А. Г. Гудков

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Монография

Санкт-Петербург
2024

А. Г. Гудков

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Монография

Санкт-Петербург
Издательский дом «Scientia»
2024

УДК 628.14:001.891.57
ББК 38.761.106в6
Г93

Р е ц е н з е н т

Кулаков Артем Алексеевич — кандидат технических наук, доцент кафедры экологической и промышленной безопасности Российского технологического университета — МИРЭА.

Гудков, Александр Геннадьевич

Г93 **Моделирование наружных водопроводных сетей**: монография / А. Г. Гудков. — Электронные данные. — Санкт-Петербург: Сциентиа, 2024. — 1,57 Мб; 109 с. — Режим доступа: https://scientia-pub.org/index.php/Sci/catalog/book/83 — Загл. с экрана.

ISBN 978-5-907902-05-3. — doi:10.32415/scientia_978-5-907902-05-3.

В монографии излагаются научные и практические основы методологии моделирования наружных сетей систем водоснабжения применительно к проектно-конструкторским и эксплуатационным задачам. Рассмотрены математические и компьютерные модели объектов, составляющих инженерные комплексы подачи и распределения воды потребителям.

Монография предназначена для научных работников и инженерно-технических специалистов, занимающихся вопросами проектирования, исследования и эксплуатации систем водоснабжения, а также может быть полезна преподавателям вузов, аспирантам и магистрантам профильного направления.

УДК 628.14:001.891.57
ББК 38.761.106в6

ISBN 978-5-907902-05-3
doi:10.32415/scientia_978-5-907902-05-3

© Гудков А. Г., 2024 г.
© ООО Издательский дом «Сциентиа» (оформление), 2024 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ **3**

ВВЕДЕНИЕ **5**

ГЛАВА 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ: ЦЕЛИ И ОСНОВЫ **7**

1.1. Основы теории моделирования 7

1.1.1. Модели 8

1.1.2. Классификация методов моделирования 10

1.2. Математическое моделирование 11

1.2.1. Математические модели 11

1.2.2. Этапы построения математической модели 15

1.2.3. Вычислительный эксперимент 16

1.3. Основы компьютерного моделирования 20

1.3.1. Компьютерные модели 20

1.3.2. Разработка модели и компьютерный эксперимент 22

1.3.3. Информационное моделирование 24

1.4. Моделирование гидравлических явлений 26

1.4.1. Физическое моделирование 26

1.4.2. Аналоговое моделирование 29

1.4.3. Численное моделирование 30

1.5. Моделирование переноса в трубопроводах 31

1.5.1. Массопередача в трубопроводных системах 32

1.5.2. Модели взвесенесущих потоков 33

1.6. Особенности моделирования водопроводных сетей 35

1.6.1. Объекты моделирования 37

1.6.2. Цели моделирования 38

1.6.3. Виды и методы моделирования 39

ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ **43**

2.1. Модели напорного движения в трубопроводах 43

2.1.1. Установившееся течение 43

2.1.2. Нестационарные режимы напорного течения 44

2.1.3. Гидравлические сопротивления напорных трубопроводов 44

2.2. Методы математического моделирования сетей СПРВ 50

2.2.1. Модели проектирования и развития сетей 50

2.2.2. Методы потокораспределения в СПРВ 52

2.2.3. Теория гидравлических цепей 55

2.2.4. Оптимизация работы сетей и насосных станций 59

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ **62**

3.1. Емкости и насосные станции 62

3.1.1. Емкости 62

3.1.2. Насосные станции 67

3.2. Арматура и трубопроводы 71

3.2.1. Трубопроводная арматура 71
3.2.2. Трубопроводы 72
3.3. Методики гидравлического расчета объектов 73
3.3.1. Регуляторы давления и расхода 73
3.3.2. Источники переменного напора и подачи 80
ГЛАВА 4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ 87
4.1. Основные лицензированные программные комплексы CFD 87
4.2. Специализированные программные средства моделирования водопроводных сетей 90
4.3. Системы компьютерной математики 97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 100
ПРИЛОЖЕНИЯ 101
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР 104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 105

ВВЕДЕНИЕ

Наружные инженерные сети являются неотъемлемой частью комплекса жилищно-коммунального хозяйства современного города, весьма значительной по охвату территории и влиянию на качество жизни его населения. Трубопроводные сети, их оборудование и сооружения являются критично важными для обеспечения населения водой питьевого качества, а также безаварийной работы промышленных объектов.

Традиционным методом, позволяющим повысить надежность сетей и предсказуемость их работы в различных режимах, является моделирование. Кроме этого, на стадии проектирования выбор оптимальных решений для трубопроводных систем делается исключительно на основе математических моделей и последующего вычислительного эксперимента.

Представленная вниманию читателя монография рассматривает вопросы методологии моделирования городских инженерных сетей для водообеспечения. Существует множество научно-методических, исследовательских, справочных и учебных материалов, в которых рассматриваются как отдельные аспекты моделирования, так и создания моделей наружных сетей в целом. Основными же проблемами, выявленными при анализе доступных источников, являются отсутствие системности при выборе методов моделирования, разделение на отдельные «сегменты» проблем, общих для водоснабжения, а также в целом устаревшие методики, не отражающие современного положения.

Представленная монография призвана в определенной степени закрыть эти вопросы. Однако обширность затронутых тем такова, что в книге вынуждено выделяются только основные вопросы, которые автор считает важнейшими. Главное место в монографии занимают математические и компьютерные модели, применяемые в решении проектно-конструкторских и эксплуатационных задач.

Изложенный материал разделен на четыре главы. В первой главе приведены основы теории моделирования, рассмотрены методы математического и компьютерного моделирования. Выделены основные цели создания моделей трубопроводных сетей на этапах проектно-конструкторских работ, при строительных и монтажно-наладочных работах, а также в ходе эксплуатации и мониторинга сетей. С учетом специфики инженерных коммуникаций определены главные моменты, которые учитываются при выборе методов моделирования – системность и четко выраженная иерархическая структура; гидромеханические основы моделей, комплексный подход к построению моделей, принципы строительной нормализации.

Рассмотрены методы моделирования явлений переноса в трубопроводных системах, связанных с химическими реакциями и превращениями веществ. Выделен отдельный класс моделей взвесенесущих потоков с примесями в суспензированном состоянии.

Охарактеризованы, как объекты моделирования, важнейшие части общей системы водоснабжения – сети, водоводы, каналы и наружные водопроводные

сети, водоподъемные сооружения, регулирующие и запасные емкости.

Методическим основам математического моделирования водопроводных сетей посвящена вторая глава. Приведен анализ эмпирических и полуэмпирических формул для определения гидравлических сопротивлений труб, указаны области и примеры их применения. Здесь основной упор был сделан на методы и модели потокораспределения в системах подачи и распределения воды.

В третьей главе приведены математические модели основных объектов, составляющих наружные водопроводные сети: емкостей, насосных станций, трубопроводной арматуры и собственно труб. Предложены новые методики расчета трубопроводных систем подачи и распределения воды с водопитателями и регуляторами.

Четвертая глава содержит обзор программного инструментария, используемого для проведения моделирования наружных сетей.

ПОЛНЫЙ ТЕКСТ НЕДОСТУПЕН
ПО РЕШЕНИЮ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

Научное издание

Гудков Александр Геннадьевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Монография

Подписано к использованию 06.12.2024 г.
Объем данных — 1,57 Мб.
Мин. сист. требования: Adobe Acrobat Reader.
Размещено в открытом доступе на сайте www.scientia-pub.org

Издательский дом «Сциентиа»
г. Санкт-Петербург, пер. Дегтярный, д. 22, литер А
Тел. +7 (812) 649–93–76
www.scientia-pub.org
info@scientia-pub.org