

УДК 667.51

**РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНЫХ КРЕМНЕЗЕМНЫХ ТКАНЕЙ
РАЗРЕЖЕННЫХ СТРУКТУР**

И.Ю.ПАВЛИХИНА, Р.И.СУМАРУКОВА, С.Д.НИКОЛАЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: nsd@msta.ac.ru

Предложены облегченные кремнеземные ткани для специальных целей; использование критерия длительной прочности В. Москвитина позволило спрогнозировать возможность изготовления кремнеземных тканей на ткацком станке.

Facilitated silicious fabrics for the special purposes are offered; the use of the long durability criterion of V. Moskvitin has enabled to predict manufacturing possibility of silicious fabrics on a loom.

Ключевые слова: композиционные материалы, многослойные каркасные ткани, многочелночный механизм, критерии длительной прочности В. Москвитина.

Облегченные композиционные материалы нашли широкое применение в современной технике, в том числе в авиа- и машиностроении. Особое место при их разработке занимают многослойные ткани, которые позволяют получить заданное расположение нитей, как по ширине, так и по толщине ткани с различным объемным заполнением. Уменьшение количества волокон в объеме многослойной ткани является одним из важных требований, предъявляемых к наполнителям (армирующий материал) композиционных материалов, используемых для создания летательных аппаратов.

Известно, что теплофизические и прочностные показатели композита главным образом зависят от вида исходного волокна и структуры армирующего материала, в качестве которого может выступать многослойная кремнеземная ткань. Варьи-

вание параметрами многослойной ткани, такими как плотность по основе и утку, линейная плотность нитей, введением в технологический процесс изготовления текстурирование нитей можно достичь значительного уменьшения объемной плотности материала. При этом за счет изменения вида базового переплетения, количества слоев, глубины и частоты их соединения можно получить многообразие многослойных тканей заданного строения. Однако кардинально решить задачу по достижению объемной плотности в пределах от 0,3 до 0,15 г/см³ возможно только при использовании многослойных тканей каркасных структур.

Исследования показали, что для облегченных композиционных материалов целесообразно использовать многослойные каркасные ткани, в которых в процессе качества сформированы устойчивые по-

лости определенных размеров и форм. Эти полости, расположенные по длине, ширине и толщине многослойной ткани, могут быть использованы как для заполнения связующим, так и для введения различных коммуникаций, упрочняющих стержней, пластин и других элементов.

Получение таких многослойных тканей возможно за счет использования так называемых каркасных и перевязочных основных систем [1]. Разрез переплетения многослойной каркасной ткани представлен на рис. 1.

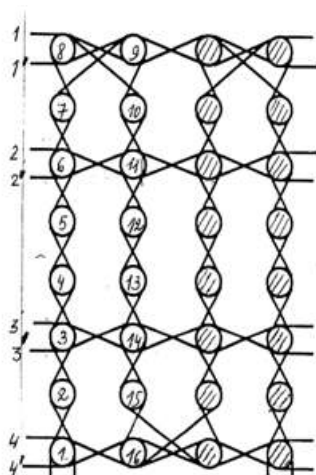


Рис. 1

Основные нити 1 и 1', 2 и 2', 3 и 3', 4 и 4' образуют горизонтальные каркасные слои, которые соединены вертикально расположенными перевязочными слоями. Последние образуются переплетением основных нитей 5 и 5' с уточными нитями от 1 до 8-го слоя. В качестве базовых переплетений в данном случае используется полотняное переплетение.

Особенность структуры представленной многослойной каркасной ткани заключается в использовании кремнеземных текстурированных нитей различной толщины. В качестве каркасных и уточных нитей используются кремнеземные текстурированные нити линейной плотности 180×4 текс, в образовании перевязочных слоев участвуют более тонкие нити линейной плотности 180×3 текс, разница в толщине нити обеспечивает формоустойчивость многослойной ткани. Текстурирова-

ние методом раздува кремнеземных нитей основных и уточных систем способствует увеличению толщины ткани, а следовательно, уменьшению объемной плотности ткани.

Учитывая условия эксплуатации данных тканей, сопровождающиеся воздействием высоких температур и механических нагрузок разного характера, для их изготовления необходимо использование нетрадиционных видов нитей, таких как кремнеземные, кварцевые, углеродные и другие. Это значительно осложняет процесс ткачества.

Из опыта работы известно, что выработка многослойных каркасных тканей толщиной до 12 мм возможна на челночных ткацких станках типа АТТ. Однако при дальнейшем увеличении толщины ткани, что связано с увеличением слойности, необходимо использование специального оборудования.

Климовское СКБТО на базе станков фирмы Астра-Верке и Текстима разработали многочелночный ткацкий станок ТМЗ-160С, на котором установлены две спаренные машины Жаккарда фирмы Текстима модель 4820-3. Увеличение толщины многослойной каркасной ткани до 60 мм приводит к увеличению количества уточных слоев и использованию в переплетении до 15...20 основных систем, что обеспечивается работой машин Жаккарда, управляемых по специально разработанной программе. Ткацкий станок ТМЗ-160С оснащен двухсторонним шпулярником, на котором расположены катушки с каркасными и перевязочными основными нитями с индивидуальным натяжением каждой нити. Натяжение обеспечивается грузовыми скобами, масса и количество выбирается эмпирически в зависимости от линейной плотности нитей основных систем и расположением их на рамке шпулярника.

Наличие многочелночного механизма обеспечивает выработку многослойных тканей из различных видов уточных нитей в слоях, тем самым значительно расширяет ассортимент тканей. Использование специального оборудования, нестойких к механическим нагрузкам нитей, сложной

структуры многослойных каркасных тканей значительной толщины – все это требует исследования технологии многослойного ткачества, выявление оптимальных условий эксплуатации оборудования и параметров изготовления данной группы тканей.

Для выяснения возможности изготовления ткани на ткацком станке использован критерий длительной прочности В. Москвитина. Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m + 1) \int_0^t (t - \tau)^m \frac{dt}{t^{1+m} [\sigma(\tau)]},$$

где m – параметр нити, определяющий предысторию нагружения; t – время нагружения; τ – текущее время нагружения; σ – напряжение нити.

В работе использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b}.$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b неясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau.$$

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан по следующим формулам:

при постоянном напряжении –

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}}.$$

Параметры B , m и b можно определить из опытов на разрушение на длительную прочность. Так, для используемых кремнеземных нитей имеем:

при $\sigma_1 = 50$ кг/мм² $t_1 = 14,8$ с; при $\sigma_2 = 45$ кг/мм² $t_2 = 29,2$ с; при $\sigma_3 = 40$ кг/мм² $t_3 = 63$ с.

Расчеты дали следующие значения параметров:

$$b = 6,5; B = 1,25 \cdot 10^{11}; m = -0,92.$$

Расчет коэффициента повреждаемости при времени нагружения $t = 3600$ с и напряжении $\sigma_1 = 7$ кг/мм² дал значение 0,558. Проведенные исследования на кафедре ткачества показали, что при использовании критерия длительной прочности Москвитина коэффициент запаса прочности необходимо брать равным 1,5 [1]. Проведенные расчеты свидетельствуют о возможности изготовления кремнеземной ткани на ткацком станке.

ВЫВОДЫ

1. Предложены облегченные кремнеземные ткани для специальных целей.
2. Использование критерия длительной прочности В.Москвитина позволило спрогнозировать возможность изготовления кремнеземных тканей на ткацком станке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.04.10.