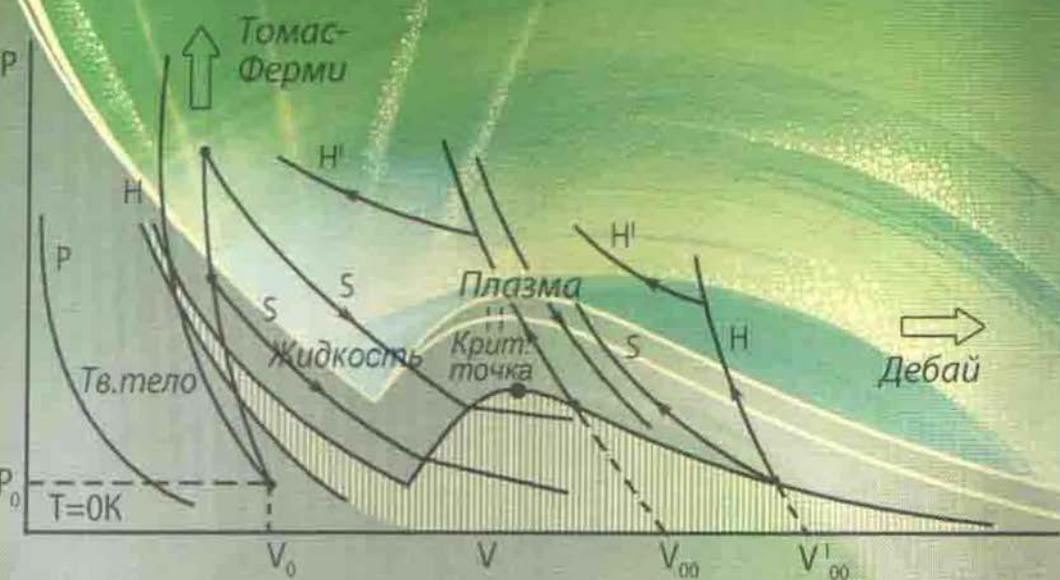


# Поведение веществ под воздействием сильных ударных волн

## Том 2

(1973–1986 гг.)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
РФЯЦ-ВНИИЭФ

# **ПОВЕДЕНИЕ ВЕЩЕСТВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СИЛЬНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН**

Сборник научных статей в четырех томах

Под общей редакцией доктора физико-математических наук  
Р. Ф. Трунина

Том второй  
(1974–1986 гг.)

Саров  
2007

ББК 22.23  
УДК 534.222.2+539.4  
П42

**Поведение веществ под воздействием сильных ударных волн:** Сборник научных статей / Под ред. д-ра физ.-мат. наук Р. Ф. Трунина. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2007. – 491 с. – ил.

ISBN 978-5-9515-0086-1

Сборник состоит из четырех томов и содержит статьи, написанные сотрудниками отдела 0304 начиная с 1958 г. и заканчивая 2006-м. В основном они посвящены изучению уравнений состояния веществ и включают в себя различные аспекты этого вопроса – методики исследований, взрывные измерительные устройства, постановку опытов, экспериментальные данные и их интерпретацию, модели поведения веществ при высоких давлениях и т. д. В качестве энергетических источников во всех исследованиях использовались ударные волны, созданные мощными взрывчатыми веществами, а также ударные волны подземных ядерных взрывов. Представленные материалы в своей совокупности указывают на основополагающую роль исследований, проводимых в отделе, в деле становления новой физической дисциплины – физики высоких плотностей энергии.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов, интересующихся поведением конденсированных веществ под действием давлений ударных волн. Он может быть полезен студентам и аспирантам, занимающимся различными вопросами прикладной газодинамики, физики твердого тела, физики горения и взрыва, планетной астрономии, геофизики и других дисциплин.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Калашиников Н. Г., Павловский М. Н., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> Динамическая сжимаемость минералов группы кальцита . . . . .	3
<i>Альтишулер Л. В., Подурец М. А., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> Высокоплотные формы флюорита и рутила . . . . .	11
<i>Кутсар А. Р., Герман В. Н., Носова Г. И.</i> ( $\alpha \rightarrow \omega$ )-превращение в титане и цирконии в ударных волнах . . . . .	17
<i>Герман В. Н., Подурец М. А., Трунин Р. Ф.</i> Синтез высокоплотной фазы двуокиси кремния в ударных волнах . . . . .	22
<i>Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> О существовании сверхплотных перовскитовых структур при высоких давлениях у магнезиальных силикатов . . . . .	25
<i>Симаков Г. В., Подурец М. А., Трунин Р. Ф.</i> Новые данные о сжимаемости окислов и фторидов и гипотеза об однородном составе Земли . . . . .	27
<i>Дулин И. Н., Зубарев В. Н., Шуйкин А. Н., Ямпольский П. А.</i> О динамических адиабатах органических веществ . . . . .	31
<i>Баканова А. А., Дудолодов И. П., Сутулов Ю. Н.</i> Ударная сжимаемость пористых вольфрама, молибдена, меди и алюминия в области низких давлений . . . . .	36
<i>Симаков Г. В., Павловский М. Н., Калашиников Н. Г., Трунин Р. Ф.</i> Ударная сжимаемость двенадцати минералов . . . . .	44
<i>Трунин Р. Ф., Симаков Г. В., Подурец М. А.</i> Ударное сжатие пористого рутила . . . . .	53
<i>Подурец М. А., Трунин Р. Ф.</i> О микроструктуре плотной фазы ударно-сжатого кварца . . . . .	60
<i>Телегин Г. С., Бугаева В. А., Трунин Р. Ф.</i> Определение метастабильной адиабаты плотной фазы кремнезема по результатам измерения динамической сжимаемости минералов . . . . .	65
<i>Альтишулер Л. В., Зубарев В. Н., Телегин Г. С.</i> Пересжатые детонационные волны в конденсированных ВВ . . . . .	69
<i>Трунина Н. П., Панов Н. В., Трунин Р. Ф., Герман В. Н.</i> Исследование поведения семян двудольных растений под действием сильных ударных волн . . . . .	74
<i>Зубарев В. Н., Подурец М. А., Попов Л. В., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> Ударная сжимаемость и уравнение состояния меди в области высоких давлений . . . . .	76
<i>Глушак Б. Л., Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н.</i> Изэнтропическое расширение металлов после ударной нагрузки . . . . .	81
<i>Гатилов Л. А., Зубарев В. Н., Шуйкин А. Н.</i> Измерение электросопротивления металлов при динамическом сжатии . . . . .	85

<i>Егоров Л. А., Ниточкина Э. В., Орекин Ю. К.</i> Применение метода рентгеноструктурного анализа для регистрации структуры при ударном сжатии . . . . .	89
<i>Подурец М. А., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> О фазовом превращении рутила при ударном сжатии . . . . .	93
<i>Кулешова Л. В.</i> Электропроводность ударно сжатых монокристаллов $\text{CaF}_2$ и $\text{BaF}_2$ . . . . .	95
<i>Баканова А. А., Сутулов Ю. Н., Трунин Р. Ф.</i> Исследование динамической сжимаемости льда при высоких давлениях . . . . .	99
<i>Шуйкин А. Н.</i> Регистрация массовых скоростей за фронтом ударных волн магнитоэлектрическим методом . . . . .	103
<i>Калашиников Н. Г., Павловский М. Н.</i> Исследование ударной сжимаемости кварцита, парафина и политетрафторэтилена с помощью манганинового датчика давления . . . . .	106
<i>Баканова А. А., Зубарев В. Н., Сутулов Ю. Н., Трунин Р. Ф.</i> Термодинамические свойства воды при высоких давлениях и температурах . . . . .	111
<i>Герман В. Н., Орлова Н. Н., Павловский М. Н., Тарасова Л. А., Трунин Р. Ф.</i> Фазовые превращения фторидов щелочноземельных металлов $\text{CaF}_2$ и $\text{BaF}_2$ в ударных волнах . . . . .	122
<i>Герман В. Н., Орлова Н. Н., Тарасова Л. А., Трунин Р. Ф.</i> Получение орторомбической фазы двуокиси кремния в условиях динамического сжатия . . . . .	129
<i>Павловский М. Н.</i> Измерения скорости звука в ударно-сжатых кварците, доломите, ангидрите, хлористом натрия, парафине, плексигласе, полиэтилене и фторопласте-4 . . . . .	137
<i>Подурец М. А., Попов Л. В., Севастьянова А. Г., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> К вопросу о влиянии размера исследуемых образцов на положение ударной адиабаты кремнезема . . . . .	142
<i>Баталов В. А., Бугаева В. А., Телегин Г. С., Трунин Р. Ф.</i> Уравнения состояния метастабильных фаз двенадцати минералов . . . . .	145
<i>Подурец М. А., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i> О фазовом равновесии в ударно-сжатом кварце и о характере кинетики фазового перехода . . . . .	154
<i>Кулешова Л. В., Павловский М. Н.</i> О фазовом переходе в $\text{NaCl}$ при ударном нагружении . . . . .	165
<i>Евстигнеев А. А., Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н.</i> Изэнтропическое расширение и уравнение состояния продуктов взрыва тротила . . . . .	169

*Павловский М. Н.*

Электросопротивление ударно сжатого иттербия . . . . .	176
<i>Кулешова Л. В., Павловский М. Н.</i>	
Динамическая сжимаемость, электропроводность и скорость звука за фронтом ударной волны в капролоне . . . . .	185
<i>Альтиулер Л. В., Баканова А. А., Бушман А. В., Дудолодов И. П., Зубарев В. Н.</i>	
Испарение ударносжатого свинца в волнах разгрузки . . . . .	190
<i>Баталова М. В., Бахрах С. М., Зубарев В. Н.</i>	
Расчет возбуждения детонации ударными волнами . . . . .	198
<i>Куропаткин В. Г., Ниточкина Э. В., Шаболдина Н. Л.</i>	
О подобии при электрическом взрыве проволоочки в различных средах . . . . .	204
<i>Панов Н. В., Трунина Н. П., Трунин Р. Ф.</i>	
Воздействие импульсных давлений на семена злаковых культур . . . . .	207
<i>Кутсар А. Р., Герман В. Н.</i>	
Изучение структуры титана после обработки ударными волнами . . . . .	211
<i>Рыжанский В. А., Минеев В. Н., Герман В. Н., Попов Н. Н., Ващенко В. П.</i>	
Влияние превращения $\alpha$ - $\omega$ на прочность отожженного титанового сплава ВТ-14 при одноосном динамическом растяжении . . . . .	218
<i>Бугаева В. А., Подурец М. А., Симаков Г. В., Телегин Г. С., Трунин Р. Ф.</i>	
Динамическая сжимаемость и уравнения состояния минералов рутиловой структуры . . . . .	221
<i>Гатилов Л. А.</i>	
Электросопротивление ударно сжатого свинца . . . . .	231
<i>Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i>	
Сжатие минералов ударными волнами . . . . .	235
<i>Телегин Г. С., Антошев В. Г., Бугаева В. А., Симаков Г. В., Трунин Р. Ф.</i>	
Расчетное определение ударных адиабат горных пород и минералов . . . . .	241
<i>Баталов В. А., Котов В. А., Орехин Ю. К., Панов Н. В., Телегин Г. С., Трунин Р. Ф.</i>	
Камуфлетный взрыв в воде. Роль смягчающих прокладок в процессе образования полости . . . . .	253
<i>Альтиулер Л. В., Бушман А. В., Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н., Леонтьев А. А., Фортвов В. Е.</i>	
Изэнтропии разгрузки и уравнение состояния металлов при высоких плотностях энергии . . . . .	267
<i>Грязнов В. К., Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н., Иосилевский И. Л., Фортвов В. Е.</i>	
Термодинамические свойства неидеальной плазмы аргона и ксенона. . . . .	289

<i>Герман В. Н., Цыпкин В. И., Минеев В. Н., Иванов А. Г.</i> Поведение стали Х18Н10Т при комплексном воздействии ударного нагружения и высокоскоростной деформации . . . . .	305
<i>Бахрах С. М., Евстигнеев А. А., Зубарев В. Н., Шанин А. А.</i> Влияние конечной скорости разложения ВВ на определение детонационных параметров . . . . .	310
<i>Герман В. Н., Подурец А. М., Родникова Н. И., Тарасова Л. А., Трунин Р. Ф.</i> Фазовые превращения в ударнообжатых образцах рутила и пиролюзита . . . . .	315
<i>Подурец М. А., Симаков Г. В., Телегин Г. С., Трунин Р. Ф.</i> Полиморфизм кремнезема в ударных волнах и уравнение состояния коэсита и стишовита . . . . .	318
<i>Альтшулер Л. В., Егоров Л. А., Ниточкина Э. В., Орехин Ю. К.</i> Дифракционное исследование структуры ударно сжатого алюминия в рентгеновских лучах . . . . .	331
<i>Гатилов Л. А., Кулешова Л. В.</i> Электропроводность йодистого цезия за фронтом ударной волны при давлениях до 100 ГПа . . . . .	338
<i>Альтшулер Л. В., Баканова А. А., Дудолодов И. П., Дынин Е. А., Трунин Р. Ф., Чекин Б. С.</i> Ударные адиабаты металлов. Новые данные, статистический анализ и общие закономерности . . . . .	342
<i>Герман В. Н., Подурец А. М.</i> Исследование фазовых превращений германия и кремния в образцах, подвергнутых ударному нагружению . . . . .	380
<i>Куропаткин В. Г., Ниточкина Э. В., Шаболдина Н. Л.</i> Взрывы в линейно-протяженных полостях . . . . .	383
<i>Гатилов Л. А., Кулешова Л. В.</i> Измерение высокой электропроводности в ударно-сжатых диэлектриках . . . . .	387
<i>Герман В. Н., Подурец А. М., Тарасова Л. А.</i> Полиморфные превращения оксидов редкоземельных металлов при ударном нагружении . . . . .	392
<i>Герман В. Н., Подурец А. М.</i> Ударный полиморфизм фторида марганца . . . . .	395
<i>Павловский М. Н., Комиссаров В. В.</i> Особенности фазового превращения висмута в волне разрежения. . . . .	401
<i>Кутсар А. Р., Павловский М. Н., Комиссаров В. В.</i> Наблюдение двухволновой конфигурации ударной волны в титане. . . . .	407
<i>Баканова А. А., Дудолодов И. П., Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н., Симаков Г. В.</i> Об испарении ударно-сжатых металлов при расширении . . . . .	411
<i>Кутсар А. Р., Павловский М. Н., Комиссаров В. В.</i> Наблюдение двухволновой конфигурации ударной волны в цирконии . . . . .	420

<i>Бахрах С. М., Евстигнеев А. А., Зубарев В. Н., Шанин А. А.</i> Численное моделирование отражения от преград детонационных волн с конечной зоной химических реакций . . . . .	423
<i>Зубарев В. Н., Евстигнеев А. А.</i> О возможных причинах разброса экспериментальных характеристик детонационных волн . . . . .	426
<i>Зубарев В. Н., Евстигнеев А. А.</i> Уравнения состояния продуктов взрыва конденсированных ВВ . . . . .	430
<i>Зубарев В. Н.</i> Структура автомодельных волн разрежения и адиабаты расширения веществ . . . . .	446
<i>Жерноклетов М. В., Зубарев В. Н., Сутулов Ю. Н.</i> Адиабаты пористых образцов и изэнтропы расширения сплошной меди . . . . .	449
<i>Дорохин В. В., Зубарев В. Н., Орехин Ю. К., Панов Н. В., Шаболдина Н. Л.</i> Исследование движения продуктов взрыва за фронтом детонационной волны . . . . .	455
<i>Гатилов Л. А., Глуходеев В. Д., Григорьев Ф. В., Кормер С. Б., Кулешова Л. В., Мочалов М. А.</i> Электропроводность ударно-сжатого конденсированного аргона при давлениях от 20 до 70 ГПа . . . . .	460
<i>Трунин Р. Ф.</i> Сжимаемость различных веществ при высоких давлениях ударных волн. Обзор . . . . .	465

## **Поведение веществ под воздействием сильных ударных волн**

Сборник научных статей в четырех томах

Под общей редакцией д-ра физ.-мат. наук Трунина Рюрика Федоровича

Том второй  
(1974–1986 гг.)

Редакторы *Л. В. Мазан, В. М. Тагирова*  
Компьютерная подготовка оригинала-макета  
*А. А. Ивлева, Т. В. Андреева*

---

Подписано в печать 22.05.2007. Формат 70×108/16.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 43. Уч.-изд. л. 37.  
Тираж 500 экз. Зак. тип. 1649-2006.

---

Отпечатано в ИПК ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»  
607188, г. Саров Нижегородской обл.