



Н. А. Овчинников

# ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА



**Н. А. Овчинников**

# **ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА**

Учебное пособие

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2024

УДК 532.5  
ББК 22.253  
О-35

Рецензенты:

канд. техн. наук *М. В. Опарин* (ведущий инженер отдела испытаний  
КБ «Арматура» – филиала АО «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»);  
канд. техн. наук *Ю. М. Тимофеев* (начальник сектора Расчетно-аналитического  
центра КБ «Арматура» – филиала АО «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»)

**Овчинников, Н. А.**

**О-35** Основы механики жидкости и газа : учебное пособие / Н. А. Овчинников. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 136 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-1736-5

Представлены основы гидростатики и гидродинамики. Показан гидравлический расчет трубопроводов. Рассматриваются стадии кавитации, ее вред и польза.

Для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика». Может быть полезно студентам других направлений подготовки, изучающим различные дисциплины гидравлического профиля, такие как «Гидравлика», «Гидрогазодинамика» и другие.

УДК 532.5  
ББК 22.253

ISBN 978-5-9729-1736-5

© Овчинников Н. А., 2024  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ПРЕДМЕТ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА .....	4
2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА .....	4
3. ЖИДКОСТЬ И СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В НЕЙ. ДАВЛЕНИЕ .....	6
4. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ .....	8
4.1. Основные физические свойства жидкости .....	8
4.2. Основные эксплуатационные свойства жидкости .....	14
5. ОСНОВЫ ГИДРОСТАТИКИ .....	15
5.1. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера .....	15
5.2. Основное уравнение гидростатики .....	16
5.3. Свойства гидростатического давления .....	20
5.4. Сила давления жидкости на плоскую наклонную стенку .....	22
5.5. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность .....	24
5.6. Закон Архимеда .....	27
5.7. Относительный покой жидкости .....	27
5.7.1. Относительный покой жидкости при поступательном движении сосуда с постоянным ускорением .....	28
5.7.2. Относительный покой жидкости при вращательном движении сосуда с постоянной угловой скоростью .....	29
6. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ .....	31
6.1. Основные понятия гидродинамики .....	31
6.2. Уравнение неразрывности .....	36
6.3. Дифференциальные уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости .....	40
6.4. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье-Стокса .....	41
6.5. Уравнение Бернулли .....	43
6.5.1. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости .....	43
6.5.2. Интерпретация уравнения Бернулли .....	47
6.5.3. Уравнение Бернулли для реальной жидкости .....	50
6.5.4. Уравнение Бернулли для неустановившегося течения идеальной жидкости. Инерционный напор .....	52
6.6. Режимы течения жидкости .....	55
6.7. Гидравлические потери .....	63
6.7.1. Основные понятия и определения .....	63
6.7.2. Гидравлические потери по длине .....	64
6.7.3. Местные гидравлические потери .....	68
6.7.4. Определение суммарных гидравлических потерь .....	70
6.8. Взаимодействие потока с ограничивающими стенками .....	71
6.8.1. Уравнение количества движения жидкости .....	71
6.8.2. Сила действия потока на стенки канала .....	72
6.8.3. Сила действия струи на плоскую стенку .....	73

6.9. Истечение жидкости через отверстия и насадки .....	74
6.9.1. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре .....	74
6.9.2. Истечение при переменном напоре.....	77
6.9.3. Истечение при несовершенном сжатии .....	79
6.9.4. Истечение через насадки при постоянном напоре .....	80
6.9.5. Вакуум в насадках .....	82
6.10. Гидравлический удар .....	83
6.11. Основы гидродинамического подобия .....	88
7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ .....	92
7.1. Простой трубопровод .....	92
7.2. Соединение простых трубопроводов .....	95
7.3. Сложные трубопроводы .....	98
7.4. Трубопроводы с насосной подачей жидкости .....	100
8. КАВИТАЦИЯ В ПРОТОЧНЫХ КАНАЛАХ .....	102
8.1. Физическая природа и проявления кавитации .....	102
8.2. Стадии кавитации. Вред и польза кавитации .....	104
9. ТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ЩЕЛЯХ И ЗАЗОРАХ .....	107
9.1. Ламинарное течение в зазоре между двумя параллельными плоскими стенками. Напорное и безнапорное фрикционное течение .....	107
9.2. Течение в плоском клиновом зазоре .....	112
9.3. Основы теории цилиндрического подшипника скольжения.....	119
10. ОСНОВЫ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ .....	121
10.1. Уравнение Бернулли для одномерного течения идеального газа .....	121
10.2. Параметры торможения газа .....	123
10.3. Истечение газа через сопло. Понятие о критической скорости истечения .....	125
10.4. Изменение параметров газа при течении по каналу переменного сечения. Сопло Лавалья .....	128