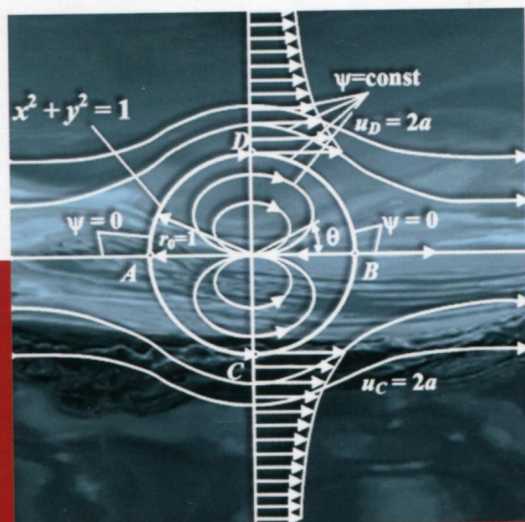


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА



И. В. Доманский  
В. А. Некрасов



ЛАНЬ

E.LANBOOK.COM

И. В. ДОМАНСКИЙ,  
В. А. НЕКРАСОВ

# МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

*Учебное пособие*  
*Издание второе, стереотипное*



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
МОСКВА · КРАСНОДАР  
2023

УДК 532  
ББК 22.253я73

**Д 66** Доманский И. В. Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 140 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-45645-1

Рассмотрены основные законы и уравнения гидромеханики, охватывающие разделы: свойства жидкостей, гидростатика, кинематика и динамика жидкостей, гидродинамическое подобие и гидравлика. Изложены основные вопросы, направленные на самоконтроль приобретенных студентами теоретических знаний и практических навыков по их применению в технических приложениях.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров по направлениям «Строительство», «Технологические машины и оборудование», «Автоматизация технологических процессов и производств», специалистов по направлению «Проектирование технологических машин и комплексов». Может быть полезно магистрам и аспирантам данных направлений.

УДК 532  
ББК 22.253я73

**Рецензенты:**

*Г. В. АЛЕКСЕЕВ* — доктор технических наук, профессор кафедры процессов и аппаратов пищевых производств Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;

*Т. М. ЛЕБЕДЕВА* — кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и робототехники переработки пластмасс Санкт-Петербургского государственного технологического института.

**Обложка**  
*Е. А. ВЛАСОВА*

© Издательство «Лань», 2023  
© И. В. Доманский, В. А. Некрасов, 2023  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	4
<b>1. Основные понятия и определения</b> .....	7
Контрольные вопросы .....	11
<b>2. Элементы кинематики жидкости</b> .....	12
2.1. Основные понятия .....	12
2.2. Уравнение неразрывности .....	15
2.3. Скорость деформации .....	17
Контрольные вопросы .....	22
<b>3. Основные уравнения динамики несжимаемой жидкости</b> .....	23
3.1. Силы в жидкости.....	23
3.2. Уравнение движения в напряжениях .....	27
3.3. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (уравнение Навье — Стокса) .....	29
3.4. Уравнение энергии .....	30
Контрольные вопросы .....	32
<b>4. Гидростатика</b> .....	33
4.1. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).....	33
4.2. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Основное уравнение гидростатики .....	34
4.3. Сообщающиеся сосуды .....	36
4.4. Равновесие жидкости в центробежном поле .....	38
4.5. Сила давления на плоскую поверхность тела .....	39
4.6. Сила давления на цилиндрическую поверхность тела.....	40
4.7. Закон Архимеда .....	42
Контрольные вопросы .....	42
<b>5. Динамика идеальной жидкости</b> .....	44
5.1. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).....	44
5.2. Уравнение Бернулли для плоского установившегося течения .....	44
5.3. Плоские потенциальные течения .....	46
Контрольные вопросы .....	51
<b>6. Общие закономерности динамики вязкой жидкости</b> .....	53

6.1. Два режима течения.....	53
6.2. Уравнение турбулентного течения несжимаемой жидкости (уравнение Рейнольдса).....	54
6.3. О моделировании в гидромеханике .....	56
6.4. Решение задач гидродинамики методом теории подобия ....	57
6.5. Ламинарное безнапорное течение Куэтта .....	59
6.6. Равномерное ламинарное течение в плоскопараллельном (щелевом) канале .....	60
6.7. Ламинарное течение в плоском клиновидном зазоре .....	62
6.8. Ламинарное течение жидкости в зазоре подшипника скольжения .....	64
6.9. Ламинарное течение в круглой трубе .....	66
6.10. Турбулентное безнапорное течение Куэтта .....	68
6.11. Сопротивление гидравлически гладких труб при турбулентном режиме течения жидкости .....	72
6.12. Сопротивление гидравлически шероховатых труб при турбулентном режиме течения жидкости .....	73
6.13. Ламинарное обтекание шара (задача Стокса) .....	75
6.14. Уравнения пограничного слоя .....	78
6.15. Интегральное соотношение пограничного слоя .....	78
6.16. Ламинарный пограничный слой на полубесконечной пластине .....	80
6.17. Турбулентный пограничный слой на полубесконечной пластине .....	82
6.18. Струйное течение.....	83
Контрольные вопросы .....	84
<b>Одномерные течения вязкой жидкости.....</b>	<b>86</b>
7.1. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.....	86
7.2. Уравнение Бернулли для сети с насосом.....	88
7.3. Гидравлические потери по длине.....	89
7.4. Гидравлические потери на местных сопротивлениях .....	89
7.5. Приборы для измерения скоростей и расходов .....	94
7.6. Истечение жидкости .....	97
7.7. Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве .....	101
7.8. Вторичные токи в реальной жидкости.....	103
7.9. Гидравлический удар в трубах .....	106
7.10. Высота всасывания центробежного насоса .....	110
7.11. Высота всасывания поршневого насоса .....	111
7.12. Трубопровод с путевым расходом .....	116
Контрольные вопросы .....	119

<b>8. Сжимаемые жидкости</b> .....	<b>121</b>
8.1. Одномерное движение идеального газа.....	121
Контрольные вопросы .....	125
<b>Приложение А (рекомендуемое). Векторы</b> <b>и операции над ними</b> .....	<b>126</b>
<b>Приложение В (рекомендуемое). Компоненты векторов</b> <b>и основные уравнения в криволинейных координатах</b> .....	<b>130</b>
<b>Литература</b> .....	<b>133</b>