

*В. С. Камалов*

# ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Допущено  
Министерством высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших технических  
учебных заведений



Москва · Машиностроение · 1982

ББК 39.62  
К18  
УДК 629.78(07)

Рецензенты: Ю. Д. БОРИСОВ, И. А. ЗЕРНОВ

**Камалов В. С.**  
К18 Производство космических аппаратов. — М.:  
Машиностроение, 1982.— 280 с., ил.

В пер.: 1 руб.

В книге изложены основы технологии производства космических аппаратов (КА), физическая сущность и технологические возможности процессов формообразования, обработки и соединения деталей, а также конструктивно-технологическая характеристика деталей, узлов и агрегатов КА и типовые процессы их изготовления, сборки и испытаний.

Книга предназначена для студентов вузов.

К 3607000000-407  
038(01)-82

По подписке КБ-40-45-81

ББК.39.62  
6Т6

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие . . . . .	3
<b>ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ . . . . .</b>	
<b>Глава 1. Особенности и общая характеристика технологии производства КА как разновидности технологии машиностроения . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Технология машиностроения — наука о производстве (предмет и задачи курса) . . . . .	5
1.2. Понятие о производственном и технологическом процессах и их элементах . . . . .	7
1.3. Типы производства и их характеристика . . . . .	9
1.4. Особенности ракетно-космического производства . . . . .	11
<b>Глава 2. Качество и надежность аппаратов и методы их обеспечения . . . . .</b>	<b>13</b>
2.1. Точность обработки . . . . .	14
2.2. Понятие о базах и базировании . . . . .	33
2.3. Качество поверхности . . . . .	39
2.4. Взаимозаменяемость в производстве КА . . . . .	42
2.5. Понятие о надежности КА . . . . .	57
<b>Глава 3. Общая методика проектирования технологических процессов . . . . .</b>	<b>60</b>
3.1. Особенности задачи проектирования технологических процессов. Порядок разработки, стадии и этапы проектирования . . . . .	60
3.2. Исходные данные для проектирования технологических процессов. Критерии оптимизации . . . . .	62
3.3. Связь технологических процессов с производственной программой. Такт производства . . . . .	64
3.4. Изучение и анализ чертежей, производственной программы и технических условий. Связь чертежа с технологическим процессом . . . . .	66
3.5. Изучение исходных данных и определение вида заготовки . . . . .	67
3.6. Определение количества и методов обработки каждой поверхности . . . . .	67
3.7. Проектирование маршрутной технологии . . . . .	68
3.8. Расчет и назначение припусков и промежуточных размеров . . . . .	71
3.9. Анализ точности обработки и выбор методов контроля . . . . .	73
3.10. Разработка операций технологического процесса . . . . .	74
3.11. Назначение баз и технологическое проектирование приспособлений . . . . .	74
3.12. Выбор оборудования, инструмента и режимов обработки . . . . .	75
3.13. Нормирование операций. Научно-технически обоснованная норма времени. Определение квалификации работ . . . . .	75
3.14. Заключительные этапы проектирования технологического процесса . . . . .	77

<b>Глава 4. Организационно-технические пути повышения эффективности производства аппаратов</b>	79
4.1. Технологичность конструкции аппарата	80
4.2. Понятие о предельных возможностях производства	83
4.3. Унификация, стандартизация и преемственность конструкций	85
4.4. Типизация технологических процессов	88
4.5. Метод групповой обработки	90
4.6. Некоторые другие пути повышения эффективности технологии	92
<b>ЧАСТЬ II. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ, УЗЛОВ, АГРЕГАТОВ. ОБЩАЯ СБОРКА И ИСПЫТАНИЯ КА</b>	96
<b>Глава 1. Изготовление и сборка сборных оболочек корпусов</b>	97
1.1. Изготовление обшивок	97
1.2. Изготовление обечаек	102
1.3. Изготовление деталей силового набора	106
1.4. Сборка панелей	113
1.5. Сборка оболочек корпусов КА	117
<b>Глава 2. Изготовление монококовых и каркасных корпусов</b>	120
2.1. Изготовление монококовых оболочек	120
2.2. Изготовление ферменно-каркасных корпусов	121
<b>Глава 3. Изготовление сборных оболочек корпусов из слоистых панелей</b>	122
3.1. Изготовление и сборка паяных слоистых панелей	124
3.2. Изготовление и сборка клееных слоистых панелей	126
<b>Глава 4. Изготовление оболочек корпусов из монолитных панелей</b>	132
<b>Глава 5. Изготовление и испытания солнечных батарей</b>	138
5.1. Изготовление	138
5.2. Испытания СБ	141
<b>Глава 6. Изготовление ЖРД</b>	142
6.1. Общая характеристика	143
6.2. Классификация	
6.3. Изготовление и сборка камер сгорания с гофрированными про- ставками	144
6.4. Изготовление трубчатых камер сгорания	154
6.5. Изготовление КС с выштамповками	159
6.6. Изготовление КС с фрезерованными пазами	162
6.7. Изготовление и сборка форсуночных головок и форсунок	164
6.8. Общая сборка камер сгорания	169
<b>Глава 7. Изготовление и испытания емкостей и баков</b>	170
7.1. Классификация и материалы баков и требования к ним	170
7.2. Изготовление деталей баков и емкостей	173
7.3. Особенности изготовления и сборки основных типов баков	182
7.4. Система испытаний баков и емкостей КА	190
7.5. Виды испытаний емкостей	192
7.6. Испытания на герметичность	196
7.7. Завершающие испытания и операции	203
<b>Глава 8. Изготовление и испытания трубопроводов</b>	204
8.1. Изготовление трубопроводов	204
8.2. Изготовление сильфонов	211
8.3. Контроль и испытания трубопроводов и сильфонов	216
<b>Глава 9. Изготовление и испытания РДТТ</b>	217
9.1. Конструктивно-технологические характеристики и материалы	
9.2. Общая схема изготовления	219

	<i>Стр.</i>
9.3. Изготовление корпусов . . . . .	220
9.4. Изготовление сопел . . . . .	224
9.5. Сборка и испытания . . . . .	227
<b>Глава 10. Изготовление теплоизоляционных и теплозащитных покрытий КА . . . . .</b>	<b>228</b>
10.1. Изготовление теплоизоляционных покрытий . . . . .	229
10.2. Изготовление теплозащитных покрытий . . . . .	232
<b>Глава 11. Общая сборка КА . . . . .</b>	<b>258</b>
<b>Глава 12. Испытания КА . . . . .</b>	<b>248</b>
12.1. Система испытаний и контроля . . . . .	248
12.2. Классификация испытаний . . . . .	251
12.3. Виды испытаний . . . . .	255
12.4. Имитаторы условий космического пространства . . . . .	265
<b>Глава 13. Стерилизация КА . . . . .</b>	<b>268</b>
13.1. Цели и задачи стерилизации . . . . .	268
13.2. Требования к стерилизации . . . . .	268
13.3. Методы стерилизации . . . . .	269
13.4. Влияние стерилизации на материалы, аппаратуру и конструкцию КА . . . . .	271
13.5. Технология стерилизации и стерильной сборки . . . . .	272
Список литературы . . . . .	277

ИБ № 2229

Камалов Вильсон Сахапович

## ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Редактор *Е. И. Кравченко*  
 Художественный редактор *В. В. Лебедев*  
 Технический редактор *Т. И. Андреева*  
 Переплет художника *Е. Н. Волкова*  
 Корректоры: *А. А. Снастина, О. Е. Мишина*

Сдано в набор 22.09.81. Подписано в печать 28.05.82. Т-09349.  
 Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная.  
 Печать высокая. Усл. печ. л. 17,5. Уч.-изд. л. 20,54. Тираж 1377 экз.  
 Заказ 2 Цена 1 р.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,  
 107076, Москва, Б-76 Стромьинский пер., 4.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома  
 при Государственном комитете СССР  
 по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
 Хохловский пер., 7.