

К. П. СТАНЮКОВИЧ

НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ  
ДВИЖЕНИЯ  
СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

К. П. СТАНЮКОВИЧ

НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ  
ДВИЖЕНИЯ  
СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1955

12-5-4

*Станюкович Кирилл Петрович.*

Неустановившиеся движения сплошной среды

Редактор *С. Н. Шустов*

Техн. редактор *Н. Я. Мурашова*

Корректор *Л. О. Сечейко*

---

Слано в набор 16/II-55 г. Подписано к печати 10/V 1955 г.  
Бумага 60x92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Физ. печ. л. 50<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Условн. печ. л. 50,25. Уч.-изд. л. 49,65  
Тираж 5000 экз. Т-03392. Цена книги 26 р. 35 к. Заказ № 158.

---

Государственное издательство технико-теоретической литературы  
Москва В-71, Б. Калужская ул., 15

---

Министерство культуры СССР. Главное управление полиграфической  
промышленности. 4-я тип. им. Евг. Соколовой.  
Ленинград, Измайловский пр., 29.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	6
Введение . . . . .	7
<b>Глава I. Математический и термодинамический аппарат газовой динамики . . . . .</b>	<b>9</b>
§ 1. Основные термодинамические соотношения в газовой динамике . . . . .	9
§ 2. Основные уравнения газовой динамики в форме Эйлера . . . . .	18
§ 3. Основные уравнения газовой динамики в форме Лагранжа . . . . .	26
§ 4. Некоторые общие свойства движения среды . . . . .	31
§ 5. Основные уравнения газовой динамики для некоторых специальных случаев . . . . .	39
<b>Глава II. Исследование основных уравнений нестационарной газовой динамики методом характеристик . . . . .</b>	<b>55</b>
§ 6. Характеристики уравнений газовой динамики . . . . .	55
§ 7. Характеристики уравнений с двумя независимыми переменными . . . . .	65
<b>Глава III. Автомодельные движения среды . . . . .</b>	<b>77</b>
§ 8. Автомодельные движения газа, обладающие центральной симметрией . . . . .	77
§ 9. Автомодельные симметричные движения для некоторых специальных случаев . . . . .	91
§ 10. Плоские и пространственные автомодельные движения . . . . .	100
<b>Глава IV. Решение уравнений для одномерных изэнтропических движений среды . . . . .</b>	<b>111</b>
§ 11. Основные преобразования уравнений. Общие решения в случае $n = 3$ . . . . .	111
§ 12. Особые решения . . . . .	116
§ 13. Общие решения . . . . .	125
§ 14. Общие решения в форме Лагранжа . . . . .	136
§ 15. Основные физические закономерности при распространении волн . . . . .	141
<b>Глава V. Одномерные изэнтропические движения среды . . . . .</b>	<b>149</b>
§ 16. Основные закономерности установившихся изэнтропических потоков . . . . .	149
§ 17. Волна разрежения одного направления при истечении ранее покоящегося газа . . . . .	154
§ 18. Отражение волны разрежения . . . . .	159
§ 19. Двухстороннее истечение газа из цилиндрического сосуда в трубу . . . . .	174
§ 20. Истечение газа из трубы конечной длины в пустоту . . . . .	180
§ 21. Некоторые случаи неустановившегося истечения газов . . . . .	188
§ 22. Основные закономерности нестационарного истечения газа . . . . .	195
§ 23. Волны сжатия одного направления . . . . .	200
<b>Глава VI. Элементарная теория ударных волн . . . . .</b>	<b>212</b>
§ 24. Общие условия на разрывах . . . . .	212
§ 25. Основные свойства ударных волн . . . . .	215

§ 26.	Ударные волны для политропических сред . . . . .	228
§ 27.	Плоская ударная волна . . . . .	235
§ 28.	Косая ударная волна . . . . .	241
§ 29.	Регулярное отражение косых ударных волн . . . . .	257
§ 30.	Нерегулярное отражение косых ударных волн . . . . .	269
§ 31.	Втекание газа в трубу со скачком сечения. Смешение газовых потоков . . . . .	275
§ 32.	О нестационарном отражении газового потока от стенки . . . . .	283
§ 33.	Анализ основных свойств ударных волн . . . . .	291
§ 34.	Некоторые примеры движения среды при стационарных ударных волнах . . . . .	299
§ 35.	Акустическая теория ударных волн . . . . .	304
<b>Глава VII. Теория детонационных волн . . . . .</b>		<b>309</b>
§ 36.	Основные закономерности и уравнения теории волн детонации и дефлаграции . . . . .	309
§ 37.	Анализ возможных движений среды за фронтом реакции . . . . .	319
§ 38.	О механизмах горения и детонации . . . . .	322
§ 39.	Рассмотрение процессов детонации и горения в политропических средах . . . . .	329
§ 40.	Уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ . . . . .	339
§ 41.	Общие термодинамические закономерности для расширяющихся продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ . . . . .	357
<b>Глава VIII. Плоские детонационные волны и разлёт продуктов детонации . . . . .</b>		<b>364</b>
§ 42.	Распространение плоской детонационной волны . . . . .	364
§ 43.	Разлёт продуктов детонации . . . . .	369
§ 44.	Основные результаты исследования детонационных волн и разлёта продуктов детонации . . . . .	386
§ 45.	Разлёт продуктов детонации в пустоту в случае $k = 3$ . . . . .	391
§ 46.	Истечение продуктов детонации с косою поверхностью заряда в пустоту . . . . .	395
§ 47.	Отражение плоской детонационной волны . . . . .	406
§ 48.	Косое отражение фронта сильной детонационной волны от стенки . . . . .	416
§ 49.	Некоторые случаи распространения волны дефлаграции . . . . .	423
§ 50.	Ударные волны с поглощением энергии на фронте . . . . .	427
§ 51.	Условия на фронте ударной волны в представлении Лагранжа . . . . .	429
§ 52.	Некоторые случаи движения среды при детонации в представлении Лагранжа . . . . .	431
<b>Глава IX. Теория распространения нестационарных ударных волн . . . . .</b>		<b>455</b>
§ 53.	Начальные параметры ударной волны . . . . .	455
§ 54.	Основные уравнения и граничные условия для плоской ударной волны . . . . .	469
§ 55.	Начальная стадия распространения плоской ударной волны при истечении продуктов мгновенной детонации в воздух . . . . .	476
§ 56.	Предельная акустическая стадия процесса . . . . .	484
§ 57.	Промежуточная стадия движения ударной волны . . . . .	493
§ 58.	Распространение ударной волны при реальной детонации. Некоторые примеры адиабатических движений . . . . .	501
§ 59.	Отражение плоской нестационарной ударной волны от преграды . . . . .	514
§ 60.	Полные импульсы при истечении сжатого газа или продуктов детонации в бесконечную трубу, наполненную воздухом . . . . .	518
§ 61.	Истечение газа в трубу конечных размеров, наполненную воздухом . . . . .	520

Глава X. Пространственные движения газа . . . . .	533
§ 62. Цилиндрические и сферические детонационные волны . . . . .	533
§ 63. Разлёт газового шара в пустоту . . . . .	542
§ 64. Теория точечного взрыва. Сильная автомодельная ударная волна. Сходящаяся сильная автомодельная волна . . . . .	551
§ 65. Цилиндрические и сферические волны в акустическом приближении . . . . .	575
§ 66. Приближённые методы интегрирования уравнений для цилиндрических и сферических волн . . . . .	578
§ 67. Разлёт продуктов мгновенной и реальной детонации в воздух . . . . .	582
Глава XI. Неустановившиеся движения в плотных средах . . . . .	589
§ 68. Распространение плоской ударной волны в воде при взрыве . . . . .	589
§ 69. Кавитация плотной среды у свободной поверхности . . . . .	600
§ 70. Распространение сферической ударной волны в воде . . . . .	605
§ 71. Неустановившиеся движения воды в каналах . . . . .	612
§ 72. Распространение сильных волн в твёрдых телах . . . . .	617
Глава XII. Метание тел газовым потоком . . . . .	637
§ 73. Задача Лагранжа . . . . .	637
§ 74. Задача Лагранжа при постепенном выделении энергии . . . . .	646
§ 75. Метание тела в случае постоянного давления на его поверхности . . . . .	657
Глава XIII. Движение газа в поле тяжести . . . . .	659
§ 76. Одномерные движения газа в постоянном поле тяжести . . . . .	659
§ 77. Движение газа в переменном поле тяжести . . . . .	672
§ 78. Стационарные движения газа в поле тяжести . . . . .	680
§ 79. Некоторые общие закономерности извержения газовых масс из небесных тел . . . . .	687
Глава XIV. Предельное движение разрежённой и очень плотной среды . . . . .	705
§ 80. Решение основных уравнений газовой динамики для разрежённой среды . . . . .	705
§ 81. Движение разрежённой среды в поле тяжести . . . . .	712
§ 82. Равновесное состояние гравитирующей среды . . . . .	722
§ 83. Движение вращающихся масс разрежённого газа в поле тяжести . . . . .	736
§ 84. Основные закономерности движения газа в собственном поле тяжести . . . . .	741
Глава XV. Некоторые вопросы релятивистской механики сплошных сред . . . . .	753
§ 85. Основные уравнения релятивистской теории . . . . .	753
§ 86. Основные термодинамические соотношения . . . . .	765
§ 87. Элементы теории ударных волн . . . . .	774
§ 88. Движение среды в релятивистском случае . . . . .	783
Основная библиография . . . . .	798
Именной указатель . . . . .	800
Предметный указатель . . . . .	801