

Давыдов Искандар Ахтамович,
Старший преподаватель,
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова

Гордеев Егор Александрович,
Студент 3 курса,
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОЕНИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация: В статье произведен анализ преимуществ использования композитных материалов в строении летательных аппаратов, а также изложена сравнительная характеристика свойств композитов и используемых материалов на данный момент.

Ключевые слова: Композитные материалы, летательные аппараты, углепластик, кевлар.

Одним из важнейших направлений двигателестроения – использование композитных материалов в изготовлении турбореактивного двигателя. Воплощение самых совершенных и сложных технологий в производстве деталей силовой установки. Лопатки турбореактивного двигателя чаще всего изготавливаются из титана или же титанового сплава, реже из полимерных композитных материалов. Последние могли бы значительно уменьшить вес силовой установки, придав ей лучшие свойства: вибро- и коррозионно – стойкость, увеличить шумоизоляцию и обеспечить большую устойчивость к высоким температурам.

Для того чтобы проанализировать, какие композитные материалы подойдут на роль лопаток вентилятора авиационного двигателя, необходимо разобрать технологию создания этого узла. Титановые лопатки вентилятора имеет ряд достоинств такие как: высокая механическая прочность, удельная прочность, а также ряд недостатков: активное взаимодействие при высоких температурах, трудности вовлечения в производство титановых отходов, высокая склонность титана и многих его сплавов к водородной хрупкости и солевой коррозии, плохая обрабатываемость резанием, большая химическая активность, а также не менее важный минус – это колоссальная стоимость.

Прогресс в изготовлении лопаток может пойти дальше, если включить композитные материалы в процесс изготовления, например можно использовать арамидные волокна (кевлар) и композиционные материалы на их основе.

Кевлар коррозионностойкий материал, который имеет хорошие электроизоляционные характеристики. Данный композитный материал можно использовать для облегчения конструкции, он позволит увеличить срок службы и имеет высокое сопротивление удару, при контакте с огнем и высокими температурами не горит, не дымится и не взрывоопасен.

Одним из минусов данного материала является низкое сопротивление к сжатию. Прочность его на сжатие в десять раз меньше, чем на разрыв. И ключевым минусом данного композита является его неспособность выступать в роли отдельного, самостоятельного компонента – арамидное волокно способно улучшить свойства того материала, в состав которого он входит.

Опираясь на таблицу 1, можно сделать вывод, что более устойчивые композитные материалы – это материалы, созданные на основе углеродных волокон.

Данная технология используется в авиалайнерах, но не используется в двигателестроении. Углеродные волокна имеют ряд плюсов, показанных в таблице 2.

Углепластики – это современный, легкий, и очень прочный материал. Преимущества применения углепластиков в том, что они позволяют уменьшить вес конструкции на 15-45%, обеспечивая высокую стойкость к коррозии и различным деформациям [1, 2, 3].



Таблица 1

Свойства углеродных волокон

Волокнистый материал	Удельная прочность, г/см ³	Прочность, ГПа	Модуль Юнга, ГПа	Предел прочности, ГПа	Удлинение при разрыве
Углеродные волокна	1,7-2	0,5-1	0,2-0,6	1,7 -5	0,3-2,4

Приведем сравнительную статистику свойств некоторых композитных материалов и сплавов металлов, применимых в авиации. Например, сравним углепластик, стеклопластик, высокопрочную сталь (см. табл. 2) с титановым, алюминиевым, магниевым сплавом. Ниже приведена таблица со свойствами металлических сплавов

Таблица 2

Свойства некоторых сплавов

Материал	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при растяжении, Мпа	Модуль упругости при растяжении, Гпа	Удельная прочность, км
Алюминиевые сплавы	2700	400-650	72	14,8-24,0
Магниевые сплавы	1800	200-340	45	11,0-18,9
Титановые сплавы	4500	500-1300	120	11,0-29,0
Стали среднепрочные	7800	800-1300	210	10,3-16,7
Стали высокопрочные	7800	1300-2300	210	16,7-29,5

В диаграммах 1, 2, 3 приведены композитные материалы и сплавы металлов.

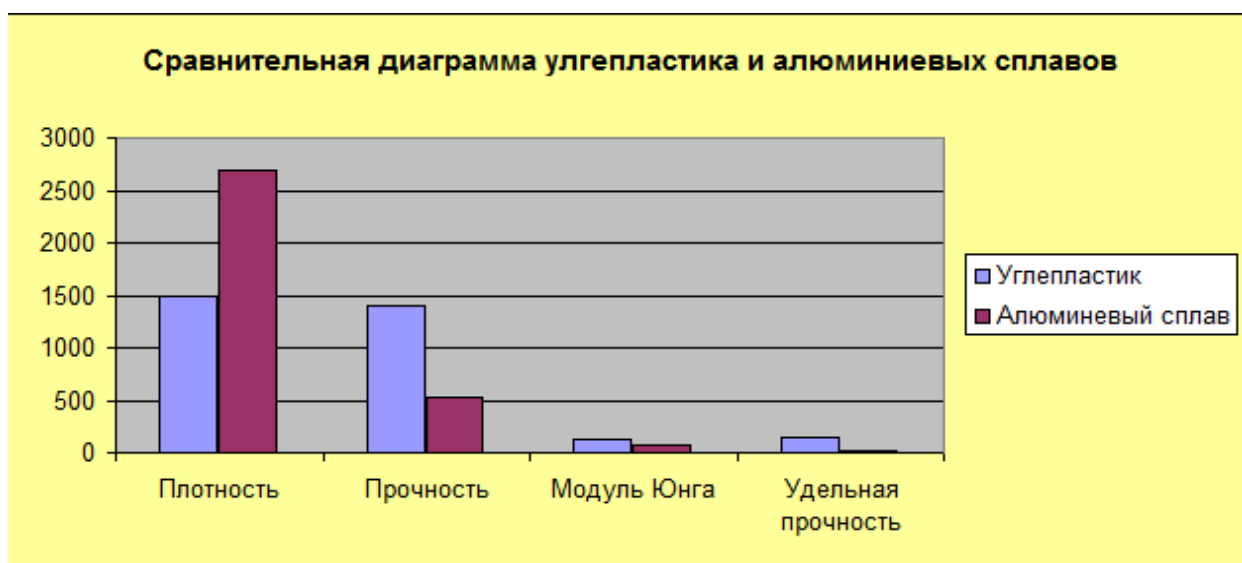


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма углепластика и алюминиевых сплавов





Рисунок 2 – Сравнительная диаграмма стеклопластика и титановых сплавов

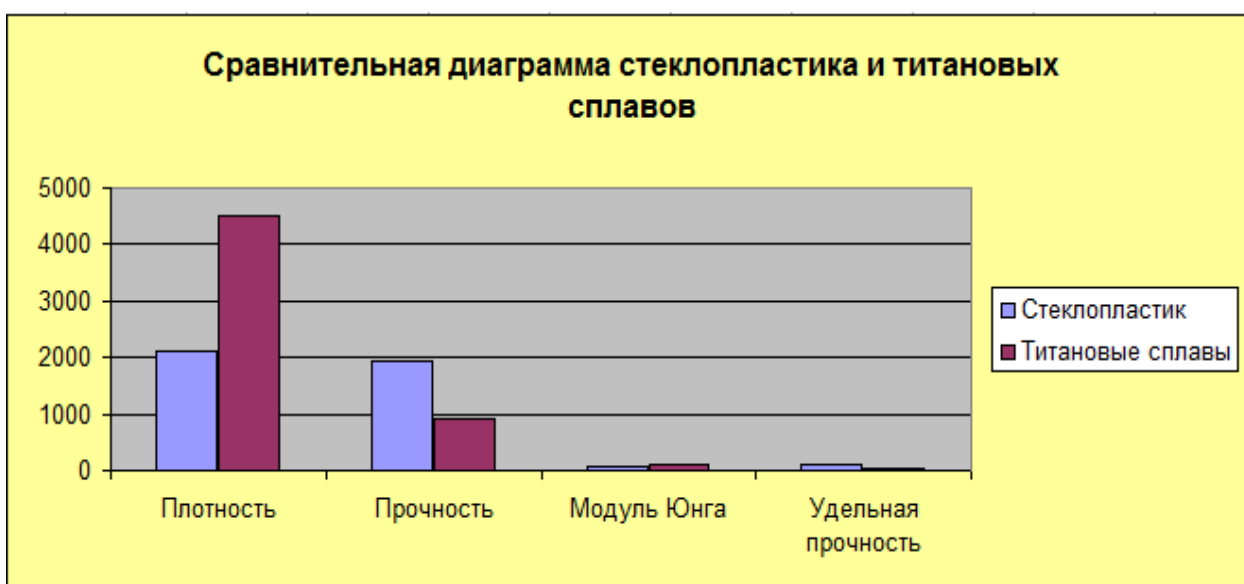


Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма полиамида и магниевых сплавов

Исходя из вышерасположенных диаграмм, можно подвести итог: зачастую сплавы металлов имеют большую плотность, но при этом имеют существенное отставание в других характеристиках таких, как плотность, модуль Юнга и удельная прочность. Плотность играет ключевую роль в авиации, от нее зависит вес авиационной техники. Представим, что пассажирский авиалайнер Airbus A310-300 максимально загружен и с полными баками топлива весит (95,6 тонн) и сравним его с магистральным самолетом МС-21-300. Его максимальная масса 79,25 т – отсюда уже видна разница – МС-21 состоит на 30% из композитных материалов, что и облегчает конструкцию. Произведя расчеты, и ориентируясь на примерную сумму, которую готов платить эксплуатант за один сэкономленный килограмм, то производители МС-21-300 могут получить около 678 525 000 рублей. За экономию 1 килограмма (облегчения в конструкции) происходит экономия около 100 литров топлива, что равно 6530 рублей.



Список литературы:

1. Давыдов И.А.. Повышение достоверности визуального контроля поврежденных элементов конструкции воздушных судов, выполненных из композиционных материалов / Научный Вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2022. Т. 25. № 4 С. 44-55.

2. Давыдов И.А.. Анализ влияния цвета поверхности элементов конструкции воздушных судов, выполненных из композиционных материалов, на надежность визуального контроля / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. СПб., 2022 № 2 (35). С. 102-116.

3. Белова, Н. А. Композитные материалы на основе углеродных волокон / Н. А. Белова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 24.1 (104.1). – С. 5-7. – URL: <https://moluch.ru/archive/104/23577/>

