

УДК: 677.017.8: 629.786

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ
ТКАНЕЙ**

Мария Сергеевна Тумасова

*Магистр 1 года,**кафедра «Ракетно-космические композитные конструкции»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Г.В. Малышева,**доктор технических наук, профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции»*

В настоящее время большое внимание уделяется разработке конструкций, материалов и технологий производства развертываемых космических модулей [1] из полимерных композиционных материалов. Конструкция такого модуля представляет собой жесткую сетчатую опору из углепластика с надуваемой вокруг нее многослойной композитной оболочкой. При сложении тканей, используемых для оболочки, образуются многочисленные складки, что в зависимости от их формообразующих свойств может значительно увеличить габаритные размеры модуля в сложенном виде.

Целью работы является экспериментальная оценка формообразующих характеристик: жесткости на изгиб и драпируемости – для углеродных, стеклянных и органических тканей.

В качестве объектов исследования выбраны три типа тканей на основе углеродных (СТ12016), стеклянных нитей (марок ЕЕ380, ЕЕ106, Ortex 360, Арматон ТХ-700) и органического волокна (СВМ) [2-4].

Изгибная жесткость ткани определяется жесткостью волокна, из которого она изготовлена [5]. Для оценки жесткости волокна использовался прибор флексометр. Образцы волокон выбранных тканей длиной 250 мм помещали на горизонтальную площадку прибора таким образом, чтобы один из его концов располагался непосредственно рядом с отметкой 0 на шкале флексометра. Далее волокно прижимали специальной линейкой и поступательным движением выталкивали с площадки. Движение линейки прекращали, когда конец волокна достигал поверхности, наклоненной под углом $41,5^\circ$, и измеряли длину ниспадающей части нити.

Численно изгибная жесткость выражается коэффициентом жесткости G :

$$G = ml \cdot h,$$

где m – масса волокна; l – длина его ниспадающей части; h – толщина волокна.

Полученные экспериментальные значения коэффициентов жесткости представлены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты жесткости исследуемых тканей

Марка ткани	Длина, см	Масса, гр	Толщина, см	Коэффициент жесткости, гр/см ²
Углеткань				
СТ 12016	21,84	0,190	0,035	0,250
Органоткань				
СВМ	10,92	0,015	0,040	0,032
Стеклоткани				
ЕЕ380	15,75	0,040	0,013	0,195
Ortex 360	11,43	0,040	0,017	0,206
ЕЕ 106	8,64	0,005	0,005	0,116
Арматон ТХ-700	16,51	0,445	0,055	0,490

По полученным данным можно судить о степени влияния химического состава волокна, его размеров и формы на формообразующие свойства ткани. Наибольшей жесткостью обладает стеклянное волокно, из которого изготовлена триаксиальная ткань марки Арматон ТХ-700, наименьшей – органическое волокно из которого изготовлена ткань марки СВМ.

Для определения драпируемости из выбранных марок тканей вырезали образцы в форме круга диаметром 200 ± 1 мм и вычерчивали на них нескольких окружностей меньшего диаметра, на которых далее наносили контрольные точки под различными углами с шагом 10° (α), от 0° до 350° в направлении нитей основы. Значение угла 0° соответствует направлению нитей основы, значение угла, равное 90° , соответствует направлению нитей утка. Подготовленные образцы тканей закреплялись на вертикальном штоке и без дополнительных внешних нагрузок на тканях образовывались складки. Продолжительность закрепления образца каждого типа ткани составляла 15 мин. По истечении этого времени с помощью камеры фотографировался вид образцов сверху. Сделанные фотографии использовались для построения диаграмм анизотропии драпируемости (рис. 1).

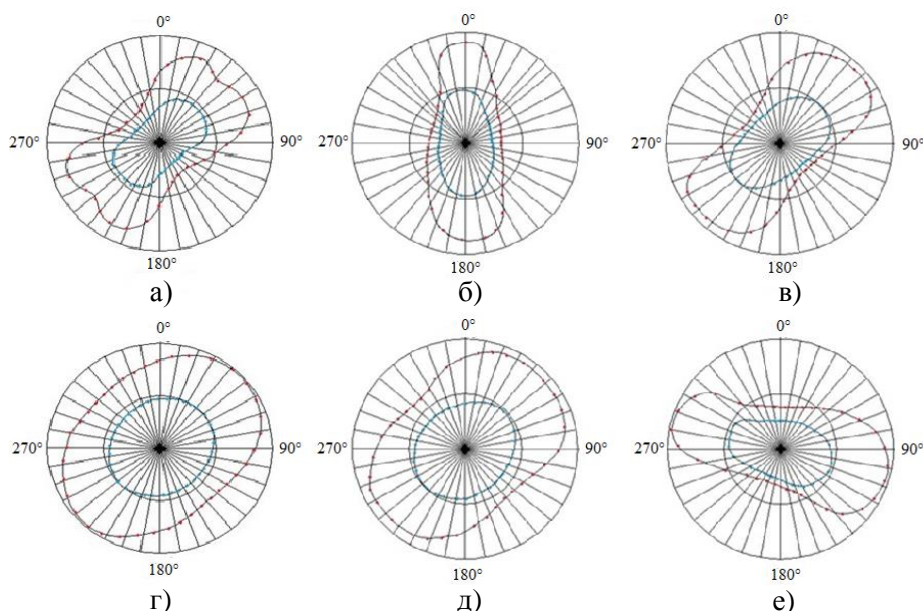


Рис. 1. Диаграммы анизотропии драпируемости исследуемых марок тканей: а) СВМ, б) Арматон ТХ-700, в) ЕЕ106, г) СТ12016, д) ЕЕ 380, е) Ortex 360

Как можно видеть, драпируемость существенным образом зависит от химической природы волокна и его жесткости, а также схемы плетения ткани и угла, при котором драпируемость оценивалась. Для большинства исследованных типов тканей наихудшая драпируемость получена при углах 0 и 90° , а наилучшая при угле, равном 45° . Наилучшим образом драпируется триаксиальная стеклоткань Арматон ТХ-700: меньшая глубина складок наблюдается в направлении 0° , однако с увеличением диаметра образца, рост массы волокон, в направлении 0° , положительно влияет на драпируемость.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что ткани, состоящие из волокон различной химической природы, хорошо драпируются в одних и тех же направлениях при одинаковом типе плетения. По полученным характеристикам драпируемости разработаны рекомендации по складыванию тканей в конструкциях разворачиваемых космических модулей.

Литература

1. Волков Е.О., Разина А.С., Нехороших Г.Е. Разработка модели каркаса развертываемого объемного модуля на основе упругих элементов из полимерного композиционного материала // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2012. – №8. – С.31-33.
2. Михайловский К.В., Резник С.В., Юрченко С.О. Прогнозирование зарождения и эволюции дефектов в материалах композитных конструкций многофазовых космических аппаратов на основе многомасштабного математического моделирования // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение, 2010. – № 5. – С.30-43.
3. Миронов Ю.М., Храповицкая Ю.В., Макеев М.О., Нелюб В.А., Бородулин А.С., Чуднов И.В., Буянов И.А. Оценка структурных дефектов углеродных волокон и полимерных композиционных материалов на их основе // Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2011. – № 11. – С.57.
4. Бородулин А.С., Малышева Г.В., Романова И.К. Оптимизация реологических свойств связующих, используемых при формовании изделий из стеклопластиков методом вакуумной инфузии // Клеи. Герметики. Технологии, 2015. – № 3. – С.40-44.
5. Е.А. Кирсанова, Ю.С. Шустов, А.В. Куличенко, А.П. Жихарев. Материаловедение: Учебник. – М.: Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2013. – 395 с.