

Н.В. Быков

**Внутрикамерные процессы,  
параметрический и структурный синтез  
газодинамических баллистических  
установок**



Москва  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
2022

УДК 531.57+533  
ББК 22.253.3  
Б95

Издание доступно в электронном виде по адресу  
<https://bmstu.press/catalog/item/7489/>

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, профессор, директор НИИ ПММ ТГУ *А.Н. Ищенко*;  
д-р техн. наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой  
прикладной математики и информационных технологий  
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова *И.Г. Русяк*

**Быков, Н. В.**

Б95      Внутрикамерные процессы, параметрический и структурный синтез газодинамических баллистических установок / Н. В. Быков. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 223, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5832-5

Рассмотрены методы математического и численного моделирования внутрикамерных процессов в лабораторных газодинамических баллистических установках (на сжатом газе, на смеси химически реагирующих газов, пороховых, с гидродинамическим эффектом), а также методы их параметрического (задача баллистического проектирования) и структурно-параметрического синтеза.

Для научных работников и инженеров, также может быть полезна студентам старших курсов и аспирантам.

УДК 531.57+533  
ББК 22.253.3



*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: [info@bmstu.press](mailto:info@bmstu.press)*

ISBN 978-5-7038-5832-5

© Быков Н.В., 2022  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

## Оглавление

Предисловие .....	5
Список основных обозначений .....	9
Список сокращений .....	14
Введение .....	15
1. Газодинамические баллистические установки .....	19
1.1. Классификация баллистических установок .....	19
1.2. Баллистические установки на сжатом газе .....	27
1.3. Баллистические установки на химически реагирующих газах .....	29
1.4. Пороховые баллистические установки .....	31
1.5. Легкогазовые баллистические установки .....	32
1.6. Баллистические установки с гидродинамическим эффектом и гидропушки .....	34
2. Методы моделирования внутрикамерных процессов в газодинами- ческих баллистических установках .....	38
2.1. Математические модели внутрикамерных процессов в газодина- мических баллистических установках .....	38
2.2. Концепция комбинированной газодинамической баллистической установки .....	46
2.3. Метод численного решения прямой задачи внутренней баллистики газодинамических баллистических установок .....	48
2.4. Системный подход к определению структуры и рациональных параметров газодинамических баллистических установок .....	60
3. Математическое моделирование и параметрический синтез баллисти- ческих установок на сжатом газе .....	66
3.1. Одноступенчатый разгон тел сжатым газом .....	66
3.2. Неоднородное заполнение камеры .....	81
3.3. Ударно-волновой подгон метаемого элемента .....	84
3.4. Влияние уширения ресивера и сжатия воздуха перед метаемым элементом на баллистические характеристики .....	88
3.5. Параметрический синтез одноступенчатых баллистических уста- новок на сжатом газе .....	93
4. Математическое моделирование и параметрический синтез баллисти- ческих установок на химически реагирующих смесях газов .....	99
4.1. Методы математического моделирования внутрикамерных процес- сов в установках на химически реагирующих газах .....	99
4.2. Валидация моделей и сравнение результатов расчета .....	109

---

4.3. Анализ влияния соотношения компонентов топлива на баллистические характеристики .....	111
4.4. Параметрический синтез баллистических установок на химически реагирующих газах .....	115
5. Математическое моделирование, экспериментальное исследование и баллистическое проектирование пороховых баллистических установок .....	117
5.1. Термодинамическая модель внутрикамерных процессов .....	117
5.2. Особенности газодинамического описания внутрикамерных процессов в пороховых баллистических установках .....	123
5.3. Верификация и валидация моделей. Эксперименты .....	133
5.4. Методика решения классической задачи баллистического проектирования пороховых ствольных систем и ее модификаций .....	142
6. Математическое моделирование, экспериментальное исследование и параметрический синтез установок с гидродинамическим эффектом ...	158
6.1. Особенности баллистических установок с гидродинамическим эффектом .....	158
6.2. Математические модели деформирования поршня .....	159
6.3. Численное моделирование гидродинамического эффекта .....	164
6.4. Экспериментальные исследования гидродинамического эффекта в баллистических установках .....	170
6.5. Параметрический синтез установок с гидродинамическим эффектом на основе последовательного проектирования степеней .....	178
6.6. Метод решения задачи параметрического синтеза баллистических установок .....	180
7. Структурно-параметрический синтез комбинированных газодинамических баллистических установок .....	187
7.1. Математическая модель внутренней баллистики многоступенчатых баллистических установок .....	187
7.2. Метод решения задачи структурно-параметрического синтеза комбинированных газодинамических баллистических установок .....	191
7.3. Пример решения задачи структурно-параметрического синтеза для комбинированной газодинамической баллистической установки ...	197
Заключение .....	202
Литература .....	203