

**ПЕРЕДОВАЯ СОВРЕМЕННАЯ АВИАЦИЯ НА ОСНОВЕ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Шарипов Гиёсжон Нуриддинович*

*Ташкентский государственный технический университет им. Ислама  
Каримова, Ташкент, Узбекистан. Стажёр-исследователь*

**Аннотация:** В статье рассматриваются области применения композитных материалов в авиастроении. Композитным материалом называется многокомпонентный материал, изготовленный из двух или более компонентов с существенно различными физическими свойствами, которые приводят к появлению нового материала с характеристиками, отличными от характеристик этих отдельных компонентов.

**Ключевые слова:** композитные материалы, авиастроение, самолёт, фюзеляж, крыло.

**ВВЕДЕНИЕ :** В самолете, из композитных материалов изготавливают прежде всего фюзеляж, крылья, хвостовое оперение, мотогондолу, детали интерьера. Чаще всего для самолетов применяется углепластик, так как он более легок. К сожалению, композитными материалами нельзя заменить детали двигателя, так как полимеры не выдержат высоких температур. То же самое относится и к стойкам шасси. Композиты попросту не выдержат той нагрузки, что возлагается на стойки.

Композиционные материалы постоянно совершенствуются. Совершенствуются прочность и легкость материала, меняются виды наполнителя. Постоянно улучшаются параметры углеродных волокон. Использование композитных материалов позволяет сокращать количество деталей в самолете, тем самым ускоряя сборку самолета. В отличие от металлов, композиты не подвержены усталости. Но не все так гладко. В то же время композиты имеют ряд недостатков. Композиционные материалы к сожалению значительно дороже, чем металлы.

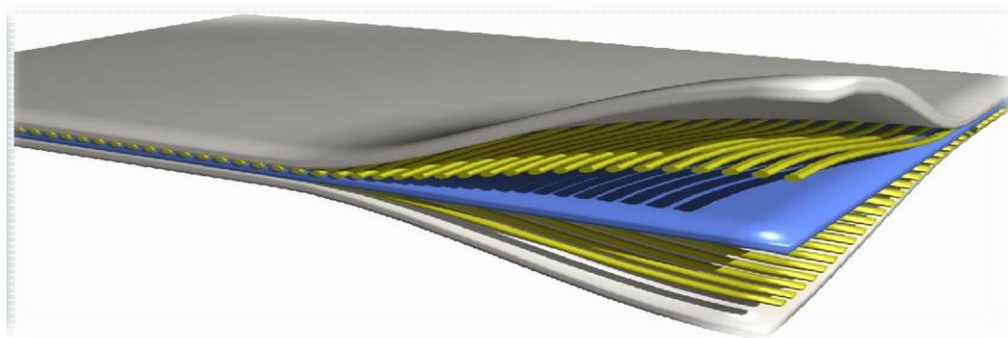


Рисунок-1 Полимерный композитный материал.

Замену тяжелым металлам искали ещё в 60-е годы. Появление КМ, образованных на базе углеродного волокна, имело революционный характер. Они стали лучшей альтернативой, благодаря сочетанию легкости и прочности. Так вес композитных элементов не превышает 20% аналогичных элементов из алюминия, при этом превосходя их по прочности, эластичности и стойкости к давлению. Ещё одним преимуществом стала устойчивость в отношении коррозии. Стоит отметить, в отличие от древесных композитов, стекловолоконные, арамидные и углеволоконные – не содержат формальдегида, токсичных газов. Именно на основании вышеперечисленного компоненты из композитов не наносят столь ощутимого вреда экологии, не требуют специализированного ухода. При регулярной очистке подобные компоненты могут сохранять товарный вид. Сравнительные характеристики КМ приведены в таблице.

Свойства	Стекло-локниты		Органоволокниты (СВМ, Кевлар)	Углеволокониты с углеродными волокнами		Бороволокниты, волокна В/В	Сплавы		
	Стекло E	Стекло S		Высокопрочные	Высокомодульные		Al	Ti	Fe
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2.1	2.0	1.25-1.441	1.6-2.15	1.6	2.0-2.7	2.7-2.8	4.5-4.8	7.8-8.1
Усталостная прочность, МПа	200/140		-/180	350/250		350/200	130	500	550
Вибропрочность, МПа	300/650		-/900	420/800		175/560	До 90	15	330
Термонагруженность, ГПа/к	3.0		1.4	1.08		10.8	16.8	10	24
Удельная прочность, ГПа/(г/см <sup>3</sup> )	0.7-1.00/0.5-0.6		1.4-1.8/0.8-1.20	0.70-1.0/0.4-0.6		0.6-0.3	0.14 - 0.16	0.27	0.16 - 0.24
Удельный модуль упругости, ГПа/(г/см <sup>3</sup> )	21-32/11-2		59-70/39-46	80-120/53-80		123	27	22-24	25-29

**ТАБЛИЦА-1 СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

**Испытание композиционных материалов:** было обнаружено, что сложно точно смоделировать характеристики детали, изготовленной из композита, с помощью компьютерного моделирования из-за сложной природы материала. Композиты часто накладываются друг на друга для дополнительной прочности, но это усложняет этап предпроизводственных испытаний, поскольку слои ориентированы в разных направлениях, что затрудняет прогнозирование того, как они поведут себя при испытаниях.

Детали также могут подвергаться испытаниям на механическую нагрузку. Эти испытания начинаются с небольших моделей, затем переходят к постепенно увеличивающимся частям конструкции и, наконец, к полной конструкции. Детали конструкции помещаются в гидравлические машины, которые сгибают и скручивают их, имитируя напряжения, которые выходят далеко за рамки наихудших условий реальных полетов.

**Экономия топлива при уменьшении веса:** Расход топлива зависит от нескольких переменных, в том числе: сухого веса самолета, веса полезной

нагрузки, возраста самолета, качества топлива, скорости полета, погоды и других факторов. Вес компонентов самолета из композитных материалов снижается примерно на 20%, как, например, в случае с 787 Dreamliner. Ниже приведен пример расчета общей экономии топлива при уменьшении массы пустого самолета на 20 % для самолета Airbus A340-300. Первоначальные выборочные значения для данного тематического исследования были получены из внешнего источника.

Данный:

- Эксплуатационная пустая масса (OEW): 129 300 кг.
- Максимальная масса без топлива (MZFW): 178 000 кг.
- Максимальная взлетная масса (MTOW): 275 000 кг.
- Макс. Диапазон @ Макс. Вес: 10 458 км.

Остальные количества можно рассчитать на основе приведенных выше цифр:

- Максимальная масса груза =  $MZFW - OEW = 48\,700$  кг.
- Максимальная масса топлива =  $MTOW - MZFW = 97\,000$  кг.

Таким образом, мы можем дополнительно рассчитать расход топлива в кг/км, исходя из максимального веса топлива и максимального запаса хода =  $97\,000 \text{ кг} / 10\,458 \text{ км} = 9,275 \text{ кг/км}$ .

Ниже приводится расчет ожидаемой экономии топлива при уменьшении веса на 20 %, что приведет к уменьшению значения OEW только на 20 %:

- OEW (новый) =  $129\,300 \text{ кг} * 0,8 = 103\,440 \text{ кг}$ , что соответствует экономии веса на 25 860 кг.

Предполагая, что вес груза и топлива остается постоянным:

- $MZFW(\text{новый}) = MZFW - 25\,680 \text{ кг} = 152\,320 \text{ кг}$
- $MBM(\text{новый}) = MBM - 25\,680 \text{ кг} = 249\,320 \text{ кг}$

Масса топлива в 97 000 кг имеет уменьшенную максимальную взлетную массу и, следовательно, будет иметь увеличенную дальность полета, поскольку максимальный вес и максимальная дальность полета обратно пропорциональны.

Использование простых соотношений для расчета нового диапазона:

$$249,320 \text{ кг} / 275,000 \text{ кг} = 10,458 \text{ км} / X \text{ км} \quad \left\{ \frac{249,320 \text{ кг}}{275,000 \text{ кг}} = \frac{10,458 \text{ км}}{X \text{ км}} \right.$$

Решение для X дает новый диапазон:

- $X = 11\,535,18 \text{ км}$

Это дает новое значение расхода топлива при уменьшенной массе =  $97\,000 \text{ кг} / 11\,535,18 \text{ км} = 8,409 \text{ кг/км}$ .

Для сравнения: за поездку длиной 10 000 км экономия топлива составит около 8 660 кг при уменьшении пустого веса на 20%.

## Заключение

Благодаря более высокому соотношению прочности и веса композитные материалы имеют преимущество перед обычными металлическими материалами; хотя в настоящее время изготовление композитов обходится дорого. До тех пор, пока не будут внедрены методы снижения первоначальных затрат на внедрение и решения проблемы небiorазлагаемости существующих композитов, этот относительно новый материал не сможет полностью заменить традиционные металлические сплавы.

## Список литературы:

1. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1988. 24-28 .
- 2.[Электронный ресурс].Режимдоступа:<https://www.energovector.com/energoznaniybustree-vyshe-prochnee.html/> (дата обращения: 03.12.2020)
3. Материалы будущего и их удивительные свойства / А.Г. Братухин, О.С. Сироткин, П.Ф. Сабодаж, В.Н. Егоров. – М.: Машиностроение, 1995. – 127.
4. Справочник по композиционным материалам в 2х кн. под редакцией Дж. Любина - М.: Машиностроение, 1988, С. 511-565.
5. Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов. - М.: Машиностроение, 1988, С. 9-38.
6. Наполнители для полимерных композиционных материалов / под ред. П.Г. Бабаевского. – М., 1981. – 736с.
7. Пассажирский самолёт МС-21: летно-технические характеристики. Справка. РИА новости: Наука и Технологии, 14.07.2008.