

Дьяченко Алексей Геннадьевич

доцент

Ширин Андрей Александрович

магистрант

ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ИЗУЧЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОЛОКОН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

***Аннотация:** как отмечают авторы данной статьи, использование композитных материалов занимало сравнительно незначительное место в различных областях народного хозяйства, а ограничивалось изготовлением лишь незначительного количества элементов в автомобильной, авиационной, военной и космической промышленности. При изучении свойств различных материалов для производства композитов были выявлены дополнительные полезные их свойства, которые могут дать развитие и другим отраслям. Проведённые исследования, посвящённые изучению и сравнению физико-механических свойств некоторых материалов, используемых для производства композитных материалов, позволят инженерам и проектировщикам выбрать материал, обладающий наиболее нужными свойствами.*

***Ключевые слова:** композитный материал, стекло, углеродные волокна.*

Композитный материал представляет собой волокнистый материал, смешанный со связующим материалом для того, чтобы сделать его более прочным по сравнению с моноволокном. Композитные материалы обладают двумя основными свойствами: прочностью и легкостью (с более высокой прочностью, чем сталь, но намного легче). При его производстве используют два типа волокон:

- 1) неорганические волокна (из стекла, углерода и металла);
- 2) керамические волокна (арамидные волокна – кевлар) и полистер.

1. Стекловолокно. Это наиболее широко используемое и распространенное среди волокон, как показано на рисунке 1. Оно производится из изоляционного стекла, состоящего из диоксида кремния, углерода, кальция и натрия, путём плавления и смешивания в центрифуге при более высокой температуре ($1000\text{ }^{\circ}\text{C}$). Получаемые при этом капилляры (диаметром от 5 до 13 мкм), покрывают текстурированной пеной, которая помогает защитить волокна от трения при его производстве и соединении каждого волокна, а также помогает адгезии волокнистого материала. Обычно используется в области производства спутников и авиастроении [1–3].

В зависимости от вида применяемого стекла, имеем четыре типа стекловолокна (E, R, D, C). Как правило, стеклоткани различных типов характеризуются высокой механической стойкостью к разрушению, относительно высоким коэффициентом упругости, существенно низким удельным весом, низкой себестоимостью, а также высокой коррозионной стойкостью.

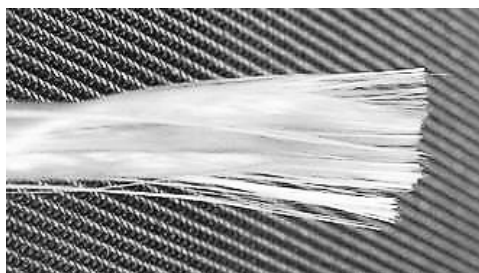


Рис. 1. Пакет из стекловолокна

2. Углеродные волокна. Углеродные волокна получают из органического материала, известного как полиакрилат нитрид (Poly Acrylate Nitride (PAN)) – один из побочных продуктов нефтеперерабатывающих заводов, который является наиболее распространенным, так как он предоставляет лучшие свойства углеродного волокна. Его производство происходит в несколько этапов: в первой фазе происходит его вытягивание, затем стадия стабилизации их размеров, а затем, для получения инертности их середин – последующая карбонизация с постепенным снижением нагрева до $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для получения той же самой высокой упругости волокон в этой фазе их подвергают операции коксованию графитом.

Для получения волокна, обладающего высокой устойчивостью, достаточно его подвергнуть процессу обработки азотной кислотой (HNO_3) непосредственно после карбонизации [4; 5]. В общем, углеродное волокно характеризуется следующими показателями: высокими механическими свойствами, низкой плотностью, высокой термостойкостью, хорошей устойчивостью к усталости, возможностью сохранения характеристик при нагреве до $1500\text{ }^\circ\text{C}$. Наибольшее применение они нашли для изготовления многих важных деталей самолетов, автомобилей, спортивного оборудования и др.

3. Арамидные волокна (кевлар). Кевлар из арамидного волокна представляет собой полимер, полученный из твердого волокна ароматического полиамида из химической жидкой смеси, характеризующейся хорошей устойчивостью к ударным нагрузкам, хорошей стойкостью к истиранию, ударам и усталости, превосходными демпфирующими свойствами, виброустойчивостью, существенно низким удельным весом, а также низкой стоимостью по сравнению с углеродным волокном. Однако их долговечность постепенно ухудшается в том случае, когда они подвергаются воздействию ультрафиолетового света.

Основные области применения: в военной промышленности (элементы бронжилетов), защитные элементы спутниковых навигационных устройств от тепловых воздействий, спортивный инвентарь и т. д.

На рисунке 2 и в таблице 1 показано сравнение физико-механических свойств волокон, соответствующего волокнистого материала, используемых в композитных материалах [6; 7].

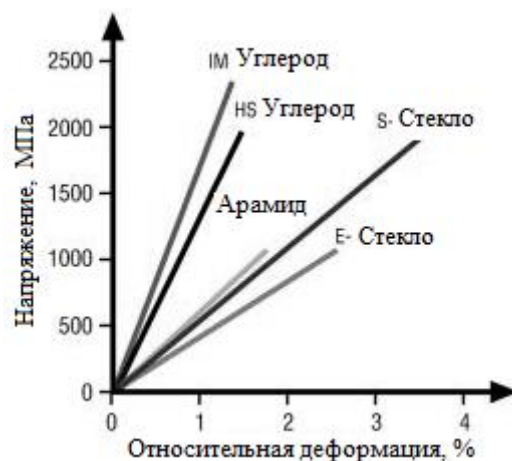


Рис. 2. Зависимость растягивающих напряжений от относительной деформации растяжения для некоторых типов волокон

Таблица 1

Сравнение физико-механических свойств стеклянных, углеродных и арамидных волокон

Свойства волокна	Арамидные волокна (кевлар)	Углеродные волокна	Стекловолокно
Прочность на разрыв	Средняя	Больше	Средняя
Модуль упругости при растяжении	Средний	Больше	Меньше
Прочность на сжатие	Меньше	Больше	Средняя
Коэффициент давления	Средний	Больше	Меньше
Сила упругости	Меньше	Больше	Средняя
Модуль упругости	Средний	Больше	Меньше
Сила удара	Больше	Меньше	Среднее
Прочность на сдвиг	Средняя	Больше	Больше
Плотность	Больше	Средняя	Меньше
Устойчивость к сжатию	Среднее	Больше	Меньше
Устойчивость к усталости	Больше	Меньше	Больше
Теплоизоляция	Больше	Меньше	Средняя
Диэлектрическая проницаемость	Средняя	Среднее	Больше
Коэффициент теплового расширения	Больше	Больше	Больше
Стоимость	Меньше	Меньше	Больше

Список литературы

1. Kharmanda G. Integration of reliability concept into soil tillage machine design / G. Kharmanda, I. Antypas // Вестник Донского государственного технического университета. – 2015. – Т. 15. – №2 (81). – С. 22–31.
2. Youn B.D. Selecting Probabilistic Approaches for Reliability-Based Design Optimization / B.D. Youn, K.K. Choi // AIAA Journal. – 2004. – Vol. 42. – №1.
3. Kharmanda G. Reliability-Based Design Optimization Strategy for Soil Tillage Equipment Considering Soil Parameter Uncertainty / G. Kharmanda, I. Antypas // Вестник донского государственного технического университета. – 2016. – Т. 16. – №2 (85). – С. 136–147.
4. Антибас И.Р. Влияние формы гофрированного картона на амортизирующие свойства упаковки / И.Р. Антибас, А.Н. Сиротенко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: Материалы 7-й Международной научно-практической конференции, в рамках 17-й Международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014». – С. 200–202.
5. Антибас И.Р. Конструирование цилиндрических зубчатых передач в отечественных CAD/CAE АРМ winmachine и компас 3-d / И.Р. Антибас, А.Н. Сиротенко // Инновационные технологии в науке и образовании – ИТНО-2014: Сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – 2014. – С. 156–159.
6. Antibas I.R. Evaluation of soil force of resistance to penetration with the use of new design of penetrometer's probe tip / I.R. Antibas, A.G. Dyachenko // International Journal of Environmental and Science Education. – 2016. – Т. 11. – №18. – P. 10941–10950.
7. Антибас И.Р. Исследование процесса обмолота тангенциально-аксиальным сепарирующим устройством в зависимости от распределения зерновой массы по зонам / И.Р. Антибас, А.Г. Дьяченко, Т.П. Савостина // Научное обозрение. – 2016. – №23. – С. 87–91.