

Э. И. Михневич, С. В. Андреюк

# ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
учреждений высшего образования по специальности  
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»*



Минск  
«ИВЦ Минфина»  
2021

УДК 628.1(075.8)  
ББК 38.761.1я73  
М69

Рецензенты:

кафедра «Водоснабжение, химия и экология» УО «Белорусский  
государственный университет транспорта» (и.о. зав. кафедрой,  
доктор технических наук, профессор *Е.Ф. Кудина*);  
зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции  
УО «Полоцкий государственный университет»  
кандидат технических наук *Ю. В. Вишнякова*

**Михневич, Э. И.**

М69 Водопроводные сети : учебное пособие / Э. И. Михневич,  
С. В. Андреюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 256 с.

ISBN 978-985-880-185-4.

Приведены сведения о системах и схемах водоснабжения, нормах водопотребления, методике определения расчетных расходов на нужды населения и предприятий. Рассмотрены вопросы противопожарного водоснабжения, проектирования водопроводных сетей и водоводов, используемых при этом труб, арматуры и оборудования. Уделено внимание водоснабжению строительных площадок и сельскохозяйственному водоснабжению.

Учебное пособие предназначено для студентов и аспирантов, изучающих вопросы водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

УДК 628.1(075.8)  
ББК 38.761.1я73

ISBN 978-985-880-185-4

© Михневич Э. И., Андреюк С. В., 2021  
© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2021

## Введение

Вода наряду с воздухом и пищей является основным элементом существования всего живого. Нет воды – нет жизни. Вода – это изумительнейшая жидкость, универсальный растворитель, который осуществляет перенос жизненно необходимых веществ в телах живых существ. Кроме того, она обладает рядом свойств, отличающих ее от других жидкостей. Важнейшие из них – это способность расширяться при замерзании. Хотя в обычной жизни из-за этого часто случаются неприятности: лопаются трубы и другие емкости, повреждается водопроводная арматура, но благодаря этому свойству лед не позволяет промерзнуть до дна рекам, озерам, морям. Хотя о воде известно вроде бы все, но продолжается ее изучение, поиск объяснений ее особенных свойств. Во все времена человек старался ее приручить, приспособить для своих целей, в первую очередь для питьевого водоснабжения. В глубокой древности, не обладая достаточными знаниями, человечество создавало системы подачи воды к местам ее потребления. Известны первые водопроводные системы в государстве Урарту (Месопотамия), построенные в VIII–VII вв. до н. э. Дальнейшее развитие они получили в греко-римской цивилизации конца старого и начала нового летоисчисления. Тогда были заложены принципы создания централизованных систем водоснабжения.

После трактата Архимеда (ок. 250 г. до н. э.) «О плавающих телах» до Леонардо да Винчи гидравлика значительно не развивалась. Широкое использование водопроводов связано с законами гидравлики, в развитие которой внесли большой вклад ученые: Б. Паскаль, И. Ньютон, Л. Эйлер, Д. Бернулли, М. В. Ломоносов, Д. И. Менделеев, О. Рейнольдс, Н. П. Петров, Н. Е. Жуковский, Н. Н. Павловский, И. И. Агроскин, Л. Г. Лойцянский, Л. Прандтль и др.

С развитием техники металлообработки, индустриализации, широкомасштабного производства труб и насосов стали широко строиться системы водоснабжения. Большой вклад в разработку теории расчета водопроводных сетей внесли Н. Н. Абрамов, Г. И. Николадзе, М. А. Сомов, М. Г. Журба, Л. Ф. Мошнин, Ф. А. Шевелев, А. Е. Белан, В. Г. Лобачев, М. М. Андрияшев, В. А. Орлов и др. Ярким примером использования во-

допроводных устройств в мемориально-исторических комплексах является система обеспечения водой фонтанов Петергофа.

В Республике Беларусь основным источником водоснабжения являются подземные воды. Использование поверхностных источников воды связано с большими затратами на ее очистку. В настоящее время только для водоснабжения города Минска частично используются поверхностные воды. Планируется в 2025 г. перевести хозяйственно-питьевое водоснабжение Минска полностью на подземные воды. Способствует этому не только увеличение добычи подземных вод, но и более экономичное ее использование, благодаря установке счетчиков воды и содержанию в исправном состоянии водоразборной арматуры и санитарно-технического оборудования. Так, удельное водопотребление населением города за последние 20 лет снизилось более чем в 2 раза и составило в 2020 г. порядка 130 л в сутки на одного человека.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения объем подземных вод составляет в республике 95 % по сравнению с поверхностными. Эксплуатируется 160 групповых водозаборов, 24 тыс. ведомственных скважин и около 600 тыс. шахтных колодцев в сельской местности.

Гигантский резервуар подземных вод, постоянно пополняемый естественным образом, десятки лет интенсивно используется для нужд населения и промышленности. Вода эта, как правило, бесцветна и прозрачна, без посторонних запахов и привкусов, не содержит вредных для здоровья веществ и микробов. Природа позаботилось об ее очистке, она обогащена нужным количеством солей путем фильтрации через земные пласты и, как правило, не нуждается в дополнительной сложной обработке. Однако на многих водозаборах наблюдается повышенное содержание солей железа и требуется устройство станций обезжелезивания.

Возобновляемые ресурсы пресных подземных вод составляют 43,6 млн м<sup>3</sup>/сут. Прогнозные эксплуатационные ресурсы – 49,6 млн м<sup>3</sup>/сут. Фактический забор воды из скважин централизованными системами водоснабжения составляет около 2,8 млн м<sup>3</sup>/сут.

Особый интерес представляет развитие водоснабжения в городе Минске, в котором открытие водопровода произошло в 1874 году. До этого население пользовалось водой из шахтных колодцев и р. Свислочь. С построением системы водопровода большая часть населения стала использовать воду из уличных водоразборных колонок, на одного жителя приходилось около 20 л воды в сутки. В честь открытия водопровода в Александровском сквере установлен памятник – фонтан «Мальчик с лебедем» как исторический памятник культурного наследия (рис. 1), который привлекает туристов и в настоящее время. В дальнейшем сеть водопровода медленно развивалась и только в 20–40 гг. XX в. были построены крупные водозаборы подземных вод: Новинки, Вишковщина, Петров-

щина. Из скважины глубиной 354 м была получена высокоминерализованная вода, которая получила название «Минская» и используется как лечебно-столовая.



*Рис. 1. Фонтан «Мальчик с лебедем»  
(Александровский сквер, г. Минск, Беларусь)*

Огромный ущерб водопроводному хозяйству Минска нанесла Великая Отечественная война. Только к 1950 г. удалось выйти на довоенный уровень снабжения водой города. Система водоснабжения в последующем интенсивно развивалась на основе мощной многослойной 300-метровой толщи горных пород, в которой сформировались два основных горизонта: верхний — из четвертичных межморенных песков (глубиной 60–80 м), нижний — из древнейших верхнепротерозойских песчаников (250–300 м).

Верхнепротерозойские отложения в районе Минска залегают вплоть до кристаллического фундамента, вскрытого здесь на глубине 520–560 м. Под пресноводными горизонтами с глубины 300–320 м залегают минерализованные воды с общей минерализацией 1–10 г/л до глубины 400–450 м и 10–27 г/л до глубины 530 м, ниже — рассолы. Ресурсы подземных вод в этой зоне формируются главным образом за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания из верхних водоносных пластов в нижние. Доля инфильтрации в грунтовые воды составляет 15–20 % от годовой суммы осадков.

Современная водопроводная система г. Минска включает 16 водозаборов из артезианских источников (354 артезианские скважины), объединенных 18 насосными станциями 2-го подъема, а также мощную насосную станцию, подающую воду из поверхностных источников. Протяженность магистральных водопроводных сетей хозяйственно-пить-

евого и технического водоснабжения города составляет более 3200 км. В городе функционирует 420 повысительных (районных и локальных) насосных станций. Среднесуточная подача воды в водопроводную сеть города составляет в среднем 430 м<sup>3</sup>/сут, в том числе из поверхностных источников – порядка 140 м<sup>3</sup>/сут.

Развитие промышленности, рост водопотребления при благоустройстве населенных пунктов, увеличение объемов сточных вод требуют более строгого подхода к оценке экологической обстановки, повышению качества питьевой воды, а следовательно, улучшению условий жизни населения. В связи с этим вопросы использования чистой пресной воды жестко регламентированы рядом нормативных документов, важнейшими из которых являются Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении», «Закон о недрах» и разработанные на их основе «Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест», ряд стандартов, строительных норм и др.

## Литература

*Абрамов, Н. Н.* Водоснабжение / Н. Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.

*Абрамов, Н. Н.* Расчет водопроводных сетей / Н. Н. Абрамов, М. М. Поспелова, М. А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с.

Административные и бытовые здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-209-2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011 (изменение № 1 от 10 мая 2017). – 30 с.

Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З.

Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 4.01.01-2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 68 с.

Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования: СНБ 4.01.01-03. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2004. – 24 с.

*Гуринович, А. Д.* Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: планирование, проектирование, строительство и эксплуатация / А. Д. Гуринович. – Минск: Технопринт, 2004. – 244 с.

*Журба, М. Г.* Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие: в 3 т. / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова; под ред. М. Г. Журбы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АСВ, 2004. – Т. 3. Системы распределения и подачи воды. – 255 с.

Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» от 24 июня 1999 г. № 271-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prava.shmat.by/o-piterom-vodosnabzhenii-zakon-rb-v-novoj-redaczii/>. – Дата доступа: 09.09.2019.

*Казанли, Е. А.* Сети водоснабжения и водоотведения из полимерных труб. Расчет, проектирование и монтаж: учеб. пособие / Е. А. Казанли, Л. В. Кулешова, Э. И. Михневич; под ред. Э. И. Михневича. – Минск: БНТУ, 2006. – 170 с.

Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013 (02300). – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2013. – 52 с.

*Михневич, Э. И.* Водопроводная сеть города: пособие / Э. И. Михневич. – Минск: БНТУ, 2021. – 87 с.

*Михневич, Э. И.* Методика расчетов каналов и коллекторов: пособие / Э. И. Михневич, Н. Н. Линкевич. – Минск: БНТУ, 2021. – 126 с.

Монтаж систем водоснабжения и канализации: справочник строителя / под ред. А. К. Перешивкина. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.

*Николадзе, Г. И.* Водоснабжение / Г. И. Николадзе, М. А. Соменов. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.

16. Оборудование водопроводных и канализационных сетей / Б. А. Москвитин [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: БАСТЕТ, 2011. – 293 с.

*Орлов, В. А.* Водоснабжение / В. А. Орлов, Л. А. Квитка. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 441 с.

Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-315-2018 (33020). – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2018. – 51 с.

Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 2.02.02-2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 30 с.

СанПиН 10-124 РБ 99 Санитарные правила и нормы Республики Беларусь «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46.

СанПиН 16.09.2014 № 69 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Санитарно-эпидемиологические требования к

системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 сентября 2014 № 69.

СанПиН от 30.12.2016 № 142 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к организации зон санитарной охраны источников и централизованных систем питьевого водоснабжения». Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2016 № 142.

Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 4.01.03-2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 34 с.

*Сомов, М. А.* Водоснабжение / М. А. Сомов, Л. А. Квитка. – М.: Издательство ИНФРА-М, 2007. – 287 с.

*Храменков, С. В.* Стратегия модернизации водопроводной сети / С. В. Храменков. – М.: Стройиздат, 2005. – 398 с.

*Шевелев, Ф. А.* Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – М.: БАСТЕТ, 2014. – 382 с.

*Штеренлихт, Д. В.* Гидравлика: учебник / Д. В. Штеренлихт. – М.: КолосС, 2007. – 655 с.

## **Оглавление**

Введение.....	3
<b>Глава 1. СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РЕЖИМ РАБОТЫ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Классификация и схемы систем водоснабжения .....	7
1.2. Элементы системы водоснабжения и их назначение .....	11
1.3. Расположение водопроводных сооружений, режимы их работы.....	13
1.4. Централизованные, групповые и районные системы во- доснабжения.....	15
1.5. Пьезометрические и свободные напоры в водопровод- ной системе .....	18
1.6. Режим работы системы водоснабжения во время пожара....	23
1.7. Режим работы и требуемый напор насосной станции I-го подъема .....	26
1.8. Схемы зонирования систем водоснабжения.....	28
<b>Глава 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ВОДЕ. ПРОЕКТНЫЕ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ .....</b>	<b>31</b>
2.1. Определение потребностей в воде на хозяйственно- питьевые нужды населения .....	31
2.2. Режимы и графики водопотребления.....	41
2.3. Расход воды на промышленных предприятиях .....	43
2.4. Потребление воды предприятиями водоснабжения.....	46
<b>Глава 3. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ .....</b>	<b>49</b>
3.1. Наружное пожаротушение.....	49
3.2. Внутреннее пожаротушение .....	58
3.3. Суммарный расход и объем воды на пожаротушение .....	60
3.4. Насосные станции и установки пожаротушения.....	62
3.5. Наружные сети пожаротушения.....	65

3.6. Емкости для хранения пожарного запаса воды .....	68
<b>Глава 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ .....</b>	<b>73</b>
4.1. Выбор схемы питания и трассировка водопроводной сети....	73
4.2. Выбор оптимального варианта систем и схем водоснабжения. Зонные системы.....	79
4.3. Расчетные режимы работы водопроводной сети. Отбор воды из сети. Удельные, путевые и узловые расходы .....	83
4.4. Предварительное потокораспределение .....	88
4.6. Определение диаметров и потерь напора в водопроводной сети .....	90
4.6.1. Определение диаметров расчетных участков водопроводной сети. Принципы назначения рациональных диаметров труб.....	90
4.6.2. Расчеты потерь напора в водопроводных трубах .....	95
4.7. Расчет кольцевых водопроводных сетей .....	100
4.7.1. Методы внутренней увязки кольцевых сетей.....	103
4.8. Использование результатов расчета сети для определения пьезометрических отметок, напоров.....	110
4.9. Определение напоров насосов станции 2-го подъема. Подбор насосов.....	114
4.10. Расчет разветвленных (тупиковых) сетей .....	116
4.11. Техничко-экономическое обоснование зонирования водопроводных сетей.....	121
<b>Глава 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВОДОВОДОВ....</b>	<b>126</b>
5.1. Назначение и классификация водоводов. Определение экономически выгодных диаметров.....	126
5.2. Определение количества переключений на водоводах на случай аварии .....	128
5.3. Расчетные случаи работы водоводов .....	130
5.4. Расчет открытых гравитационных водоводов.....	131
5.5. Совместная работа насосов и водоводов.....	138
<b>Глава 6. ТРУБЫ, АРМАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И ВОДОВОДОВ.....</b>	<b>144</b>
6.1. Детализировка водопроводной сети .....	144
6.2. Основные виды труб, используемых в системах водоснабжения, способы их соединения .....	146

6.3. Характеристика материалов, используемых для изготовления пластмассовых труб .....	152
6.4. Аварийность водопроводных труб, методы диагностики, прочистки и тампонажа .....	157
6.4.1. Аварийность водопроводных труб .....	157
6.4.2. Оборудование для диагностики технического состояния трубопроводов .....	160
6.4.3. Оборудование для прочистки трубопроводов .....	164
6.5. Арматура, оборудование на сети и водоводах .....	166
6.6. Сооружения на водоводах и сетях .....	177
6.7. Переходы под дорогами и реками .....	181
6.8. Запасно-регулирующие емкости и их оборудование. Обеспечение бесперебойной работы систем водоснабжения .....	186

## Глава 7. ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ

ПЛОЩАДОК .....	201
----------------	-----

7.1. Использование воды в строительстве: требования к качеству, нормы и режимы потребления .....	201
7.2. Схемы временного водоснабжения строительных площадок .....	203
7.3. Сети временных водопроводов .....	206

## Глава 8. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ .....	208
---------------------	-----

8.1. Использование воды в сельском хозяйстве: требования к качеству воды, нормы и режимы водопотребления .....	208
8.2. Определение расчетных расходов воды .....	211
8.3. Системы и схемы сельскохозяйственного водоснабжения ...	216
8.4. Водоснабжение агропромышленных комплексов и ферм ...	221
8.5. Полевое и пастбищное водоснабжение .....	222

Литература .....	225
------------------	-----

Приложения .....	228
------------------	-----

<i>Приложение А.</i> Технические характеристики насосов .....	228
---	-----

<i>Приложение Б.</i> Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб .....	232
---	-----

<i>Приложение В.</i> Примеры гидравлической увязки кольцевой водопроводной сети .....	245
---	-----

<i>Приложение Г.</i> Трубы, применяемые в системах водоснабжения .....	250
--	-----

Учебное издание

**Михневич Эдуард Иванович,  
Андреюк Светлана Васильевна**

## **ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ**

Учебное пособие

Редактор *О. А. Соусь*  
Компьютерная верстка *Е. А. Титовой*  
Дизайн обложки *Н. П. Засулевич*

Подписано в печать 18.11.2021. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,88.  
Уч.-изд. л. 15,00. Тираж 250 экз. Заказ № 432.

Республиканское унитарное предприятие  
«Информационно-вычислительный центр  
Министерства финансов Республики Беларусь».  
Свидетельства о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.  
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.