

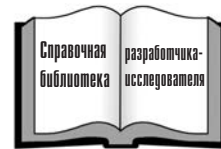
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
РАКЕТНЫХ
И АРТИЛЛЕРИЙСКИХ НАУК



**ВООРУЖЕНИЕ
И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА**



6



Редколлегия Editorial Staff

- В.В. ПАНОВ** (председатель), академик РАН, д-р техн. наук, профессор
V.V. PANOV (chairman), Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- Р.И. ИЛЬКАЕВ**, академик РАН, академик РАН, д-р физ.-мат. наук
R.I. ILKAYEV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences
- А.А. КАЛИСТОВ**, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
A.A. KALLISTOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- В.П. КИРЕЕВ**, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
V.P. KIREYEV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- А.М. ЛИПАНОВ**, академик РАН, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
A.M. LIPANOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- С.П. НЕПОБЕДИМЫЙ**, чл.-кор. РАН, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
S.P. NEPOBEDIMY, Doctor of Science, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- А.А. РАХМАНОВ**, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
A.A. RAKHMANOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- В.С. СОЛОВЬЕВ**, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
V.S. SOLOVYOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- Е.А. ФЕДОСОВ**, академик РАН, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
E.A. FEDOSOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- К.Н. ШАМШЕВ**, чл.-кор. РАН, академик РАН, д-р техн. наук, профессор
K.N. SHAMSHEV, Doctor of Science, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor
- А.Г. ШИПУНОВ**, академик РАН, академик РАН, д-р техн. наук
A.G. SHIPUNOV, Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Sciences, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences
- Л.Н. ЛЫСЕНКО** (отв. секретарь), академик РАН, д-р техн. наук, профессор
L.N. LYSENKO (secretary), Doctor of Science, Academician of Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, Professor

RUSSIAN ACADEMY OF MISSILE AND ARTILLERY SCIENCES



V.A. Nesterov, M.Yu. Kuprikov, L.V. Markin

BASES OF DESIGN OF AIRCRAFT MISSILE LAUNCHER MOUNTS

*Edited by Professor V.A. Nesterov, Doctor of Science
and Corresponding Member of Russian Academy of
Missile and Artillery Sciences*



Moscow ♦ Mashinostroenie ♦ 2008

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ РАКЕТНЫХ И АРТИЛЛЕРИЙСКИХ НАУК



В.А. Нестеров, М.Ю. Куприков, Л.В. Маркин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК РАКЕТНОГО ВООРУЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Под редакцией д-ра техн. наук, профессора,
члена-корреспондента РАН В.А. Нестерова*



Москва ♦ Машиностроение ♦ 2008

УДК 623.74.094
ББК 68.65
Н56

Нестеров В.А. и др.

Н56 Проектирование установок ракетного вооружения летательных аппаратов /РАРАН; В.А. Нестеров, М.Ю. Куприков, Л.В. Маркин; под ред. В.А. Нестерова; редкол. серии: В.В. Панов (пред.) и др. М.: Машиностроение, 2008, 288 с.: ил. (Справ. б-ка разработчика-исследователя).

ISBN 978-5-217-03435-2

Рассмотрены принципы и методологические основы проектирования ракетного вооружения – авиационных пусковых и катапультных установок, проектировочный расчет основных агрегатов, инженерные методы исследования динамики старта ракет, принципы построения важнейших систем; даны критерии технического уровня установок ракетного вооружения. Приведены новые технологии проектирования и поддержки жизненного цикла изделия, основные принципы CALS/PLM-технологий, программные комплексы для их реализации, единое информационное поле, экономические и организационные аспекты внедрения CALS/PLM-технологий. Представлены примеры модулей САПР – оптимизации процесса компоновки ракетного вооружения на самолете и взаимной увязки вооружения и конструктивно-компоновочной схемы самолета.

Книга рассчитана на специалистов, научная и профессиональная деятельность которых связана с проектированием установок ракетного вооружения и других сложных электромеханических систем с использованием новых технологий проектирования. Она может быть полезна для аспирантов и адъюнктов, студентов гражданских и военных вузов, обучающихся по соответствующим специальностям.

ББК 68.65

ISBN 978-5-217-03435-2

© В.А.Нестеров, М.Ю.Куприков, Л.В.Маркин, 2008

© ОАО "Издательство "Машиностроение", 2008

Nesterov V.A. et al.

Bases of design of aircraft missile launcher mounts. RAMAS. V.A. Nesterov, M.Yu. Kuprikov, L.V. Markin; V.A. Nesterov (eds.); Editorial Staff: V.V. Panov (chairman) et al. Moscow: Mashinostroenie, 2008. – 288 p. (Reference library for designers and developers).

ISBN 978-5-217-03435-2

The principles and methodological bases of designing of rocket arms-air starting and eject of installations, design account of the basic units, engineering methods of research of dynamics of start of rockets, principles of construction of major systems are considered.

The questions of dynamics (analysis and synthesis) lever mechanisms air-eject of installations, perfection perspective are stated on the basis of use of the adaptive circuits of management, the criteria of a technological level of installations rocket arms are given.

New design and product lifecycle support technologies, CALS/PLM-principles, software meant for their realization, unified information field, CALS/PLM-technologies economical and organizational introduction facets are contemplated. The following examples of CAD-modules are given: optimization of such processes as rocket armament layout in the airplane, armament reciprocal linkage, structural configurative scheme of the airplane.

The book is designed for the experts, whose scientific and professional activity is connected to designing of installations of rocket arms and other complex electromechanical systems. It may also be of significant use for postgraduates, students of civilian and military higher educational institutions, specializing in appropriate specialities.

Оглавление

Предисловие	7
-------------------	---

Раздел 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК РВ

Глава 1. Методологические основы проектирования установок РВ	9
1.1. Общие принципы и задачи проектирования установок РВ	10
1.2. Основные методы проектирования установок РВ	15
Глава 2. Общие сведения об установках РВ	21
2.1. Основные требования к установкам РВ	21
2.2. Классификация установок РВ	22
2.3. Анализ рациональных способов отделения ракет от самолета	25
2.4. Принципы и схемы размещения установок РВ на самолетах	27
2.5. Структура установок РВ	34
2.6. Общие принципы построения структурно-кинематических схем установок РВ	37
2.7. Принципы унификации установок РВ	40
2.8. Основные принципы автоматизированного проектирования конструкций установок РВ	41

Раздел 2

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК

Глава 3. Особенности узлов силовой конструкции АПУ и ракеты	47
3.1. Общие принципы пуска ракет	47
3.2. Бугели ракеты	47
3.3. Силовые корпуса АПУ	49
3.4. Узлы крепления АПУ к самолету	51
Глава 4. Расчет нагрузок, действующих на корпус АПУ	53
4.1. Нагрузки в соединении "ракета—АПУ"	53
4.2. Нагрузки, действующие на узлы крепления АПУ к самолету ..	57
Глава 5. Анализ динамики процесса отделения ракеты от АПУ	60
5.1. Постановка задачи и расчетные модели	60
5.2. Уравнения движения ракеты по невесомой неупругой балке ..	61
5.3. Уравнения движения ракеты по невесомой балке	67
5.4. Уравнения движения ракеты по упругой балке с распределенной массой	69
5.5. Методика расчета АПУ с прямолинейно-криволинейными направляющими	75

Глава 6.	Проектирование и расчет замково-стопорных механизмов АПУ	79
6.1.	Принципиальные схемы замково-стопорных механизмов АПУ	79
6.2.	Расчет параметров ЗСМ с одной ступенью предохранения	80
6.3.	Расчет параметров ЗСМ с электромагнитным стопором	82
6.4.	Расчет параметров ЗСМ с инерционным стопором	84
Глава 7.	Воздействие газовой струи ракеты на установку РВ и самолет	88
7.1.	Характеристика факела и газовой струи РДТТ	89
7.2.	Помпаж и самовыключение (заглохание) двигателя самолета при воздействии газовой струи ракеты на воздухозаборник самолета	99

Раздел 3

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ КАТАПУЛЬТНЫХ УСТАНОВОК

Глава 8.	Принципиальные схемы АКУ	107
8.1.	Основные задачи проектирования АКУ	107
8.2.	Основные варианты принципиальных схем АКУ	109
Глава 9.	Проектировочный расчет основных агрегатов АКУ	122
9.1.	Определение параметров энергоисточника пневмопривода	122
9.2.	Определение параметров энергоисточника пиротехнического привода	125
9.3.	Определение усилия, необходимого для открытия механизма транспортного крепления ракеты	126
9.4.	Определение условий сопровождения ракеты толкателями	127
9.5.	Расчет возвратных пружин уборки штоков толкателей АКУ	130
Глава 10.	Инженерные методы исследования динамики катапультированного старта ракет	133
10.1.	Уравнения движения ракеты при отделении от АКУ поршневого типа	133
10.2.	Уравнения движения ракеты при отделении от АКУ рычажного типа	137
10.3.	Расчет параметров отделения ракеты с учетом жесткости силовых звеньев АКУ	139
10.4.	Динамика отделения ракеты от АКУ поршневого типа	148
10.5.	Динамика отделения ракеты от АКУ рычажного типа	154
Глава 11.	Газодинамический расчет параметров привода АКУ	161
11.1.	Основы устройства приводов АКУ	161
11.2.	Основные понятия и соотношения, используемые в газодинамическом расчете АКУ	164

11.3. Методика расчета работы пиропривода	169
11.4. Методика расчета работы пневмопривода	174
Глава 12. Критерии технического уровня установок РВ	180
12.1. Система типоразмеров установок РВ	180
12.2. Характеристики технического уровня установок РВ	181

Раздел 4

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ

Глава 13. CALS/PLM-технологии	187
13.1. Цели и задачи САПР авиакосмических предприятий	187
13.2. Предпосылки появления CALS/PLM-технологий	189
13.3. Понятие жизненного цикла изделия и основные принципы CALS/PLM-технологий	191
Глава 14. Программные комплексы для реализации CALS/PLM-тех- нологий	197
14.1. Система управления данными PDM – первый этап внедре- ния CALS/PLM-технологий	197
14.2. Системы компьютерной графики – основа CALS/PLM-тех- нологий	204
14.3. Назначение и виды CAD-систем	207
14.4. Возможности CAD-систем	216
14.5. САМ-системы в CALS/PLM-технологиях	223
Глава 15. Единое информационное поле в CALS/PLM-техноло- гиях	228
15.1. Взаимодействие CAD/CAM/CAE-систем	228
15.2. Интеграция САПР в CALS/PLM-системах	234
15.3. САПР как интеграция CAD- и CAE-систем	241
15.4. Пример модуля САПР – оптимизация процесса компо- новки ракетного вооружения на самолете	247
15.5. Пример модуля САПР – взаимная увязка вооружения и конструктивно-компоновочной схемы самолета	253
Глава 16. Экономические и организационные аспекты внедрения CALS/PLM-технологий	260
16.1. Цели внедрения CALS/PLM-технологий на предприятиях оборонного комплекса	260
16.2. Проблемы внедрения CALS/PLM-технологий	262
16.3. CALS/PLM-технологии на этапе эксплуатации изделия	265
16.4. Экономические аспекты внедрения CALS/PLM-техно- логий	272
16.5. Персонал в условиях CALS/PLM-технологий	276
16.6. Кадровое обеспечение CALS/PLM-технологий	279
Список литературы	281