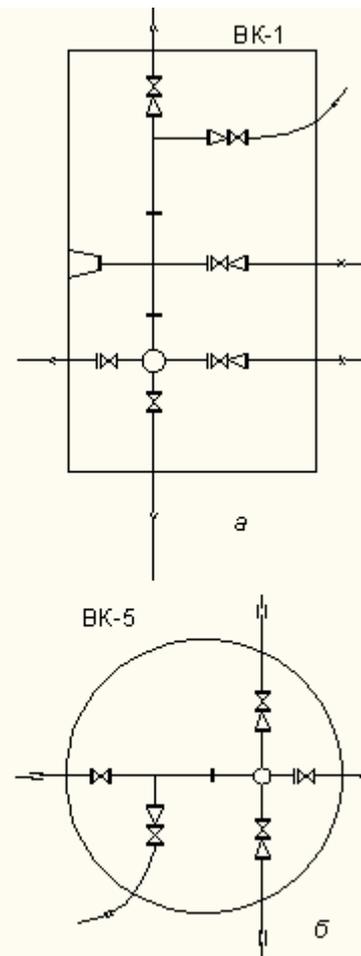


Рис.11. Пример детализовки узлов водопроводной сети из чугунных (а) и асбестоцементных (б) труб.

Для составления спецификации фасонных частей и арматуры детализовка выполняется, как правило, без масштаба. Для определения же размеров в плане водопроводных колодцев детализовка выполняется в масштабе с учетом рекомендаций СНиП 2.04.02.-84, п. 8.63. размеры фасонных частей и арматуры определяют с помощью таблиц 13-19 приложения. Типы наиболее часто встречающихся фасонных частей приведены на рис. 11.

12. Техничко-экономическая оценка инженерных решений при проектировании систем водоснабжения

Основным фактором повышения эффективности капитальных вложений является экономически обоснованный выбор проектных решений. Экономическому сравнению подлежат технически осуществляемые варианты, которые в одинаковой степени обеспечивают производство запланированного объема продукции необходимого качества, удовлетворяют санитарно-техническим требованиям и улучшают условия труда и быта населения.

При проектировании систем водоснабжения технико-экономическому сравнению можно подвергнуть следующие их проектные решения:

1. Различные системы водоснабжения (централизованная, децентрализованная, комбинированная);

2. Различные схемы питания сети (с контррезервуаром, с проходным резервуаром, комбинированную);
3. Различный материал труб сети (чугунные, асбестоцементные, пластмассовые и т.д.);
4. Различное число часов работы насосной станции, питающей сеть;
5. Место хранения противопожарного запаса воды (в подземном резервуаре, в баке башни);
6. Различные источники водоснабжения (поверхностные, подземные артезианские воды);
7. Целесообразность внедрения новой техники (механизация, автоматизация и др.) и так далее.

При экономической оценке проектных решений следует сравнивать технико-экономические показатели только по тем сооружениям и оборудованию, которые не повторяются в одинаковом размере в сравниваемых вариантах. Экономические показатели включают в себя прежде всего затраты на строительство (капитальные), приведенные затраты, себестоимость 1 м³ поданной водопотребителю воды и срок окупаемости.

Сравнительная оценка экономической эффективности технически возможных вариантов определяется по приведенным затратам и себестоимости 1 м³ воды поданной водопотребителю.

12.1 Определение капитальных затрат

В состав капиталовложений по рассматриваемым вариантам должны быть включены стоимости всех сооружений проектного решения. Определение стоимости сооружений сравниваемых вариантов производится по укрупненным показателям, приведенным, в табл. 20- 25 приложения. Капитальные затраты по каждому варианту удобно свести в таблицу 10.

Таблица 10.

Капитальные затраты и амортизационные отчисления по сооружениям водопровода

Сооружения	Единицы измерения	Количество единиц	Стоимость единицы, тыс. руб.	Общая стоимость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления, А	
					Норма, а, %	Годовые, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
Итого:				ΣК	А	
Накладные расходы – 19,8%				v	v	
Плановые накопления – 8%				v	v	
Всего:				v	v	

12.2 Эксплуатационные затраты и их расчёт

Общие эксплуатационные затраты включают в себя две статьи затрат: прямые эксплуатационные затраты $C_{п}$, и амортизационные отчисления, то есть:

$$C_{э} = C_{п} + A \quad (12.1)$$

Прямые эксплуатационные затраты включают в себя, как правило, затраты: на содержание эксплуатационного штата $C_{шт}$; электроэнергию $C_{эл}$; реагенты $C_{р}$ (при необходимости реагентной очистки воды), прочие расходы $C_{пр}$.

12.2.1. Определение затрат на содержание эксплуатационного штата

Численность эксплуатационного персонала водопровода зависит от его мощности, необходимости и способов очистки воды, протяженности водопроводной сети, географического положения водоснабжаемого объекта и т.д.

Штатное расписание обслуживающего и административного персонала составляется на каждое сооружение или на водопровод в целом с указанием численности по должностям и профессиям.

Фонд заработной платы определяется на основе среднегодовой заработной платы по категориям работающих с учётом всех видов оплаты и премий с отчислениями на социальное и другие виды страхования. Расчеты по определению расходов на содержание штата производятся в табличной форме в соответствии с принятым штатным расписанием. Ориентировочно для сельскохозяйственных водопроводов можно принять следующий штат на одну смену (таблица 11).

Таблица 11

Расходы на содержание штата.

Наименование должности	Количество единиц	Месячный оклад	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.
Зав. водопроводом	1	1000	
Старший механик	1	1000	
Сменный механик	1	900	
Начальник очистных сооружений	1	1000	
Фильтровальщик	1	700	
Лаборант	1	750	
Слесарь водопроводчик	1	750	
Слесарь	1	700	
Подсобные рабочие	2	700	
Итого:			
Начисления на зарплату - 30% от годового фонда заработной платы. Всего:			

12.2.2. Определение затрат на электроэнергию

Стоимость фактически израсходованной за год энергии определяется по формуле:

$$C_{эл} = \beta \cdot N \cdot T \cdot r, \quad (12.2)$$

где $\beta = 1,03$ – коэффициент, учитывающий стоимость обтирочных и смазочных материалов;

N — мощность рабочих агрегатов насосных станций, кВт;

T — число часов работы насосной станции в году, ч;

r — стоимость 1 кВт / ч энергии, руб.

Расчеты по определению затрат на электроэнергию удобно вести в таблице 12.

Затраты на электроэнергию

Наименование насосной станции	Мощность рабочих вариантов, N, кВт	Продолжительность работы насосов в году, T, г	β	Стоимость 1 кВт энергии, г, руб.	Стоимость электроэнергии, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
			1,03		1
Итого:					$C_{эл}$

12.2.3. Определение затраты на реагенты

Годовые затраты на обработку воды различными химическими реагентами определяются по формуле:

$$C_p = \frac{Q \cdot a \cdot B}{P \cdot 10^6}, \text{руб} \quad (12.3)$$

где Q – годовая производительность очистных сооружений, м^3 ;

a – доза реагента, $\text{г}/\text{м}^3$;

B – стоимость 1 т реагента, руб (Приведены в таблице 26 приложения);

P – содержание активной части вещества реагенты в продажном продукте в долях.

12.2.4. Прочие эксплуатационные затраты

К числу прочих относят, как правило, затраты на отопление, освещение зданий и сооружений водопровода, износ и ремонт быстроизнашивающихся инструментов и инвентаря, расходы по технике безопасности и охране труда и т.п.

Расходы по данной статье затрат принимаются в размере 3% от общей стоимости годовых прямых эксплуатационных затрат.

12.2.5. Амортизационные отчисления

Годовые расходы на амортизацию сооружений и оборудования A определяются по формуле:

$$A = K \cdot a, \text{ тыс.руб}, \quad (12.4)$$

где K – строительная стоимость сооружений, тыс.руб.;

a – норма отчислений от строительной стоимости сооружений, долей.

Норма амортизационных отчислений приведена в таблице 27 приложения.

12.3. Приведенные затраты

Приведенные затраты являются показателем экономической эффективности капитальных вложений.

Выбор варианта проектного решения производится, как правило, по минимуму приведенных затрат. Приведенные затраты представляют собой сумму текущих издержек (себестоимости) и единовременных затрат, приведенных к одинаковой размерности с помощью нормативного коэффициента эффективности.

$$П = C_3 + E_n \cdot K, \text{ тыс.руб}. \quad (12.5)$$

где C_3 — общие эксплуатационные затраты, тыс.руб.;

E_n — нормативный коэффициент капитальных вложений, $E_n = 0,12$;

K — общие капитальные затраты, тыс.руб.

Разность приведенных затрат по двум вариантам ($П_1$ и $П_2$) дает величину годового экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = \Pi_1 - \Pi_2, \text{ тыс.руб.} \quad (12.6)$$

Определение приведенных затрат удобно свести в таблицу 13.

Таблица 13

Экономические показатели

№ варианта	Наименование проектного решения	Общие кап. затраты, $C_{п}$, тыс.руб.	Прямые эксп-е затраты, $C_{п}$, тыс.руб.	Амортизационные отчисления, А, тыс.руб.	Приведённые затраты, Π , тыс.руб.	Экономический эффект, \mathcal{E} , тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7

12.4. Себестоимость 1 м^3 воды и срок окупаемости

Себестоимость единицы продукции является важным показателем эффективности проектных решений, определяющим их срок окупаемости.

Себестоимость 1 м^3 поданной водопотребителю воды определяется по формуле:

$$S = \frac{C_3}{W_T} = \frac{C_3}{Q_{\text{ср.сут.}} \cdot 365}, \text{ руб./м}^3 \quad (12.7)$$

где C_3 — общие эксплуатационные затраты ,руб.;

$Q_{\text{ср.сут.}}$ — средний суточный объем воды, потребляемый водоснабжаемым объектом, м^3 .

Срок окупаемости капитальных вложений по водопроводу определяется по формуле:

$$T = \frac{K}{\text{ЧД}}, \text{ лет,} \quad (12.8)$$

где K — общие капитальные затраты, тыс.руб.;

ЧД — чистый доход, тыс.руб.

Чистый доход в системах водоснабжения, обслуживающий животноводческий сектор, должен включать в себя прибыль от прироста веса животных и повышения удоев, связанных с механизацией доения, т.е.

$$\text{ЧД} = \frac{\Gamma \cdot \text{Ж} \cdot P_n \cdot \text{Ц}_c}{100}, \text{ тыс. руб.} \quad (12.9)$$

$$\text{ЧД} = \frac{N \cdot K \cdot P_n \cdot \text{Ц}_M}{100}, \text{ тыс. руб.} \quad (12.10)$$

где Γ — количества голов скота;

Ж — живой вес до механизаций водоснабжения, кг;

$P_n = 3-5\%$ — прирост живого веса;

Ц_c — закупочная цена мяса, руб./ц;

N — средний надой, л;

K — количество дойных коров;

$P_n = 10-15\%$ — повышение удойности;

Ц_M — закупочная цена молока, руб./ц.

Чистый доход от продажи воды предприятием определяется разностью между закупочной ценой Ц и себестоимостью S 1 м^3 воды, т.е.

$$\text{ЧД} = (\text{Ц} - S) \cdot W_T, \text{ тыс. руб.} \quad (12.11)$$

где W_T — годовой объем воды, потребляемый предприятием, м^3 ,

13. Техничко-экономические показатели проекта водоснабжения

Примерный состав технико-экономических показателей проекта водоснабжения дан в таблице 14.

Таблица 14.

Основные ТЭП по сельскохозяйственному водоснабжению

Название объекта			
Показатели	Ед. измерения	Обозначения	Численное значение показателей
1	2	3	4
I группа - задачи, поставленные перед проектом			
Площадь водоснабжаемого объекта	га	F	
Годовое потребление воды	м ³	W _{год}	
Численность населения	чел	N	
Скот в личной собственности	голов	N ₁	
Общественное поголовье скота	голов	N ₂	
Этажность застройки	этаж	N	
Протяженность сети	км	1	
II группа - капитальных затрат			
Суммарные капитальные вложения по водопроводу	тыс. руб.	K	
в том числе:			
Водозабор		K _{ВОДЗ.}	
Станция очистки воды, резервуары чистой воды		K _С K _{РЕЗ}	
Насосная станция		K _{НС}	
Водоводы		K _{ВОД}	
Водонапорная башня		K _{ВБ}	
Водопроводная сеть		K _{ВС}	
Удельные кап. вложения на 1 м ³ ежегодно подаваемой воды	руб./м ³	K W _{ГОД}	

1	2	3	4
III группа - годовые издержки			
Суммарные годовые издержки	тыс. руб.	C_{Σ}	
В том числе: Зарботная плата штата Электроэнергия Реагенты Прочие Амортизационные отчисления Себестоимость 1 м^3 воды	руб./ м^3	$C_{\text{Ш}}$ $C_{\text{ЭЛ}}$ $C_{\text{Р}}$ $C_{\text{ПР}}$ А S	
IV группа - использование средств производства			
Мощность системы водоснаб-я Мощность насосов, питающих сеть Мощность водозабора	$\text{м}^3/\text{с}$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{расч}}^{\text{сист}}$ $Q_{\text{НС}}$ $Q_{\text{вод}}$	
V группа- экономическая эффективность проектного решения			
Прибыль системы водоснабжения	тыс. руб.	ЧД	
Основной срок окупаемости	лет	T	
Приведенные затраты	тыс. руб.	П	
V группа — экономическая эффективность проектного решения			
Прибыль системы водоснабжения	тыс. руб.	ЧД	
Основной срок окупаемости	лет	T	
Приведенные затраты	тыс. руб.	П	

Литература

1. Оводов В.С., Ильин В.Г. Проектирование сельскохозяйственного снабжения и обводнения. - М., 1962
2. Бородин И.В. Технология и организация строительства водопроводных сетей и сооружений. - М., 1972.
3. Шифрин С.М. Экономика водопроводно-канализационного строительства и хозяйства - М., 1972..
4. Зацепин В.Н. Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений - М., 1973,
5. Абрамов Н.Н. Водоснабжение.- М., 1974.
6. Староверов И.Г. и др. Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация. - М.: Стройиздат, 1975.
7. Басс. Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты.- Киев, 1977.
8. Карамбилов М.А. сельскохозяйственное водоснабжение. -М., 1978.
9. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчёта Свальных, чугунных и пластмассовых труб. — М., 1979.
10. Оводов В .С: Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение.
- Москва.: Колос, 1984.
11. СНиП 2.04.02. - 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- М., 1985.
12. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчет устройств водоснабжения. - Киев, 1981.
13. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. — Киев.: высшая школа, 1980.
14. Лошнов В.П.-, Шуссер Я.М. Справочник по с/х водоснабжению. - М.: Колос, 1980.
14. Сабашвили Р.Г. Гидравлика, гидравлические машины и водоснабжение с/х:
Учебное пособие для вузов. — М.: Колос, 1997.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 **Нормы расхода воды в коммунальном производственном и животноводческом секторах**

№ п. п.	Назначение воды (потребители)	Измеритель	Среднесуточное водопотребление л/сут	Коэффициент часовой неравномерности
1	2	3	4	5
1	Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн	1 жит.	125-160	2,5-1,35
2	То же с газоснабжением	1 жит.	130-160	3,2-1,4
3	Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	1 жит.	150-180	2,9-1,3
4	То же с газовыми нагревателями	1 жит.	180-230	2,6-1,25
5	Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения	1 жит.	275-400	2,4-1,2
6	Застройка зданиями, не оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с водопользованием из водоразборных колонок	1 жит.	30-50	3,0-2,0
7	Баня	1 посет.	125-180	10
8	Больница	1 койка	250-300	2,5
9	Школа-интернат	1 место	200-220	2,0
10	Общежития с общими душевыми	1 жит.	75-100	2,5
11	Общежития без душевых	1 жит.	50-75	2,5
12	Расход на поливку улиц и зеленых насаждений	1 м ²	1,5-4,0	-
13	Учебные заведения	1 уч.	15-20	2,0
14	Административные здания	1 раб.	10-15	2,0
15	Жилые дома с централизованным горячим водоснабжением, оборудованными умывальниками, мойками, душами	1 жит.	230	-
16	Прачечные механизированные	1 кг белья	60-90	-
17	Молокозавод	1 т молока	5600-20000	-
18	Маслодельный завод	1 т прод.	35000-44000	-
19	Хлебозавод	1 т прод.	1500-5600	-
20	Заводы по производству бетона	1 м ³ бетона	225-325	-

21	Кирпичный завод	1 тыс. шт.	1000-1700	-
22	Столовая	1 блюдо	12	-
23	Теплицы	1 м ²	6-15	-
24	Механические мастерские	1 станок	35-50	-
25	Гаражи (мойка и заправка)	1 авто.	140-600	-
26	На ремонт 1 трактора	1 трактор	1500	-
27	Коровники при ручной дойке, без автопоилок	1 гол.	70-100	-
28	Коровники при механической дойке	1 гол.	100-150	-
29	Телятники	1 гол.	30-40	-
30	Конюшни	1 гол.	60-80	-
31	Овчарни	1 гол.	6-15	-
32	Свинарники	1 гол.	25-95	-
33	Куры	1 гол.	1-1,5	-
34	Гуси, утки	1 гол.	2-2,5	-

Примечание. Для районов, застроенных зданиями с централизованным горячим водоснабжением, следует принимать непосредственный отбор горячей воды из тепловой сети в среднем за сутки 40% общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды (СНиП 2.04.02-84, п. 2,1).

Таблица 2

Значение коэффициента β и максимальных коэффициентов часовой неравномерности ($K_{ч.макс.}$) при $\alpha_{макс.} = 1,2...1,4$

Кoeff- фициент	Значение β при количестве жителей в населенном пункте, тыс. чел. (до)																
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и бол
$\beta_{макс}$	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{мин}$	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1
$K_{ч.макс.}$ (пределы)	5,4	4,8	4,2	3,6	3,0	2,64	2,4	2,16	1,92	1,8	1,68	1,56	1,44	1,38	1,32	1,26	1,20
	6,3	5,6	4,9	4,2	3,5	3,08	2,8	2,52	2,24	2,1	1,96	1,82	1,68	1,61	1,54	1,47	1,44

Таблица 3

Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте

Число жителей, тыс.	Расчетное число одновременных пожаров	Расход воды на один пожар (л/с) при высоте застройки	
		До двух этажей	Три этажа и более
До 0,2	1	2,5	-
До 0,5	1	5	-
До 5	1	10	10
До 10	1	10	15
До 25	2	10	15
До 50	2	20	25

Таблица 4

Расходы воды по часам суток различными потребителями и секторами, % от м³/сут или м³/смену

Часы суток	Центральные усадьбы хозяйств		Микрорайоны до 4,0 тыс. чел.	K _ч =1,25	K _ч =1,35	K _ч =1,4	K _ч =1,5	K _ч =1,6	K _ч =1,7	K _ч =1,8	K _ч =1,9	K _ч =2,0	Крупные потребители коммунального сектора						Животноводческий сектор					Производственный сектор				
	Колич. жителей												K _ч =1,3	K _ч =1,5	K _ч =1,45	Больницы, гостиницы K _ч =2,5	Столовые K _ч =3,0	Детсады	Общезия, ингернаты	Бани K _ч =8 ч	Бани K _ч =16	По данным ВНИИГ им	По данным ЮжНИИГ им	При автополах и мех. дойке	При отсутствии автополок	Секор в целом	Котельная	Холодные цеха
	0,5-1,0 тыс. жит.	0,2-0,5 тыс. жит.																										
	K _ч =1,3	K _ч =1,5																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
0-1	2,0	2,7	2,1	3,35	3,0	2,98	1,5	2,44	2,8	1,96	1,36	0,75	0,2	-	-	0,15	-	-	3,1	2,0	0,5	-	1,0	2,5	12,5			
1-2	2,0	2,7	1,5	3,25	3,2	1,92	1,5	1,36	1,14	0,96	0,69	0,75	0,2	-	-	0,15	-	-	2,1	2,0	1,0	-	1,0	2,5	6,25			
2-3	3,2	2,7	1,0	3,30	2,5	1,91	1,5	1,26	1,02	0,83	0,53	1,0	0,2	-	-	0,15	-	-	1,9	2,0	0,5	-	1,0	2,5	6,25			
3-4	3,3	2,7	1,0	3,20	2,6	1,91	1,5	1,36	1,14	0,96	0,69	1,0	0,2	-	-	0,15	-	-	1,7	2,0	0,5	-	1,0	2,5	6,25			
4-5	4,3	2,7	1,1	3,25	3,5	2,36	2,5	1,61	1,35	1,12	0,74	3,0	0,5	-	-	0,15	-	-	1,9	2,0	2,2	-	1,5	2,5	18,75			
5-6	4,5	3,0	2,7	3,40	4,1	3,36	3,5	2,75	2,52	2,31	1,91	5,5	0,6	-	-	0,25	-	-	1,9	2,0	2,2	6,0	1,5	2,5	37,5			
6-7	5,0	4,0	4,0	3,85	4,5	4,9	4,5	5,13	5,21	5,28	5,38	5,5	3,0	12,0	5,0	0,3	-	-	3,3	3,0	4,6	3,0	4,0	7,5	6,25			
7-8	5,0	5,7	4,8	4,45	4,9	5,02	5,5	5,33	5,45	5,55	5,73	5,5	5,0	3,0	3,0	30,0	20	-	3,5	3,5	4,6	25,0	5,0	7,5	6,25			
8-9	5,5	6,3	5,4	5,20	4,9	5,68	6,25	6,42	6,76	7,12	7,81	3,5	8,0	1,0	15	6,8	20	6,25	6,1	6,5	10,2	12,2	5,0	7,5	12,5			
9-10	5,5	5,7	5,5	5,05	5,6	5,58	6,25	6,24	6,56	6,86	7,46	3,5	10	18,0	5,5	4,6	12	6,25	9,1	9,0	5,4	2,25	6,0	7,5	6,25			
10-11	5,5	5,7	5,3	4,85	4,9	5,14	6,25	5,52	5,08	5,82	6,07	6,0	6,0	18,0	3,4	3,6	12	6,25	8,6	8,5	7,2	0	8,0	2,5	6,25			
11-12	5,0	5,7	5,1	4,60	4,7	4,76	6,25	4,92	4,98	5,01	5,03	8,5	10	2,0	7,4	2,0	10	6,25	2,9	3,0	6,0	3,0	8,8	2,5	6,25			
12-13	5,0	5,0	4,8	4,60	4,4	4,03	5,0	3,82	3,7	3,58	3,30	8,5	10	1,0	21	3,0	8	6,25	3,3	3,5	4,2	2,25	7,0	2,5	18,75			
13-14	4,2	4,0	4,7	4,55	4,1	3,85	5,0	3,58	3,42	3,27	2,95	6,0	6,0	1,0	1,0	3,0	8	6,25	4,3	4,0	9,0	0	6,0	2,5	37,5			
14-15	5,5	4,5	4,7	7,75	4,1	3,66	5,5	3,32	3,14	2,96	2,6	5,0	5,0	4,0	2,4	3,0	10	6,25	4,2	5,0	6,5	0	5,0	2,5	6,25			
15-16	5,5	5,7	4,8	4,70	4,4	4,1	6,0	4,06	3,97	3,87	3,64	5,0	8,5	4,0	4,5	3,0	-	6,25	2,9	3,0	2,0	0	8,5	7,5	6,25			
16-17	5,0	6,3	4,8	4,65	4,3	4,5	6,0	4,51	4,49	4,45	4,34	3,5	5,5	4,0	4,0	4,0	-	6,25	10,0	10,0	4,2	0	5,5	7,5	12,5			
17-18	4,5	5,7	5,0	4,35	4,1	4,35	5,5	4,29	4,23	4,17	3,99	3,5	5,0	6,0	16	3,6	-	6,25	4,8	5,0	3,7	6,0	5,0	7,5	6,25			
18-19	4,5	4,0	5,3	4,40	4,5	4,63	5,0	4,72	4,74	4,73	4,69	6,0	5,0	3,0	3,0	3,3	-	6,25	2,9	3,0	8,2	13,0	5,0	7,5	6,25			
19-20	4,5	3,2	5,6	4,30	4,5	5,2	4,5	5,7	5,91	6,09	6,42	6,0	5,0	6,0	2,0	5,0	-	6,25	3,7	3,0	7,2	25,0	5,0	2,5	6,25			
20-21	3,5	3,2	6,0	4,30	4,5	5,48	4,0	6,07	6,34	6,61	7,11	6,0	2,0	7,0	2,0	2,6	-	6,25	2,6	2,5	3,5	2,25	2,0	2,5	18,75			
21-22	3,0	3,2	6,0	4,20	4,8	5,83	3,0	6,67	7,08	7,5	8,33	3,0	0,7	10,0	3,0	18,6	-	6,25	6,5	6,0	4,6	0	3,7	2,5	37,5			
22-23	2,0	2,8	5,5	3,75	4,6	5,37	3,0	5,88	6,13	6,35	6,77	2,0	3,0	-	-	1,6	-	6,25	5,3	5,5	1,0	0	3,0	2,5	6,25			
23-24	2,0	2,8	3,3	3,70	3,3	3,46	1,5	3,04	2,84	2,64	2,26	1,0	0,5	-	-	1,0	-	6,25	3,4	4,0	1,0	0	0,5	2,5	6,25			

Таблица 5

Экономические расходы, экономические скорости и гидравлические уклоны неовы стальных и чугунных труб при средних условиях эксплуатации

Условный проход d_y , мм	Расчетный внутренний диаметр d_p , мм	Экономический расход Q , м ³ /с		Экономическая скорость V , м/с		Гидравлический уклон 1000i, м	
		минимальный	максимальный	минимальный	максимальный	минимальный	максимальный
100	114	0,008	0,012	0,81	1,15	12,6	24,1
	102	0,006	0,009	0,72	1,14	11,7	27,2
125	133	0,012	0,016	0,86	1,15	11,5	19,7
	127,2	0,009	0,014	0,74	1,14	9,19	20,5
150	158	0,016	0,021	0,84	1,07	8,79	13,8
	152,4	0,015	0,024	0,81	1,32	8,56	21,4
175	170	0,021	0,023	0,95	1,25	1,95	16,9
	-	-	-	-	-	-	-
200	209	0,029	0,047	0,85	1,37	6,16	15,4
	202,6	0,024	0,043	0,76	1,33	5,27	15,2
150	260	0,048	0,072	0,9	1,36	5,25	11,3
	253	0,044	0,073	0,88	1,45	5,13	13,5
300	311	0,073	0,104	0,96	1,37	4,66	9,15
	304,4	0,074	0,106	1,02	1,46	5,32	10,7
350	363	0,106	0,140	1,02	1,35	4,29	7,31
	352,4	0,108	0,146	1,11	1,5	5,16	9,3
400	414	0,142	0,185	1,05	1,37	3,82	6,36
	401,4	0,148	0,196	1,17	1,55	3,83	8,42

Примечание. В числителе указаны значения для стальных труб, в знаменателе – для чугунных.

Таблица 6

Экономические расходы, экономические скорости и гидравлические уклоны асбестоцементных труб при $\lambda=0,75$

Условный проход d_y , мм	Расчетный внутренний диаметр d_p , мм	Экономический расход Q , м ³ /с		Экономическая скорость V , м/с		Гидравлический уклон $1000i$, м	
		минимальный	максимальный	минимальный	максимальный	минимальный	максимальный
ВТ-9							
100	100	0,005	0,009	0,69	1,17	5,8	15,5
150	141	0,014	0,023	0,83	1,5	6,71	16,4
200	189	0,024	0,043	0,86	1,53	4,06	12,0
250	235	0,044	0,071	1,01	1,64	4,29	10,5
300	279	0,072	0,102	1,18	1,67	4,62	8,84
350	322	0,104	0,144	1,28	1,77	4,53	8,31
ВТ-12							
100	96	0,005	0,009	0,75	1,28	-	-
150	135	0,014	0,023	1,01	1,64	8,29	20,4
200	181	0,024	0,043	0,93	1,67	5,02	14,9
250	228	0,044	0,071	1,08	1,74	4,99	13,2
300	270	0,072	0,102	1,26	1,78	5,43	10,4
350	312	0,104	0,144	1,36	1,88	5,29	9,72

Таблица 7 Расчетные расходы воды на наружное пожаротушение через гидранты на один пожар для промышленных предприятий

Степень огнестойкости	Категория производ. по пож. опасности	Расход воды на один пожар (л/с) при объеме зданий, тыс м ³				
		До 3	3-5	5-20	20-50	Более 50
I и II	Г, Д	5	5	10	10	15
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	5	10	15	25	35
III	В	10	15	20	30	40
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	-
IV и V	В	15	20	25	-	-

Таблица 8

Значения $\lambda_{\text{кв}}$, $A_{\text{кв}}$, $K_{\text{кв}}$ для области квадратичного сопротивления при $V \geq 1,2$ м/с и коэффициенты скорости $m=1/\omega=1/0,785d^2$ для стальных и чугунных труб

Условный проход d_y , мм	Расчетный внутренний диаметр d , мм	$\lambda_{\text{кв}}$ по $\lambda=0,021/d^{0,3}$	$A_{\text{кв}}$ по $A_{\text{кв}}=8\lambda/\pi^2gd^5(\text{с/м}^3)$	$K_{\text{кв}}$ по $A=1/K^2, \text{м}^3/\text{с}$	m
1	2	3	4	5	6
Трубы стальные водопроводные (ГОСТ 3262-62)					
6	5,2	0,1015	$22,11 \cdot 10^8$	0,0000213	47,2
8	8,1	0,0885	$21,1 \cdot 10^7$	0,0000689	19,4
10	11,6	0,079	$31,43 \cdot 10^6$	0,000179	9,64
15	14,7	0,074	$89,66 \cdot 10^5$	0,000334	5,85
20	20,2	0,0655	$16,6 \cdot 10^5$	0,000774	3,10
25	26,1	0,0614	$42,78 \cdot 10^4$	0,001531	1,88
32	34,9	0,575	91720	0,0033	1,05
40	40,0	0,055	44480	0,00498	0,796
50	52,0	0,051	11080	0,0095	0,471
70	66,5	0,047	3009	0,01828	0,284
Трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704-63)					
50	64	0,048	3686	0,01649	0,31
60	70	0,047	2292	0,02085	0,26
75	83	0,044	929,4	0,03281	0,185
80	95	0,042	454,3	0,0469	0,141
100	114	0,040	172,9	0,0763	0,098
125	133	0,038	76,36	0,1145	0,072
150	158	0,036	30,65	0,8101	0,051
175	170	0,035	20,79	0,1895	0,044
200	209	0,034	6,959	0,3783	0,029

300	311	0,0284	0,8466	1,089	0,0013
350	363	0,028	0,3731	1,637	0,0097
400	414	0,0268	0,1859	2,268	0,0074
Трубы чугунные напорные (ГОСТ 9583-75) Класс ЛА					
50	51,6	0,0509	11540	0,00932	0,478
80	82,6	0,044	953,4	0,0324	0,187
100	102	0,041	311,7	0,0565	0,122
125	127	0,0388	96,72	0,1018	0,0787
150	152,4	0,036	37,11	0,164	0,0548
200	202,6	0,033	8,092	0,352	0,031
250	253	0,032	2,528	0,628	0,0199
300	304,4	0,0298	0,9485	1,027	0,0137
Трубы чугунные напорные (ГОСТ 9583-75) Класс А					
350	352,4	0,029	0,4365	1,512	
400	401,4	0,028	0,2189	2,140	
450	450,6	0,027	0,1186	2,910	
500	500,8	0,026	0,06778	3,840	
600	600,2	0,025	0,02596	6,220	

Примечание. Для стальных и чугунных труб диаметром менее 300 мм расчетный диаметр принят на 1 мм меньше за счет коррозии или отложений.

Таблица 9

Значения λ_1 , A_1 , K_1 при $V=1$ м/с в асбестоцементных трубах (ГОСТ 539-65) и коэффициенты скорости $m=1/\omega=1/0,785d^2$

(при определении скорости $V=Q*m$)

Условный проход D_y , мм	Внутренний диаметр d , мм	λ_1 по формуле $\lambda=(0,011/d^{0,19})^*$ $*(1+3,51/V)^{0,19}$	A_1 (с/м ³) ² по $A=1/K^2$	K_1 , м ³ /с	m для расходов (м ³ /с*10 ⁻³) и скорости (м/с)
Трубы ВТ 6, ВТ 9					
50	50	0,0259	6851	0,0121	0,509
75	75	0,024	835,3	0,0347	0,226
100	100	0,0227	187,7	0,0732	0,127
125	119	0,0219	76,08	0,1148	0,0897
150	141	0,0213	31,55	0,178	0,0637
200	189	0,02	6,898	0,381	0,0356
250	235	0,0193	2,227	0,670	0,0231
300	279	0,0186	,914	1,047	0,0163
350	322	0,0182	0,4342	1,520	0,0123
400	368	0,0177	0,2171	2,150	0,0094
500	456	0,017	0,07138	3,740	0,00644
Трубы ВТ 12					
150	135	0,0362	39,54	0,1587	
200	181	0,034	8,632	0,340	
250	228	0,0307	2,605	0,665	
300	270	0,0318	1,083	0,963	
350	312	0,027	0,5115	1,390	
400	356	0,0322	0,2579	1,969	
500	441	0,032	0,08489	3,438	

Стоимость сооружения насосных станций второго подъема

Производительность, м ³ /сут	Строительный объем здания, м ³	Стоимость, тыс. руб.	
		Общая	Оборудование и монтаж
1600	330	13	6
3200	330	15	9
5000	330	17	9
8000	330	19	13
12500	330	25	15
20000	830	33	18

Примечание. Стоимость оборудования определена при напоре насосов до 50 м. При напоре стоимость оборудования увеличивается на 5% на каждые 10 м напора.

Таблица 11

Значения λ_1 , A_1 , K_1 при $V=1$ м/с в пластмассовых трубах (МРТУ 6- 05- 917- 67) и коэффициенты скорости $m=1/\omega$

Условный проход d_y , мм	Наружный диаметр d , мм	Внутренний диаметр d , мм	λ_1 по $\lambda=0,0134/d^{0,3}$ $V^{0,226}$	A_1 по $A=1/K^2$ $(с/м^3)^2$	K_1 , м ³ /с	m
Трубы тяжелого типа Г (до 10 кгс/см²)						
	16	14	0,0358	1212*10 ⁴	0,000288	6,5
	20	18	0,0333	2695*10 ³	0,00061	3,086
	25	22,7	0,0316	7576*10 ²	0,001149	2,473
	32	29,1	0,0299	204800	0,00222	1,504
	40	36,3	0,0284	65350	0,0039	0,966
	50	45,4	0,0270	20230	0,00705	0,618
50	63	57,2	0,0257	6051	0,0124	0,389
60	75	68,1	0,0247	2431	0,0203	0,275
80	90	81,8	0,0237	926,9	0,03279	0,190
100	110	100	0,0226	323,9	0,0559	0,127
125	140	127,2	0,0214	92,47	0,1039	0,07887
150	160	145,4	0,0208	45,91	0,1482	0,0603
Трубы среднего типа С (до 6 кгс/см²)						
200	225	212,2	0,0191	5,069	0,445	0,0282
Трубы среднелегкого типа СЛ (до 4 кгс/см²)						
250	280	269,2	0,0181	1,308	0,851	0,0176
300	315	302,8	0,0176	0,7082	1,189	0,0140

Таблица 12

Поправочные коэффициенты k, n к значениям λ_1 , A_1 , K_1 для различных труб

V, м/с	Для новых стальных труб		Для новых чугунных труб		Для асбестоцементных труб		Для пластмассовых труб		Для стеклянных труб
	k	n	k	n	k	n	k	n	k
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2	1,244	0,895	1,462	0,826	1,308	0,879	1,439	0,834	1,76
0,3	1,163	0,926	1,317	0,874	1,217	0,906	1,313	0,873	1,44
0,4	1,113	1,950	1,226	0,908	1,158	0,926	1,230	0,902	1,29
0,5	1,081	0,061	1,163	0,925	1,115	0,946	1,170	0,924	1,19
0,6	1,057	0,972	1,115	0,923	1,082	0,961	1,123	0,941	1,13
0,7	1,039	0,982	1,078	0,964	1,056	0,974	1,084	0,958	1,08
0,8	1,021	0,989	1,047	0,979	1,034	0,983	1,052	0,974	1,05
0,9	1,011	0,994	1,021	0,988	1,016	0,938	1,024	0,987	1,02
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1,2	0,986	1,010	0,965	1,016	0,974	1,014	1,960	1,025	0,968
1,4	0,972	1,014	0,938	1,031	0,953	1,024	0,926	1,039	0,946
1,6	0,965	1,016	0,917	1,046	0,936	1,034	0,899	1,051	0,929
1,8	0,958	1,025	0,899	1,051	0,922	1,037	0,876	1,068	0,915
2,0	0,951	1,026	0,884	1,064	0,910	1,049	0,855	1,082	0,905
2,2	0,946	1,027	0,071	1,069	0,900	1,051	0,837	1,094	0,900
2,4	0,941	1,030	0,861	1,077	0,891	1,059	0,821	1,103	0,890
2,6	0,937	1,031	0,851	1,082	0,883	1,064	0,806	1,110	0,883
2,8	0,934	1,035	0,843	1,089	0,876	1,068	0,792	1,123	0,878
3,0	0,932	1,035	0,836	1,094	0,870	1,072	0,780	1,131	0,873

Эквивалентные по потере напора длины труб (м) для расчета местных сопротивлений

Диаметр d, мм	Колено 135 ⁰	Колено 90 ⁰	Тройник (в повороте)	Задвижка (открыта)	Обратный клапан	Приемный клапан с решеткой
50	0,08	0,15	0,50	0,10	20	25
75	0,13	0,25	0,90	0,20	21	26
100	0,20	0,40	1,40	0,25	23	28
125	0,27	0,55	1,90	0,35	26	31
150	0,38	0,75	2,60	0,45	29	34
200	0,60	1,20	4,20	0,55	32	37
250	0,80	1,60	5,60	0,75	35	39
300	1,10	2,20	7,70	0,80	38	43
350	1,35	2,70	9,50	0,95	41	46
400	-	3,25	11,35	1,00	43	49
450	-	3,90	13,65	1,10	45	52
500	-	4,50	15,75	1,15	47	55
600	-	6,00	21,00	1,20	49	58
700	-	7,50	26,30	1,25	51	61
750	-	8,15	28,60	1,35	53	64

Таблица 14

Штатное расписание обслуживающего персонала водопроводных сетей

Протяженность сетей, км	Численность рабочих	
	На 1 км	На всю сеть
До 50	0,36	4-17
51-150	0,31	18-45
151-250	0,27	46-67
251 и более	0,26	68 и более

Примечание. Для руководства бригадами при численности свыше 25 рабочих назначается мастер.

Таблица 15

Размеры чугунных тройников и крестов

Основной ствол, мм			Условный проход отростка, мм	Размеры, мм					Масса фасонной части, кг	
Условный проход	Наружный диаметр	Толщина стенки		1	l ₁	l ₂	l ₃	s	ТФ	КФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	66	9	50	125	125	100	100	9	11,9	15,6
80	98	10	50	150	150	125	100	9	17,8	21,5
			80	150	150	125	125	10	20,0	25,9
100	118	10	50	200	150	125	125	9	22,4	26,0
			80	200	175	125	125	10	25,0	31,2
			100	200	200	150	150	10	26,6	34,3
125	144	11	50	225	175	125	125	9	30,8	34,5
			80	225	175	150	150	10	32,8	38,7
			100	225	175	150	150	10	33,6	40,4
			125	225	225	200	200	11	37,7	48,3
150	170	11	50	250	200	125	150	9	38,6	42,4
			80	250	200	150	150	10	40,8	46,8
			100	250	200	150	150	10	41,7	48,6
			125	250	200	200	200	11	44,0	58,3
			150	250	250	200	200	11	48,0	59,0
200	222	13	50	300	225	125	200	9	61,6	65,4
			80	300	225	150	200	10	63,6	69,0
			100	300	225	200	200	10	64,6	71,8
			125	300	225	200	200	11	66,7	75,7
			150	300	225	200	200	11	68,5	79,4
			200	300	300	250	250	13	78,3	98,9
250	274	14	80	300	250	150	200	10	82,2	88,4
			100	300	250	200	200	10	83,0	89,7
			125	300	250	200	250	11	85,1	94,0
			150	300	250	200	250	11	86,9	97,5
			200	300	275	250	250	13	93,2	110,0

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			250	300	300	250	250	14	101,0	125,0
300	326	15	80	300	275	150	250	10	100	106
			100	300	275	200	250	10	101	108
			125	300	275	200	250	11	103	112
			150	300	275	200	250	11	105	115
			200	300	300	250	250	13	111	127
			250	300	300	250	250	14	116	137
			300	300	300	300	300	15	120	147
350	378	16	100	300	300	200	250	10	126	132
			125	300	300	200	300	11	128	136
			150	300	300	200	300	11	130	140
			200	300	300	250	300	13	134	148
			250	300	325	250	300	14	140	161

Таблица 16

Размеры и масса патрубков по ГОСТ 5525-61

Обо- значение	Величина	Условный проход, мм										
		50	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450
ПФР	L, мм	75	75	80	80	85	85	90	95	100	100	105
	L, мм	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150
	Масса, кг	7,5	11,2	13,6	18,2	22,1	31,1	46,2	58,0	73,08	91,2	106,0
ПФГ	L, мм	300	300	350	350	350	350	350	400	400	400	450
	Масса, кг	6,2	10,0	13,1	17,7	21,3	32,0	42,3	57,8	72,8	89,3	113
	L, мм	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
	Масса, кг	16,7	28,1	34,0	46,0	55,2	84,5	113,0	143,0	178,0	217,0	255
ДР	D, мм	56	85	106	130	156	206	260	310	360	710	460
	L, мм	170	170	180,	180	190	190	200	210	220	220	230
	Масса, кг	8,0	11,0	14,8	18,9	23,2	31,7	42,5	55,1	66,0	76,0	93,8

Таблица 17

Размеры чугуновых частей с пожарными подставками по ГОСТ 5525-61

Обозначение	Величина	Условный проход D, мм												
		100	125	150	150	200	200	200	250	250	250	300	300	300
		Условный проход отрезка d ₀ , мм												
		100	125	100	150	100	150	200	250	200	250	200	250	300
ППР	l, мм	200	200	200	-	250	-	-	250	-	-	250	-	-
	l ₁ , мм	225	250	250	-	275	-	-	300	-	-	325	-	-
	Масса, кг	38	48	52,2	-	75	-	-	97	-	-	121	-	-
ПШТРФ	l, мм	200	-	200	200	200	200	250	200	250	250	250	250	300
	l ₁ , мм	200	-	200	250	225	225	300	250	275	300	300	300	300
	l ₂ , мм	225	-	250	250	275	275	275	300	300	300	325	325	325
	Масса, кг	46	-	55,5	65	76	94	94	99	112	127	137	141	154
ПШТФ	l, мм	200	-	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	l ₁ , мм	200	-	200	250	225	225	300	250	275	300	300	300	300
	l ₂ , мм	25	-	250	250	275	275	275	300	300	300	325	325	325
	Масса, кг	42	-	57	62	79	83	92	103	108	111	124	128	131

Таблица 18

Размеры чугунных частей с пожарными подставками по ГОСТ 5525-61

Обозначение	Условный проход D, мм												
	100	125	150	150	200	200	200	250	250	250	300	300	300
	Условный проход отростка d ₀ , мм												
	100	125	100	150	100	150	200	250	200	250	200	250	300
ППКРФ	200	-	200	200	200	200	250	200	250	250	250	250	300
	200	-	200	250	225	225	300	250	275	300	300	300	300
	200	-	250	250	275	275	275	300	300	300	325	325	325
	50,5	-	62,5	77,5	83	90	113	100	128	137	137	160	177
ППКФ	200	225	250	250	-	300	300	300	300	300	300	300	300
	200	225	200	250	-	225	300	250	275	300	300	300	300
	225	250	250	250	-	275	275	300	300	300	325	325	325
	53	75	63	79	-	94	111	111	124	131	140	148	154

Таблица 19

Размеры чугунных колен фланцевых (КФ), раструбногладких концов (РКГ), отводов раструбных (ОР) по ГОСТ 5525-61

Условный проход, мм	Колено 90 ⁰ , мм					Отводы, мм				Масса, кг	
	R	l	L	L ₁	l ₁					КФ	КРГ
						R	l	R	l		
100	160	40	200	400	240	480	129	320	132	17,2	19,6
125	185	40	225	425	240	555	149	370	153	24,3	27,9
150	210	40	250	450	240	630	169	420	174	31,1	35,0
200	260	40	300	500	240	780	209	520	215	50,8	57,2
250	260	40	300	500	240	780	209	520	215	67,1	77,5
300	260	40	300	500	240	780	209	520	215	82,5	99,8
350	300	50	350	550	250	900	241	600	248	115,0	136,0

Таблица 20 Размеры чугунных переходов раструбнофланцевых (ХРФ), фланцевых (ХФ), раструбногладких концов (ХРГ), и раструбных (ХР) по ГОСТ 5525-61

Условный проход, мм		Размеры, мм			Масса переходов, кг	
D	d	L	L ₁	L ₂	ХФ	ХР
80	50	200	200	250	9,9	12,1
100	50	250	250	300	11,6	14,8
	80	200	200	250	13,0	16,3
125	50	300	300	350	15,4	19,6
	80	250	250	300	16,7	20,8
	100	200	200	250	16,3	21,3
150	80	300	300	350	20,3	24,8
	100	250	250	300	19,9	25,3
	125	200	200	250	20,6	26,8
200	80	400	400	450	30,2	35,7
	100	350	350	400	2,6	36,0
	125	300	300	350	30,4	37,6
	150	250	250	300	30,3	37,9
250	100	450	450	500	41,0	50,2
	150	350	350	400	41,8	52,2
	200	250	250	300	42,7	53,1
300	125	500	500	550	55,0	69,3
	150	450	450	500	54,6	69,3
	200	350	350	400	54,8	70,5
	250	250	250	300	52,2	70,7
350	150	550	550	600	72,3	89,4
	200	450	450	500	73,6	91,7
	250	350	350	400	71,0	91,9
	300	250	250	300	95,4	90,6
400	200	550	550	600	95,4	116
	250	450	450	500	92,6	116
	300	350	350	400	87,2	115
	350	250	250	300	81,9	112

Таблица 21 Строительная длина литых чугунных и фланцевых задвижек на P_v до 160 кг/см^2 и D_v до 2000 мм ГОСТ 3706-54

Условный проход, мм	Длина задвижек, мм											
	Чугунных при P_v , кгс/см						Стальных при P_v , кгс/см ²					
	1	2,5	6	10	16	25	6,10,16	25	40	64	100	160
50	-	-	180	180	250	250	180	250	250	250	250	300
80	-	-	210	210	300	300	210	280	310	310	310	390
100	-	-	230	230	330	330	230	300	350	350	350	450
125	-	-	255	255	360	360	255	325	400	400	400	525
150	-	210	280	280	400	400	280	350	450	450	450	600
200	-	230	330	330	480	480	330	400	550	550	550	700
300	-	270	500	500	630	630	500	500	750	750	750	-
400	-	310	600	600	780	780	600	600	950	950	950	-

Таблица 22 Стоимость прокладки водопроводных сетей в сухих грунтах на 1 км трубопровода, тыс.руб.

Диаметр трубы, мм	Трубы									
	Чугунные		Стальные		Асбестоцементные					
					ВТ-3		ВТ-6		ВТ-9	
	Глубина заложения, м									
2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
100	10,3	12,4	9,5	11,6	7,5	9,5	7,5	9,5	9,7	11,7
125	12,2	14,2	10,2	12,3	7,8	9,8	7,9	10	10,5	12,3
150	13,4	15,5	12,6	14,7	9	11	9,2	11,2	12,6	14,7
200	16,2	18,2	14,7	16,7	9,4	11,7	10,3	12,3	13,6	15,6
250	19,4	21,4	16,7	18,8	10,9	12,9	11,7	13,5	15,7	17,7
300	22,6	24	17,9	20,	11,7	13,7	12,6	14,6	16,5	18,5
400	32,9	34,9	27,3	29,2	17	19	18,6	20,5	24,2	26,2
450	36,7	38,6	-	-	-	-	-	-	-	-
500	41,5	43,7	35,6	37,8	20,6	23	22,8	25,2	32,2	34,6
600	52	55	41,8	44,2	26	28,6	29,7	32,2	-	-

Таблица 23 Стоимость реагентов

Позиция по прейскурант у № 05-01	Наименование реагентов	ГОСТ (ОСТ, ТУ)	Отпускная цена по прейску- ранту	Полная стоимость с учетом перевозки, руб./т				
				Автотранс- портом	Железнодорожным транспортом			В цис- тернах
					Мелкими отправлениями		Полва- гонно	
					До 10 т	> 10 т		
1-122	Железо хлорное, сорта 1	ГОСТ 11159-65	120	153,77	-	168	168	-
1-163	Алюминий серноокислый неочищенный	ГОСТ 5155-74	21	23,55	-	-	35	-
1-251	Известь хлорная	ГОСТ 1692-58	55	107,16	127	121	121	-
1-739	Катионит КУ-1	ХТУ 107-58	1200	1207,49	1262	1298	-	-
1-684	Полиакриламид АМФ	СТУ 43-329-62 ТУ 7-04-01-66	250	273,01	292	286	284	-
1-842	Сода кальцинированная природная, молотая, сорт 1	СТУ 21-481-64	29,6	48,37	-	-	-	-
1-862	Соль поваренная техническая	СТУ 43-717-65	1,3	7,09	-	-	-	-
1-917	Сульфоуголь, сорт 1, крупный, СК- 1 (0,55-0,56)	ГОСТ 5696-74 изм. №1	170	179,53	-	189	-	-
1-981	Уголь активный гранулированный АГ-3	ТУД-2 ТУ 312-60	560	571,33	587	582	-	-
1-1059	Хлор жидкий	ГОСТ 6718-68	70	115,28	185	163	153	861

Стоимость бурения артезианских скважин на 1 м глубины, руб.

Категория грунта	Скважины глубиной до 100 м при начальном/конечном диаметре			
	250/150	300/200	400/200	500/300
Грунты I-III групп при удельном весе грунтов III группы до 5%	46,5	50,8	55	66
Грунты I-V групп при удельном весе скальных пород IV-V групп до 10%	54	57	63	74
Категория грунта	Скважины глубиной до 200 м при начальном/конечном диаметре			
	400/200	500/200	600/300	
Грунты I-IV групп при удельном весе скальных пород IV группы до 3%	53	64	80	
Коэффициент удорожания при удельном весе скальных пород выше 3%	1,1	1,03	1,02	
Грунты I-V групп при удельном весе скальных пород до 35%	68	75	87	
Коэффициент удорожания при удельном весе скальных пород выше 35%	1,05	1,03	1,03	

Таблица 25

Стоимость прокладки водоводов в сухих грунтах на 1 км трубопровода, тыс. руб.

Диаметр трубы, мм	Трубы											
	Чугунные		Стальные		Железобетонные		Асбестоцементные					
							ВТ-3		ВТ-6		ВТ-9	
	Глубина заложения, м											
2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
100	6,2	7,3	4,85	5,9	-	-	3,38	4,42	3,4	4,44	5	6,1
125	7,4	8,5	5,4	6,5	-	-	3,6	4,62	3,73	4,76	5,7	6,8
150	8,6	9,6	6,6	7,7	-	-	4,12	5,2	4,28	5,3	6,6	7,7
200	11,1	12,1	8,6	9,6	-	-	4,66	5,7	5,2	6,3	7,4	8,5
250	14,1	15,1	10,5	11,5	-	-	5,7	6,7	6,2	7,2	9,2	10,2
300	17,4	18,5	12,6	13,6	-	-	6,5	7,5	7,4	8,4	11,2	12,2
350	21,4	22,4	15,4	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-
400	26,1	27,1	20,1	21,2	-	-	10,2	11,2	11,8	12,8	17	18
450	29,8	30,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	33,9	34,9	26,8	27,8	40	41	12,8	13,9	15	16,1	23	24,2

Таблица 26 Амортизационные отчисления

Группы и виды основных фондов	Шифр	Общая норма, %	В том числе	
			На полное восстановление	На капитальный ремонт
Водоприемные сооружения для открытых источников, включая крепление береговой полосы	20151	4,4	2	2,4
Артезианские скважины: бесфильтровые	20311	7,2	4,1	3,1
	20312	10,6	6,7	3,9
Водоприемные сооружения для подземных источников (артезианские скважины)	20314	6,8	4,0	2,8
Комплекс очистных сооружений водоповода: баки затворные и растворные, смесители, камеры реакции, отстойники, осветители, фильтры, водоумягчители	20315	4,6	2,0	2,6
Сооружения для аэрации воды: брызгальные бассейны, железобетонные	20316	4,1	2,5	1,6
	20318	15,1	14,3	0,8
	20319	11,3	10	1,3
	20320	7,6	6,7	0,9
Резервуары чистой воды: железобетонные подземные с обволочением	20333	2,7	2,5	0,2
	20334	3,9	3,3	0,6
	20335	8,6	3,3	5,3
Водонапорные башни: металлические	20336	5,9	5	0,9
	20337	3,4	2,5	0,9
	20338	2,8	2	0,8
Сети водопроводные с колодцами, колонками и прочим оборудованием включая водоводы: асбестоцементные	30109	5,5	5	0,5
	30110	2,4	1,7	0,7
	30111	4	3,3	0,7
Колодцы: кирпичные	20356	4,8	3,3	1,5
	20357	2,7	1,7	1

Учебное издание

**Каничева
Надежда Валентиновна**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Методическое пособие

по курсовому и дипломному проектированию для специальностей
311600 «Инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и
водоотведения»

320500 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»

320600 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано в печать 21.01.2005 г.

Изд. № 744. Усл. п.л. 4.99

Тираж 300

Формат А5