

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ*

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF MULTI-LAYER BONDED FABRICS FOR MULTIFUNCTIONAL COMPOSITES

В.Т. СЕРГЕЕВ, С.Д. НИКОЛАЕВ
V.T. SERGEEV, S.D. NIKOLAEV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: nsd0701@mail.ru

В статье проанализирована структура многослойной комбинированной ткани. Выбранная структура комбинированной многослойной ткани характеризуется использованием двух видов малокрученых химических нитей: углеродных и кварцевых; двух видов базовых переплетений: 4-ремизного неправильного сатина и производного от полотняного; строения полой многослойной комбинированной ткани.

The article analyzes the structure of the multilayer composite fabric. The structure chosen for the combined layers of fabric are characterized by the use of two types malorotyj fibers: carbon and quartz; two basic types of weave: 4 harness sateen and wrong is derived from linen; the hollow structure of multilayer composite fabric.

Ключевые слова: структура, многослойная ткань, углерод, кварцевые нити, композиты.

Keywords: structure, composite fabric, carbon, quartz noti, composites.

Для получения многофункциональных композитов, обладающих наряду с высокими прочностными свойствами и теплофизическими показателями значительным электрофизическим сопротивлением, а также абляционной стойкостью и возможностью работать в агрессивных химических средах – необходимо применение нескольких исходных материалов в определенном сочетании и пропорциях.

Известна тесная взаимосвязь свойств волокон и структуры волокнистых материалов с конечными показателями полученного на их основе композита [1...5]. Полимерная матрица во многом определяет технологические свойства углепластиков и отвечает за сохранность требуемого комплекса эксплуатационных свойств [6].

Для решения поставленной технической задачи предлагается использование двух видов нетрадиционных волокон: кварцевого и углеродного.

Основные свойства стекловолокон и нитей показаны в табл. 1 [7]. Высокие термические и механические показатели, влаго- и хемостойкость делают возможным их применение в экстремальных условиях. Удельное электрическое сопротивление кварцевого волокна обеспечивает радиопрозрачность летательных объектов, а углеродные волокна обладают уникальным свойством – абляцией.

Абляция – унос вещества с поверхности твердого тела при испарении, расплавлении, сублимации (возгонке) под воздействием различного рода излучений и высо-

* По материалам пленарного доклада на XIX Международном научно-практическом форуме "SMARTEX-2016" (Иваново, ИВГПУ, май 2016 г.).

котемпературных газовых потоков. При абляции создается изолирующая завеса, предохраняющая поверхность тела от непосредственного соприкосновения с разогретым газом или излучением этого газового

потока. Явление абляции широко используется для тепловой защиты космических аппаратов, головных частей, корпусов и сопел двигателей ракет [8].

Т а б л и ц а 1

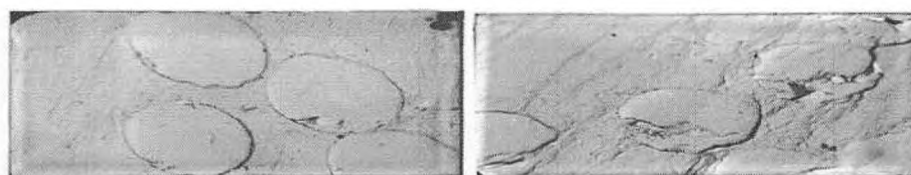
Свойства	Виды волокон	
	кварцевые	углеродные
Температура размягчения, °С	1600...1700	3600
Прочность, МПа	500...1500	500...5000
Удлинение при разрыве, %	2...4	0,5...2,0
Плотность, г/см	2,20...2,25	1,4...1,9
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	$10^{17}...10^{18}$	10^5
Влажность, %	0,1...0,2	гидрофобно
Хемостойкость	к щелочам и кислотам	инертно

Для получения многофункциональных композитов, соответствующих определенным эксплуатационным условиям, выбор видов волокон является важным, но не единственным условием решения поставленной задачи. Структура армирующего материала в виде многослойной ткани, где применяется последовательный способ соединения слоев нитями этих же слоев, обеспечивает стойкость в трансверсальном направлении при воздействии ударных нагрузок и высокоэнергетического высокоскоростного проникающего воздействия [3], [9...14], [16].

При выборе структуры многослойной комбинированной полой ткани (МКПТ) стремились получить такое расположение нитей, чтобы внешняя поверхность полой ткани была закрыта углеродными нитями, а внутренние слои были образованы кварцевыми нитями, при этом для обеспечения

равномерности строения ткань вырабатывалась из нитей практически одинакового диаметра. Но так как плотность кварцевых и углеродных волокон различна, то с учетом этого для выработки МКПТ использовали кварцевые нити линейной плотности 612 текс (КС 11...68 текс $\times 3 \times 3$) и углеродные нити 410 текс (Урал Н /205-22) с величиной крутки 50...70 кр/м.

Уменьшение степени кручения нитей от 150 до 50 кр/м, а следовательно, уменьшение их деформации, способствует сохранению прочности исходных волокон и нитей, а также повышению прочностных и теплофизических показателей композитов [3]. Использование некрученых нитей (0 кр/м) в ткачестве затруднено из-за сочетания их высокого модуля упругости и малой деформации до разрыва, что характеризует кварцевые и углеродные волокна как хрупкие.



а)

б)

Рис. 1

На рис. 1 представлены микросрезы волокон в пластике (исследования ВИАМ): а) – 0 кр/м; б) – 200 кр/м.

Для формирования многослойной комбинированной ткани в качестве базовых пе-

реплетений было выбрано сочетание сатинового переплетения с производным от полотняного.

Испытания композитных материалов на основе предложенной комбинированной

ткани показали, что данная ткань соответствует условиям эксплуатационных воздействий в пластике (рис. 2, 3). На рис. 2 представлена схема разреза многослойной ком-

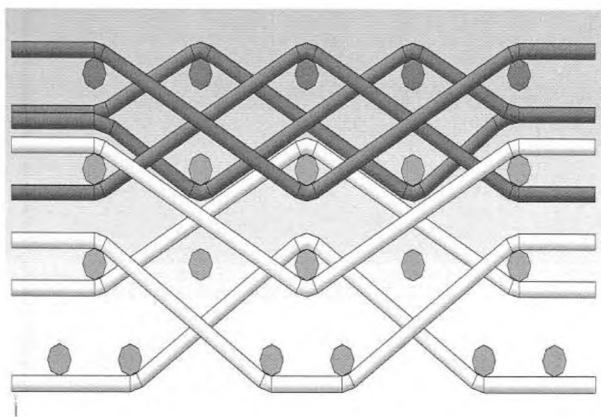


Рис. 2

Для выбранного переплетения разработан алгоритм формирования полой комбинированной ткани за счет последовательного послойного прокладывания уточных нитей из верхнего полотна в нижнее и обратно. В результате получена цельнотканая многослойная полая ткань, внешняя поверхность которой образована углеродными нитями, а внутренняя поверхность полой ткани на глубину трех слоев сформирована кварцевыми нитями [15].

Таким образом, для получения многослойной комбинированной полой ткани, используемой в качестве армирующего материала многофункциональных композитов, определены параметры и вид нитей, структура ткани и форма тканого изделия.

Теоретические расчеты показали, что предлагаемые углеродные и кварцевые нити с учетом их вязкоупругих параметров могут быть использованы для переработки в виде многослойной комбинированной ткани сложной структуры. Коэффициент их повреждаемости в процессе ткачества на станке КПТЗ-160С значительно ниже 1.

ВЫВОДЫ

Выбранная структура комбинированной многослойной ткани характеризуется использованием:

бинированной ткани, спроектированной из углеродных и кварцевых нитей, а на рис. 3 – пространственная модель многослойной комбинированной ткани.

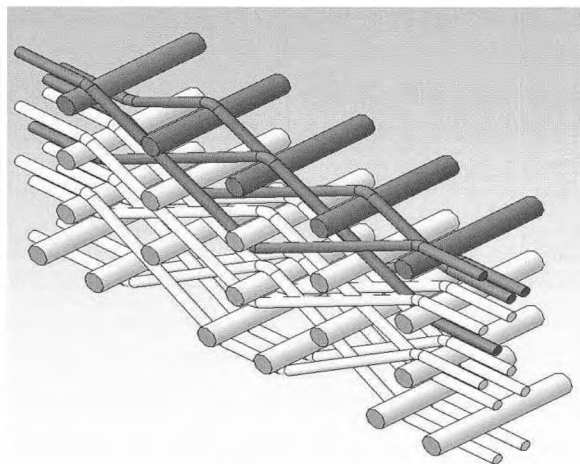


Рис. 3

- двух видов малокрученых химических нитей: углеродных и кварцевых;
- двух видов базовых переплетений: 4-ремизного неправильного сатина и производного от полотняного;
- строения полой многослойной комбинированной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буров А.К., Андреевская Г.Д. Стекловолоконистые анизотропные материалы и их техническое применение. – М.: АН СССР, 1965.
2. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб: Научные основы и технологии, 2009.
3. Сумарукова Р.И. Определение рационального строения и технологических параметров выработки многослойной кремнеземной ткани для теплозащитных стеклопластиков: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1976.
4. Асланова М.С. Влияние различных факторов на механические свойства стеклянных волокон // Стекло и керамика. – 1960, №11.
5. Perepelkin K.E. The textile institute's World Conference. Structural mechanics of polymeric fibers. Review and new conceptions. – Tampare, Finland. Proceedings.– V.1. Tampare, 1996. P.19...28.
6. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – 2-е изд. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010.
7. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009.

8. Советская Военная Энциклопедия / Под ред. Гречко А.А. – М.: Воениздат, 1976.

9. Райков Р.В. Разработка и исследование многослойных стеклянных тканей, предназначенных для изготовления конструкционных стеклопластиков. Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1970.

10. Павлов В.В., Краснов Л.Л., Матвеева И.А., Тихомирова Р.С., Райков Р.В. Технология изготовления и свойства стеклопластиковых изделий на основе многослойных тканей и чехлов трехмерного переплетения // В сб.: Армированные пластики в конструкциях. – ОНТИ, 1971. С. 26...35.

11. Геллер З.Ц. Разработка технологических параметров выработки многослойных стеклянных тканей: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1989.

12. Сергеев В.Т., Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Технология изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 81...85.

13. Сергеев В.Т. Технологические особенности изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Сб. научн. тр. аспирантов. Вып. 18. – М., 2012.

14. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Кирсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации // Дизайн и технологии. – 2014, № 44 (86). С. 71...78.

15. Сумарукова Р.И., Сергеев В.Т., Павлихина И.Ю. Разработка геометрических моделей строения многослойных тканей // Тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (ТЕКСТИЛЬ - 2009). – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009. С. 82...83.

16. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Кирсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации // Дизайн и технологии. – 2014, № 44 (86). С. 71...78.

REFERENCES

1. Burov A.K., Andreevskaja G.D. Steklovoloknistye anizotropnye materialy i ih tehicheskoe primenenie. – М.: AN SSSR, 1965.

2. Perepelkin E.E. Armirujushhie volokna i voloknistye polimernye kompozity. – SPB: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2009.

3. Sumarukova R.I. Opredelenie racional'nogo stroenija i tehnologicheskikh parametrov vyrabotki mnogoslojnoj kremnezemnoj tkani dlja teplozashhitnyh stekloplastikov: Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1976.

4. Aslanova M.S. Vlijanie razlichnyh faktorov na mehanicheskie svojstva stekljannyh volokon // Steklo i keramika. – 1960, №11.

5. Perepelkin K.E. The textile institute's World Conference. Structural mechanics of polymeric fibers. Review and new conceptions. – Tampare, Finland. Proceedings. – V.I. Tampare, 1996. P.19...28.

6. Mihajlin Ju.A. Konstrukcionnye polimernye kompozicionnye materialy. – 2-e izd. – SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2010.

7. Perepelkin E.E. Armirujushhie volokna i voloknistye polimernye kompozity. – SPB.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2009.

8. Sovetskaja Voennaja Jenciklopedija / Pod red. Grechko A.A. – М.: Voениzdat, 1976.

9. Rajkov R.V. Razrabotka i issledovanie mnogoslojnyh stekljannyh tkaney, prednaznachennyh dlja izgotovlenija konstrukcionnyh stekloplastikov. Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1970.

10. Pavlov V.V., Krasnov L.L., Matveeva I.A., Tihomirova R.S., Rajkov R.V. Tehnologija izgotovlenija i svojstva stekloplastikovyh izdelij na osnove mnogoslojnyh tkaney i chehlov trehmerного perepletенija // V sb.: Armirovannye plastiki v konstrukcijah. – ONTI, 1971. S. 26...35.

11. Geller Z.C. Razrabotka tehnologicheskikh parametrov vyrabotki mnogoslojnyh stekljannyh tkaney: Dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1989.

12. Sergeev V.T., Nikolaev S.D., Sumarukova R.I. Tehnologija izgotovlenija mnogoslojnoj bikomponentnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 81...85.

13. Sergeev V.T. Tehnologicheskie osobennosti izgotovlenija mnogoslojnoj bikomponentnoj tkani // Sb. nauchn. tr. aspirantov. Vyp. 18. – М., 2012.

14. Ul'vacheva L.A., Besshaposhnikova V.I., Zhagrina I.N., Kirsanova E.A., Zmееva E.D., Nekrasova N.V. Analiz assortimenta mnogoslojnyh tekstil'nyh materialov i razrabotka ih klassifikacii // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 44 (86). S. 71...78.

15. Sumarukova R.I., Sergeev V.T., Pavlihina I.Ju. Razrabotka geometricheskikh modelej stroenija mnogoslojnyh tkaney // Tez. dokl. Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf.: Sovremennye tehnologii i oborudovanie tekstil'noj promyshlennosti (TEKSTIL" - 2009). – М.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2009. S. 82...83.

16. Ul'vacheva L.A., Besshaposhnikova V.I., Zhagrina I.N., Kirsanova E.A., Zmееva E.D., Nekrasova N.V. Analiz assortimenta mnogoslojnyh tekstil'nyh materialov i razrabotka ih klassifikacii // Dizajn i tehnologii. – 2014, № 44 (86). S. 71...78.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 27.10.15.