

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБОЛОЧЕК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Фролова Т. В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Известно, что относительный запас топлива в ракете, а следовательно, скорость и дальность ее полета тем больше, чем меньше масса ее конструкции. Для того, чтобы получить высокие летные характеристики ракеты при небольшой ее общей массе, необходимо изготавливать ракету из материалов, которые имеют высокие прочностные характеристики при возможных температурах их нагрева и малую плотность.

Анализ реальных конструкций показывает, что определяющими критериями для сравнения материалов могут быть:

1. Удельная прочность материала

$$\sigma_c / \rho$$

2. Удельная жесткость (критерии, характеризующие устойчивость элементов конструкции)

$$\frac{E}{\rho} \quad \text{и} \quad \frac{\sqrt{E}}{\rho}$$

где σ_c - предел прочности материала

E - модуль упругости

ρ - плотность материала

Для корпуса летательного аппарата, представляющей собой коническую или цилиндрическую тонкостенную оболочку, работающую в основном на сжатие или растяжение, используют материалы обладающие высокой пластичностью, обеспечивающей возможность получения листов малой толщины, высокой теплопроводностью и антикоррозионными свойствами.

Выбирая по этим критериям материал, остановилась на 2-х :

1. Углепластик

2. Стеклопластик

Углепластики - полимерный композиционный материал из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол.

Углеродные волокна в этой комбинации несут нагрузки на разрыв, а полимерное связующее делают изделие упругим на сжатие. Самые совершенные материалы, как натуральные, так и созданные человеком, являются композиционными. Сочетание свойств материалов дает возможность использовать их сильные стороны, компенсируя слабости сильными свойствами второго материала.

Стеклопластики - вид композиционных материалов - пластические материалы, состоящие из стекловолоконистого наполнителя (стеклянное волокно, волокно из кварца и др.) и связующего вещества (термоактивные и термопластичные полимеры).

Стеклопластики - лёгкие материалы с заданными свойствами, имеющие широкий спектр применения. Стеклопластики обладают теплопроводностью дерева (то есть крайне низкой), прочностью стали, биологической стойкостью, влагостойкостью и атмосферостойкостью полимеров, не обладая недостатками, присущими термопластам.

Качество и прочностные характеристики зависят от материалов (смола, присадки к ним) и способов изготовления!

Стеклопластики уступают стали по абсолютным значениям предела прочности, но в 3,5 раза легче её и превосходят стали по удельной прочности. При изготовлении равнопрочных конструкций из стали и стеклопластика, стеклопластиковая конструкция будет в несколько раз легче.

Стеклопластик и углепластик - новые материалы, которые по сравнению с классическими материалами обладают рядом неоспоримых преимуществ, первое место из которых занимает длительность эксплуатации. По сравнению с металлом и алюминием, которые очень часто подвергаются коррозии, стеклопластик и углепластик отличаются высокими физико-механическими показателями, чрезвычайная стойкость к воздействию агрессивной среды. При этом, их прочность не уступает стали.

Стеклопластик является комбинированным материалом, состоящим из стекловолокон и полимерного связующего, где стекловолокна придают композиту прочность, а полимерное связующее скрепляет волокна вместе, тем самым распределяя нагрузки по всей конструкции и защищая изделие от воздействия окружающей среды. Изделия из стеклопластика отличаются химической и термической стойкостью, эксплуатация в широком диапазоне температур (от -50 °С до 80 °С), пожаробезопасность и безопасность для здоровья, простота эксплуатации и ремонта, широкий выбор цветовой гаммы. А благодаря легкости и малому весу, применение стеклопластик получило широкое распространение в малой авиации. Современные авиационные заводы используют стеклопластик не только для изготовления корпусов самолетов, но так же и для элементов отделки салона. Основная же составляющая часть углепластика - тончайшие нити углерода, порвать и сломать которые не просто тяжело, но практически невозможно. Ткани из нитей углерода кладут слоями, что придает изделию ещё большей прочности, а слои между собой скрепляют с помощью эпоксидных смол. Наравне с высокой прочностью, этот материал отличается необычайной легкостью. Углепластик - новый материал, но по своим характеристикам он не только не уступает дюралюминию - традиционному материалу сегодняшнего самолётостроения, и даже превосходит его. К примеру, конструкция из углепластика гораздо легче дюралюминиевой, что позволит получить большую тяговооруженность при одинаковых силовых.

Проведем анализ этих 2-х материалов по определяющим критериям.

. Удельная прочность материала σ_c / ρ

Материал	σ_c	ρ	σ_c / ρ
Стеклопластик	2000	2	1000
Углепластик	3000	1,7	1765

2. Удельная жесткость (критерии, характеризующие устойчивость элементов конструкции) $\frac{E}{\rho}$

Материал	E, ГПА	$\rho, \text{г/см}^3$	$\frac{E}{\rho}$
Стеклопластик	30	2	15
Углепластик	200	1,5	134

Таким образом, что упругость углепластиков приблизительно в 6 раз превышает упругость стеклопластиков, а плотность, наоборот, почти в 1,5 раза ниже.

Список литературы

1. **Ендогур А.И.** Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.
2. **Макаревский А.И., Чижев В.М.** Основы прочности и аэроупругости летательных аппаратов.-М.Машиностроение,1982.-238 с.
3. **Тазетдинов Р.Г.** «Физико-химические основы технологии конструкционных материалов в производстве летательных аппаратов.»Учебное пособие - Москва: [МАИ](#), 2004.- 440 с
4. **Чумак П.И., Кривокрысенко В.Ф** "Расчет и проектирование СЛА". Патриот 1991 ,347
5. Материалы из Интернета по этой теме.