|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

|  |  |
| --- | --- |
| ФАКУЛЬТЕТ | Специальное машиностроение |

|  |  |
| --- | --- |
| КАФЕДРА | Космические аппараты и ракеты-носители |

***НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА***

***НА ТЕМУ:***

***Различные методы соединения композиционных материалов в узлах ракеты.***

***Перспективные методы соединения.***

|  |  |
| --- | --- |
| Студент | СМ1-91 |
|  | (Группа) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | А.В. Копылов |
| (Подпись, дата) |  | (И.О. Фамилия) |

|  |  |
| --- | --- |
| Студент | СМ1-91 |
|  | (Группа) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | А.Р. Новиков |
| (Подпись, дата) |  | (И.О. Фамилия) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | А.О. Шахведов |
| (Подпись, дата) |  | (И.О. Фамилия) |

Руководитель

*2024 г.*

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc178706038)

[Глава 1 Особенности композиционных материалов 5](#_Toc178706039)

[1.1 Физико-механические свойства композиционных материалов 5](#_Toc178706040)

[1.2 Особенности производства композиционных материалов 5](#_Toc178706041)

[1.3 Сравнение композиционных материалов с традиционными 5](#_Toc178706042)

[1.3.1 Преимущества 5](#_Toc178706043)

[1.3.2 Недостатки 5](#_Toc178706044)

[1.4 Области применения композиционных материалов 5](#_Toc178706045)

[Глава 2 Классификация соединений 6](#_Toc178706046)

[2.1 Неразъёмные соединения 6](#_Toc178706047)

[2.1.1 Клеевое соединение 6](#_Toc178706048)

[2.1.2 Заклёпочное соединение 6](#_Toc178706049)

[2.1.3 Сварка 6](#_Toc178706050)

[2.1.4 Формование 6](#_Toc178706051)

[2.2 Разъёмные соединения 6](#_Toc178706052)

[2.2.1 Штифта-болтовое соединение 6](#_Toc178706053)

[2.2.2 Закладные элементы 6](#_Toc178706054)

[Глава 3 Расчёт на прочность некоторых типов соединений 7](#_Toc178706055)

[3.1 Расчёт неразъёмного соединения 7](#_Toc178706056)

[3.1.1 Аналитический метод 7](#_Toc178706057)

[3.1.2 Метод конечных элементов 7](#_Toc178706058)

[3.1.3 Сравнение соединения с аналогичным при использовании традиционных материалов 7](#_Toc178706059)

[3.2 Расчёт разъёмного соединения 7](#_Toc178706060)

[3.2.1 Аналитический метод 7](#_Toc178706061)

[3.2.2 Метод конечных элементов 7](#_Toc178706062)

[3.2.3 Сравнение соединения с аналогичным при использовании традиционных материалов 7](#_Toc178706063)

[Глава 4 Перспективы развития 8](#_Toc178706064)

[4.1 Совершенствование имеющихся методов 8](#_Toc178706065)

[4.2 Новые методы соединения 8](#_Toc178706066)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 9](#_Toc178706067)

# ВВЕДЕНИЕ

Конструкции и узлы современных ракет предъявляют высокие требования к материалам и методам их соединения. Композиционные материалы, благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая прочность при малом весе, устойчивость к коррозии и температурным воздействиям, становятся все более популярными в этой области. Однако их использование требует разработки и внедрения эффективных методов соединения, которые обеспечат надежность и долговечность конструкции.

Цель данной работы — исследование различных методов соединения композиционных материалов в узлах ракеты, а также анализ перспективных технологий, которые могут быть внедрены в ближайшем будущем. В работе рассматриваются как традиционные методы, такие как штифто-болтовые соединения и сварка, так и инновационные подходы, включая использование формования. Ожидается, что результаты данного исследования помогут в выборе наиболее эффективных методов соединения композиционных материалов, что в свою очередь будет способствовать повышению надежности и эффективности ракетных систем

Первая глава работы посвящена обзору композиционных материалов, а именно их свойствам, преимуществам и недостаткам. Кроме того, будут рассмотрены особенности их производства и области применения. Во второй главе будет рассмотрена классификация соединений. Будут описаны их виды, а также особенности. В третьей главе будет проведен расчет некоторых видов соединений на прочность различными методами и сравнение с аналогичными соединениями с применением традиционных материалов. В четвертой главе мы поговорим про перспективы развития методов соединения.

# Особенности композиционных материалов

## Физико-механические свойства композиционных материалов

## Особенности производства композиционных материалов

## Сравнение композиционных материалов с традиционными

### Преимущества

### Недостатки

## Области применения композиционных материалов

# Классификация соединений

## Неразъёмные соединения

### Клеевое соединение

### Заклёпочное соединение

### Сварка

### Формование

## Разъёмные соединения

### Штифта-болтовое соединение

### Закладные элементы

# Расчёт на прочность некоторых типов соединений

## Расчёт неразъёмного соединения

### Аналитический метод

### Метод конечных элементов

### Сравнение соединения с аналогичным при использовании традиционных материалов

## Расчёт разъёмного соединения

### Аналитический метод

### Метод конечных элементов

### Сравнение соединения с аналогичным при использовании традиционных материалов

# Перспективы развития

## Совершенствование имеющихся методов

## Новые методы соединения

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ