

*Александров Д.В. Композиционные материалы в авиастроении // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2018. – №5 (май). – АРТ 247-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 62**

**Александров Дмитрий Викторович**  
студент 4 курса, факультет «АККТиСУ»  
кафедра «ТПЭДЛА»  
*Научный руководитель:* Маликов С.Б.,  
к.т.н., доцент кафедры «ТПЭДЛА»  
«Московский авиационный институт»  
г. Москва, Российская Федерация  
e-mail: [shura.efimov.91@list.ru](mailto:shura.efimov.91@list.ru)

**КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В АВИАСТРОЕНИИ**

*Аннотация:* В данной статье представлены основные композиционные материалы, используемые в авиастроении и двигателестроении. Так же представлены сравнительные параметры материалов.

*Ключевые слова:* композиционный материал, авиастроение, боропластик, углепластик, бороалюминий.

**Alexandrov Dmitry Viktorovich**  
4th year student, faculty "Actis"  
Department "PADLA"  
Supervisor: Malikov S. B.,  
Ph. D., associate Professor of the Department "PADLA"  
«Moscow aviation Institute»  
Moscow, Russian Federation

## **COMPOSITE MATERIALS IN THE AIRCRAFT INDUSTRY**

*Abstract:* this article presents the main composite materials used in aircraft and engine construction. The comparative parameters of the materials are also presented.

*Key words:* composite material, Aeronautics, bioplastic, carbon, biolumines.

Композиционный материал (иногда его называют композит) состоит из высокопрочного наполнителя, ориентированного в определенном направлении, и матрицы. В качестве армирующих наполнителей (силовая основа композиции) применяются волокна бериллия, стекла, графита, стали, карбида кремния, бора или так называемые нитевидные кристаллы окиси алюминия, карбида бора, графита, железа и т. д. Матрицы изготавливаются из синтетических смол (эпоксидных, полиэфирных, кремниево-органических) или сплавов металлов (алюминия, титана и других) Соединение волокон или нитевидных кристаллов с матрицей производится горячим прессованием, литьем, плазменным напылением и некоторыми другими способами.

Наибольшее распространение в авиа- и ракетостроении за рубежом получили композиционные материалы на основе высокопрочных волокон. Композиционный материал ведет себя как единое структурное целое и обладает свойствами, которых не имеют составляющие его компоненты.

По мнению специалистов, с точки зрения характеристик удельной прочности и удельной жесткости наиболее перспективны композиционные материалы, в которых в качестве упрочняющей арматуры используются волокна бора, карбида бора и углерода. К таким материалам относятся бороэпоксидные материалы (боропластики, углепластики, бороалюминий),

также в двигателестроении широко применяются композитные материалы на основе титана.

#### 1.Борэпоксидные композиционные материалы.

Наибольшее распространение получили материалы (боропластики) с армирующим наполнителем из волокон бора (бороволокон) и эпоксидными матрицами. Применение боропластиков позволяет уменьшить вес конструкции на 20-40%, увеличить ее жесткость и повысить эксплуатационную надежность изделия.

**Таблица 1.Параметры борэпоксидных композиционных материалов**

Наименование показателя	Единица измерения	Связующее	Значение показателя
Прочность на растяжение	МПа	Эпоксид	1300
		Полимер	1000
Прочность на сжатие	МПа	Эпоксид	1150
		Полимер	1250
Модуль упругости при растяжении	ГПа	Эпоксид	250
		Полимер	215

#### 2.Композиционные материалы с углеродными волокнами.

В условиях высоких температур, возникающих при сверхзвуковом полете, наиболее эффективны композиционные материалы на основе матриц, армированных волокнами графита (углерода). Использование этих материалов в конструкциях современных и перспективных сверхзвуковых самолетов выгодно с точки зрения экономии веса конструкции, особенно для узлов, вес которых в большей степени определяется требованиями жесткости, чем прочности. Наибольшее распространение получили материалы с углеродными волокнами на основе эпоксидных матриц

(углепластики) и материалы на основе углеродных графитизированных матриц, армированных волокнами углерода ("углерод-углерод").

**Таблица 2. Параметры композитных материалов с углеродными волокнами**

Наименование показателя	Единица измерения	Направление нагрузки	Значение показателя
Прочность на растяжение	МПа	Вдоль волокон	1500
		Поперек волокон	32
Прочность на сжатие	МПа	Вдоль волокон	1200
		Поперек волокон	140
Модуль упругости при растяжении	ГПа	Вдоль волокон	140
		Поперек волокон	9

### 3. Бороалюминиевый композиционный материал (бороалюминий).

В качестве армирующего наполнителя этого композиционного материала используются волокна бора (иногда с покрытием из карбида кремния), а в качестве матрицы - алюминиевые сплавы. Бороалюминий в 3,5 раза легче алюминия и в 2 раза прочнее его, что позволяет получить значительную весовую экономию. Кроме того, при высоких температурах (до 430°С) бороалюминиевый композиционный материал имеет в 2 раза большие значения удельной прочности и жесткости по сравнению с титаном, что дает возможность его применения для самолетов со скоростями полета  $M=3$ , в конструкциях которых в настоящее время используется титан.

**Таблица 3. Параметры бороалюминевых композиционных материалов**

Наименование показателя	Единица измерения	Направление нагрузки	Значение показателя
Прочность на растяжение	МПа	Вдоль волокон	1800
		Поперек волокон	300
Прочность на сжатие	МПа	Вдоль волокон	1500
		Поперек волокон	250
Модуль упругости при растяжении	ГПа	Вдоль волокон	250
		Поперек волокон	140

4. Композиционные материалы на основе титана, армированного волокнами.

Композиционные материалы на основе титана, армированного волокнами. В некоторых областях применения немаловажное значение имеют и другие свойства титана – например, немагнитность, высокая температура плавления, малый температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), биологическая инертность и т. д. Титановые сплавы имеют относительно низкую плотность (4500 кг/м<sup>3</sup>) и обладают высокой прочностью.

Если сравнивать механические и эксплуатационные свойства КМ на основе титановой матрицы и свойства традиционных титановых сплавов, то по ряду параметров КМ существенно их превосходят – имеют повышенную жесткость, высокое сопротивление ползучести и усталостному разрушению, а также обладают высокой износостойкостью.

**Таблица 4. Параметры композитных материалов на основе титана.**

Наименование показателя	Единица измерения	Направление нагрузки	Значение показателя
Прочность на растяжение	МПа	Вдоль волокон	1720
		Поперек волокон	650
Прочность на сжатие	МПа	Вдоль волокон	1600
		Поперек волокон	300
Модуль упругости при растяжении	ГПа	Вдоль волокон	250
		Поперек волокон	200

Таким образом, в настоящее время развитие этих материалов для создания новой авиации и ГТД является наиболее перспективным. Однако сдерживающим фактором на пути к широкому применению таких материалов является сложный технологический цикл производства, а следовательно, высокая цена. Следует отметить, что в настоящее время в связи с повышенной заинтересованностью в новых перспективных материалах для авиакосмической отрасли, способных работать при повышенных температурах и в агрессивных средах, а также благодаря современным технологиям производства имеются все основания для широкого применения разрабатываемых КМ.

**Список использованной литературы:**

- А.Ю. Изготова, О.И. Гришина, А.А. Шавнев Композиционные материалы на основе титана, армированного волокнами: [http://viam-works.ru/ru/articles?art\\_id=1103](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=1103) (дата обращения 18.05.18).
- Ю.А. Семенов Композиционные материалы в авиационной промышленности 1976: [http://viam-works.ru/ru/articles?art\\_id=1103](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=1103) (дата обращения 18.05.18).

*Дата поступления в редакцию: 22.05.2018 г.*

*Опубликовано: 27.05.2018 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2018*

*© Александров Д.В., 2018*