

<b>Предисловие</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Кратковременное (ударное) деформирование газа</b>	<b>5</b>
1.1 Начальные сведения .....	5
1.2 Модуль линейной упругости кратковременно (ударно) нагруженного газа в осевом направлении .....	6
1.3 Термодинамическое описание одномерного кратковременного (ударного) деформирования газа ....	7
1.4 Кратковременная анизотропия плотности газа при быстром нагружении .....	8
1.5 Стадии деформирования нагружаемого газа .....	9
<b>Глава 2. Основные сведения о стоячей и бегущей волнах</b>	<b>10</b>
2.1 Основные определения и терминология .....	10
2.2 «Парадокс (казус)» обнуления энергии звуковой волны в нулевых точках колебаний массовой скорости и акустического давления и напряжения .....	12
2.3 Пример осциллографирования звуковых колебаний .....	12
<b>Глава 3. Молекулярная физика быстрого (ударного) нагружения газа</b>	<b>15</b>
3.1 Одномерная анизотропия плотности газа.....	15
3.2 Компоненты тензора напряжений .....	20
3.3 Распределение молекул газа по скоростям. Анизотропия температурного поля.....	22
3.4 Двумерная анизотропия газа при быстром нагружении	24
3.5 Возникновение касательных напряжений при звуковых колебаниях нормальных напряжений .....	25
3.6 Уравнение Ландау–Лифшица .....	26

<b>Глава 4. Возбуждение колебаний в потоке газа при столкновении с препятствием</b>	<b>28</b>
4.1 Общие сведения .....	28
4.2 Оценочное моделирование .....	28
4.3 Частота звуковых возбуждаемых колебаний. Свист пули, гудение проводов.....	29
<b>Глава 5. Возбуждение звука в невозмущенной газовой среде набегающей волной</b>	<b>30</b>
5.1 Взаимосвязь переноса энергии и количества движения в бегущей волне.....	30
5.2 Внедрение бегущей звуковой волны в неподвижную среду с переходом газа в неравновесное состояние .....	30
<b>Глава 6. Генерация бегущей звуковой волны мембраной или поршнем</b>	<b>32</b>
6.1 Напряженное состояние газовой среды вблизи мембраны генератора звука.....	32
6.2 Особенности генерации звуковых волн .....	32
6.3 Формирование начального импульса генератором звука	35
6.4 Другие неполные волновые уравнения .....	37
<b>Глава 7. Дифференциальные уравнения стоячей волны</b>	<b>40</b>
7.1 Однородное неполное уравнение стоячей волны .....	40
7.2 Ограничение переноса энергии и «интенсивности» стоячей волны. Внутренний импульс колебаний .....	42
7.3 Вырождение однородного волнового уравнения при переходе к сопутствующей системе координат .....	44
7.4 Анализ решения уравнения стоячей волны.....	44
<b>Глава 8. Линейная интенсивность и громкость звуковой волны</b>	<b>46</b>
8.1 Основные сведения .....	46
8.2 Усиление громкости звука с помощью раструба патефона, граммофона и рынды .....	47
8.3 Усиление громкости звука раструбами духовых музыкальных инструментов и певцами .....	49
8.4 Неравновесность газа под действием сдвигов .....	51
8.5 Усиление громкости и мощности звука резонатором лягушки и корпусом музыкальных инструментов .....	52

<b>Глава 9. Расчет характеристик бегущей звуковой волны</b>	<b>55</b>
9.1 Пример расчета характеристик на основе закона Гука	55
9.2 Результаты обработки фонограммы звуковой волны ...	59
9.3 Изменение температурного поля при движении волн ...	60
<b>Глава 10. Линейное и объемное сжатие газа</b>	<b>61</b>
10.1 Возникновение анизотропии плотности при «квазимгновенном» сжатии газа.....	61
10.2 Связь перемещений с волновыми колебаниями давления. Частотная зависимость коэффициента $c$ .....	64
10.3 Кратковременная анизотропия жидких и газообразных сред при прохождении упругих напряжений волн .....	66
10.4 Изменение формы диаграммы напряжений Мора в ходе релаксации после ударно-волнового сжатия.....	67
<b>Глава 11. Уравнения бегущей волны</b>	<b>69</b>
11.1 Уравнение высокочастотной бегущей волны .....	69
11.2 Уравнение волны звука с учетом приобретенной анизотропии плотности газа .....	70
11.3 Обобщение уравнений сплошности, сохранения импульса и энергии.....	73
11.4 Несовместимость однородных волновых уравнений с движением звуковой волны .....	74
11.5 Зависимость скорости и дальности распространения звука от диссипации энергии .....	74
<b>Глава 12. Разнообразие способов генерации звука</b>	<b>76</b>
12.1 Генерация звуковой волны крыльями мелких насекомых .....	76
12.2 Возбуждение звука воздушным потоком в патрубке с соосными отверстиями .....	78
12.3 Генерация высокочастотных звуков насекомыми .....	80
<b>Глава 13. Основные сведения о моделировании плоской ударной волны</b>	<b>82</b>
13.1 Исходные соотношения.....	82
13.2 Сопоставление моделей ударной и звуковой волн .....	87
13.3 Пример генерации ударной волны .....	92

13.4	Воздействие ударной волны на энергоемкие материалы. Иницирование горения энергоемких материалов .....	94
13.5	Возникновение поперечных, растягивающих образцов напряжений под действием ударной волны .....	97
13.6	Упрощенная модель генерации ударной волны .....	99
13.7	Сопоставление моделей колебательного и волнового движений .....	102
13.8	Физически обоснованные волновые функции $f(t)$ и $f_r(r)$ и математически абстрактные функции $f(x - ct)$ и $g(x + ct)$ .....	103
13.9	Ускорение химических реакций быстрым воздействием механических напряжений .....	104
13.10	Воздействие ударной волны на окружающую среду. Сохранение энергии в ударной волне .....	105
13.11	Природа ячеистой структуры ударной волны .....	106
13.12	Ударно-волновое разрушение молекулярных структур .....	107

## **Глава 14. Прикладные разделы теории анизотропии сред 108**

14.1	Корректировка критериев подобия с учетом перехода сплошной среды в анизотропное состояние .....	108
14.2	Уравнения состояния одно- и двумерно деформированного газа .....	109
14.3	Сохранение громкости звука голоса в разговоре .....	110
14.4	Практическое подтверждение возникновения кратковременного состояния анизотропии воздуха .....	110
14.5	Реологическая модель одноосного и объемного деформирования газа .....	114
14.6	Оценка времени релаксации газа по перекрытию экраном высокочастотной составляющей компоненты поличастотного звука .....	115
14.7	Температурное поле высокочастотных волн .....	115
14.8	Иерархия составляющих времен релаксации .....	116
14.9	Описание неравновесного фазового перехода жидкость–газ .....	117
14.10	Локальная формулировка уравнения сохранения количества движения .....	118
14.11	Природа диссипации энергии звука .....	120
14.12	Примеры околоравновесных и неравновесных состояний в окружающем мире и в быту .....	121

<b>Глава 15. Наблюдение и воспроизведение неравновесных состояний</b>	<b>122</b>
15.1 Анизотропное состояние сред при чистом сдвиге .....	122
15.2 Турбулизация течения Пуазейля.....	123
15.3 Устойчивость формы вихря и смерча .....	124
15.4 Генератор музыкального звука в форме трубы с боковым отверстием .....	127
15.5 Природа кавитации и дождевых пузырьков .....	129
15.6 Ускорение потока газа соплом Лавала .....	130
15.7 Оценочный вывод формулы скорости звука в анизотропном газе .....	132
15.8 Очищение верхних дыхательных путей быстрым выдохом .....	133
<b>Глава 16. Изменения свойств газа при его переходе в неравновесное состояние</b>	<b>134</b>
16.1 Напряженное состояние неравновесного газа. Появление звука. Нулевые точки фонограммы .....	134
16.2 Решение нулевой проблемы .....	136
16.3 Диссипация энергии звуковой волны .....	137
16.4 Природа возникновения шипящих звуков.....	138
16.5 Примеры перераспределения линейной плотности в неравновесном газе .....	138
16.6 Капиллярный эффект. Природа осмоса .....	139
16.7 Возникновение белого облака конденсата над водопадом и летательными аппаратами .....	140
16.8 Связь коэффициентов расширения и сжимаемости равновесных и неравновесных сплошных сред .....	141
<b>Заключение</b>	<b>142</b>
<b>Приложения</b>	<b>144</b>
П1 Теплоемкость, вязкость, самодиффузия и показатель адиабаты при быстром нагружении газа .....	144
П2 Изменение температурного поля и свойств сред при внезапном волновом воздействии .....	145
П3 Энергия образования фронта ударной волны.....	146
П4 Определение времени релаксации $\tau_r$ по опытным данным .....	147
П4.1 Определение $\tau_r$ по кривым громкости .....	147

П4.2	Определение $\tau_r$ по частотной зависимости скорости звука .....	147
П4.3	Определение $\tau_r$ по возникновению шумовых помех .....	149
П5	Коэффициент полезного действия цикла Карно, уравнение Бойля–Мариотта для анизотропного газа ....	150
П6	Расширение области математически абстрактной стоячей волны функцией $f(x - ct)$ .....	151
П7	Использование эффекта анизотропного состояния среды летучими мышами и дельфинами в ультразвуковой дефектоскопии, диагностике, стоматологии и других разделах медицины .....	152
П8	Определение начальной скорости $u_i$ бегущей звуковой волны по увеличению громкости звука движением среды .....	154
П9	Моделирование фонограмм .....	155
П10	Неравновесный фазовый переход газ–конденсат при быстром (ударном) сжатии. Примеры .....	156
П11	Трансляционная плотность газа в звуковой волне .....	157
П12	Собственные и вынужденные колебания частиц массы в потоке сплошной среды. Волновой резонанс .....	158
П13	Образование и выход звуковой волны из генератора звука сферической и не только сферической формы .....	159
П14	Использование потенциала скорости $\varphi$ в акустике .....	166
П15	Внутренняя энергия и фугитивность неравновесного газа .....	166
П16	Критерии подобия в теории неравновесного газа .....	167

**Литература****168**