

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ .....                                                                           | 5          |
| Список основных сокращений .....                                                            | 7          |
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                              | 9          |
| <b>1. Базовые направления технологии ракетного твердотопливного двигателестроения .....</b> | <b>10</b>  |
| 1.1. Общие вопросы технологии РДТТ .....                                                    | 10         |
| 1.2. Диалектика твердотопливного ракетостроения .....                                       | 16         |
| 1.3. Технология твердотопливного двигателестроения .....                                    | 24         |
| 1.4. Конструктивно-технологические особенности РДТТ .....                                   | 28         |
| 1.5. Особенности машиностроительного завода .....                                           | 33         |
| 1.6. Технологические процессы .....                                                         | 39         |
| 1.7. Методика проектирования технологических процессов .....                                | 44         |
| 1.8. Критерии качества и этапы изготовления РДТТ .....                                      | 47         |
| 1.9. Технологичность конструкции РДТТ .....                                                 | 56         |
| 1.10. Технологическая подготовка производства .....                                         | 65         |
| 1.11. Компьютерная автоматизация технологических процессов .....                            | 68         |
| <b>2. Конструктивно-технологические особенности применяемых материалов .....</b>            | <b>77</b>  |
| 2.1. Конструкционные металлы и сплавы .....                                                 | 79         |
| 2.2. Полимерные материалы .....                                                             | 94         |
| 2.4. Композиционные материалы .....                                                         | 114        |
| 2.4.1. Высокопрочные конструкционные ПКМ .....                                              | 115        |
| 2.4.2. Препреги .....                                                                       | 142        |
| 2.4.3. Характеристики ПКМ .....                                                             | 152        |
| 2.4.4. Комбинированные металлокомпозитные конструкции .....                                 | 159        |
| 2.5. Армированные металлические КМ .....                                                    | 179        |
| 2.6. Армированные керамические КМ .....                                                     | 183        |
| 2.7. Абляционные материалы .....                                                            | 190        |
| 2.8. Теплоизоляторы .....                                                                   | 204        |
| 2.9. Эрозионно-стойкие материалы .....                                                      | 218        |
| 2.10. Эксплуатационные особенности конструкционных ПКМ .....                                | 220        |
| <b>3. Технологии формообразования элементов конструкции РДТТ .....</b>                      | <b>256</b> |
| 3.1. Литье .....                                                                            | 257        |
| 3.2. Пластическое деформирование .....                                                      | 261        |
| 3.2.1. Холодное деформирование .....                                                        | 265        |
| 3.2.2. Горячее деформирование .....                                                         | 265        |
| 3.2.3. Особенности литья и деформирование активных металлов .....                           | 273        |
| 3.3. Механическая обработка .....                                                           | 276        |
| 3.3.1. Оборудование и инструментальные материалы .....                                      | 277        |

|                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.2. Режущие инструменты.....                                           | 295        |
| 3.3.3. Технология резания материалов .....                                | 307        |
| 3.3.4. Особенности обработки материалов .....                             | 313        |
| 3.3.5. Пути совершенствования механической обработки .....                | 344        |
| 3.3.6. Технологический процесс механической обработки<br>фланца .....     | 355        |
| 3.4. Особенности формообразования деталей РДТТ из ПКМ.....                | 358        |
| 3.4.1. Послойная выкладка .....                                           | 361        |
| 3.4.2. Термообработка при формовании.....                                 | 369        |
| 3.4.3. Формование жестких абляторов .....                                 | 378        |
| 3.4.4. Формование эластичных абляторов .....                              | 399        |
| 3.5. Особенности конструирования композиции аблятора.....                 | 418        |
| 3.6. Методы формования заделок .....                                      | 431        |
| <b>4. Специфические методы формообразования .....</b>                     | <b>451</b> |
| 4.1. Порошковая металлургия .....                                         | 451        |
| 4.1.1. Порошковые компоненты и этапы технологического<br>процесса .....   | 453        |
| 4.1.2. Особенности конструкций из углерода.....                           | 474        |
| 4.1.3. Гранульная и нанометаллургия .....                                 | 503        |
| 4.2. Плазменное напыление .....                                           | 507        |
| 4.2.1. Особенности процесса.....                                          | 509        |
| 4.2.2. Технология нанесения покрытия .....                                | 515        |
| 4.2.3. Напыление покрытия на раструб сопла .....                          | 528        |
| 4.3. Газофазное осаждение .....                                           | 530        |
| 4.3.1. Технология получения пировольфрамового вкладыша.....               | 533        |
| 4.3.2. Технология изготовления пирографитового вкладыша.....              | 538        |
| 4.3.3. Технология изготовления пироуплотненного УУКМ .....                | 540        |
| 4.4. Основы технологии намотки.....                                       | 542        |
| 4.4.1. Станки и технологическая оснастка .....                            | 545        |
| 4.4.2. Технология изготовления оправок.....                               | 565        |
| 4.4.3. Структура намотанных ПКМ .....                                     | 585        |
| 4.4.4. Особенности технологии намотки.....                                | 599        |
| 4.4.5. Технологический процесс намотки органопластикового<br>кокона ..... | 626        |
| 4.4.6. Особенности проектирования технологического процесса..             | 629        |
| 4.5. Фильтрационное осаждение .....                                       | 639        |
| 4.6. Сверхзвуковое газоплазменное напыление .....                         | 651        |
| 4.7. Раскрой и резка заготовок.....                                       | 655        |
| 4.7.1. Резка ножницами и на станках .....                                 | 655        |
| 4.7.2. Физико-химические методы обработки.....                            | 667        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>                                                    | <b>683</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>                                                    | <b>684</b> |