

Ю. М. Давыдов, И. М. Давыдова,
М. Ю. Егоров

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
И ОПТИМИЗАЦИЯ
АВИАЦИОННЫХ
И РАКЕТНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ



Национальная Академия прикладных наук России
Институт механики и экологии

**Ю.М. Давыдов, И.М. Давыдова,
М.Ю. Егоров**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
АВИАЦИОННЫХ И РАКЕТНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ
НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ
ЭФФЕКТОВ**

Под редакцией

*Почётного Академика Академии наук Туркменистана,
Почётного Академика Киргизской Академии наук,
Академика Королевской Академии наук Испании,
Заслуженного деятеля науки и техники России
Ю.М. Давыдова*

Москва
2002

УДК: 519.6, 621.4, 623.5, 629.7.

ББК: 22.25, 22.19.

Д 13.

Давыдов Ю.М., Давыдова И.М., Егоров М.Ю.
Совершенствование и оптимизация авиационных и ракетных двигателей с учётом нелинейных нестационарных газодинамических эффектов. / Под ред. Ю.М. Давыдова. – М.: Национальная Академия прикладных наук России, 2002. – 303 с.

Рецензенты:

- доктор техн. наук, профессор И.А. Лепешинский (Московский государственный авиационный институт (технический университет) – МАИ);
- доктор техн. наук, профессор А.Л. Стасенко (Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) им. профессора Н.Е. Жуковского);
- доктор физ.-мат. наук, профессор А.И. Швец (Институт механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова);
- Научно - исследовательский центр новых компьютерных технологий.

Утверждено к печати Редакционно-издательским Советом Национальной Академии прикладных наук России 15 апреля 2002 года.

В монографии рассмотрены нестационарные и глубоко нелинейные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) и ракетных двигателей на твёрдом топливе (РДТТ). При помощи *метода Давыдова (метода крупных частиц)* - мощного метода вычислительного эксперимента - решены актуальные задачи современного двигателестроения. Исследованы динамические эффекты статор-ротор взаимодействия в турбине ГТД и низкочастотная акустическая неустойчивость в камере сгорания РДТТ, что позволяет дать практические рекомендации по совершенствованию и оптимизации конструкции авиационных и ракетных двигателей.

Монография будет полезна научным работникам, инженерам и конструкторам НИИ и КБ, преподавателям вузов, а также докторантам, аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

Библиогр. 604 назв., ил. 68, табл. 2, CD-диск 1.

ISBN 5-88345-073-3

© Национальная Академия прикладных наук России, 2002

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень основных обозначений, сокращений и символов.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	10
Глава 1. ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В АВИАЦИОННОМ И РАКЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ.....	14
1.1. Преимущества численного подхода при решении прикладных задач современного двигателестроения...	14
1.2. Обзор методов численного моделирования.....	22
1.3. Поколения численных методов и поколения вычислительных систем.....	37
1.4. Современные разностные схемы метода Давыдова (метода крупных частиц) повышенной точности.....	45
1.4.1. Принципы построения TVD-схем повышенной точности.....	46
1.4.2. Техника построения TVD-схем повышенной точности.....	52
1.4.3. TVD-схема метода Давыдова (метода крупных частиц).....	58
1.5. Разработка высокоэффективных алгоритмов для супер-ЭВМ	62
Глава 2. НЕСТАЦИОНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ В ТУРБИНЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	85
2.1. Проблематика рассматриваемой задачи.....	85
2.2. Физико-математическая модель процесса течения в турбине.....	93
2.2.1. Физическая модель.....	93
2.2.2. Математическая модель.....	95

2.2.3. Метод Давыдова (метод крупных частиц) для расчёта статор-ротор взаимодействия.....	97
2.3. Комплекс прикладных программ PLUTON.....	111
2.3.1. Расчётный модуль HURON.....	112
2.3.2. Расчётный модуль PLUTON.....	116
2.4. Результаты численного моделирования.....	122
Глава 3. НИЗКОЧАСТОТНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В РАКЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ НА ТВЁРДОМ ТОПЛИВЕ.....	151
3.1. Проблематика рассматриваемой задачи.....	151
3.2. Физико-математическая модель процесса течения в двигателе.....	157
3.2.1. Физическая модель.....	157
3.2.2. Математическая модель.....	158
3.2.3. Метод Давыдова (метод крупных частиц) для расчёта низкочастотного пульсирующего течения.....	163
3.3. Комплекс прикладных программ NEPTUN.....	182
3.3.1. Расчётный модуль TRITON.....	183
3.3.2. Расчётный модуль NEPTUN.....	187
3.4. Результаты численного моделирования.....	193
ЛИТЕРАТУРА.....	234
Именной указатель.....	288
Предметный указатель.....	298
Summary.....	300
ПРИЛОЖЕНИЕ: CD-диск с видеoinформацией	