

УДК 677.024.1

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТКАНОЙ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

В.В. Базеко, Н.Н. Ясинская

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Среди огромного количества различных композиционных материалов бытового и технического назначения большой интерес вызывают текстильные. В качестве армирующей основы в этих материалах используются текстильные волокна, нити или полотна.

В научно-исследовательской лаборатории кафедр химии и прядения натуральных и химических волокон Витебского государственного технологического университета разработан новый текстильный композиционный материал декоративно-отделочного назначения. Материал получен из многофиламентных вискозных комплексных нитей способом импрегнирования водной дисперсией стиролакрилата с последующей сушкой и термофиксацией.

Одной из основных технологических операций формирования композиционного текстильного материала является пропитка армирующей основы водной дисперсией стиролакрилата. Как известно, эффективность пропитки зависит от микро- и макроструктуры армирующего текстильного материала, в том числе от его пористости. Целью описанной в статье работы является анализ структуры тканой основы композиционного материала и ее влияния на производительность и качество процесса формирования композита способом импрегнирования (пропитки).

Проникновение жидкости в пористые системы, к которым относится тканая основа композиционного материала, интерпретируется классическими законами капиллярности [1]. В процессе формирования композиционного текстильного материала происходит механическое воздействие, вследствие чего поры принимают форму щели. Исходя из этого для определения скорости импрегнирования используем формулу

$$\frac{h^2}{t} = \frac{\sigma \cdot \cos \theta}{2\eta} \cdot \frac{2S}{P}, \quad (1)$$

где h — высота подъема жидкости, м; t — продолжительность подъема жидкости, с; σ — поверхностное натяжение, Н/м; θ — краевой угол смачивания, град; η — вязкость, Па·с; S — площадь капилляра (поры), мм²; P — периметр капилляра (поры), мм.

Как видно из данного уравнения, скорость пропитки тканой основы композита зависит от параметров ее строения (площади и периметра сквозной поры) и свойств полимерной композиции — поверхностного натяжения, краевого угла смачивания и вязкости. Таким образом, для достижения оптимальной скорости пропитывания тканого полотна при формировании композиционного материала необходимо провести расчет основных параметров его структуры с учетом специфики выбранного переплетения.

Рассмотрим структуру тканой основы композиционного материала декоративно-отделочного назначения из вискозных комплексных нитей линейной плотностью 195 текс в основе и 390 текс в утке (рис.1) комбинированным переплетением на базе репса 4/4.

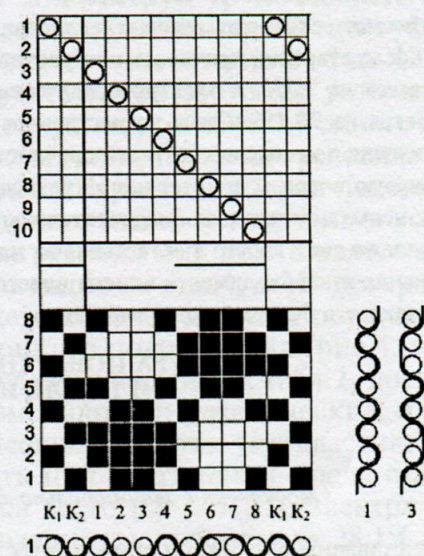


Рис. 1. Рисунок переплетения тканой основы композиционного материала.

Учитывая, что эффективность пропитки зависит от микро- и макроструктуры армирующего текстильного материала, в том числе от его сквозной пористости, расчет основных параметров сводим к определению данного параметра. Для этого принимаем за основу предложенную Склянниковым теорию [2], основанную на том, что сквозная пористость тканой основы зависит от наличия в ней свободных полей, расчет которых сводится к определению коэффициента уплотненности при максимальном наполнении. В анализируемом переплетении, согласно теории [2], присутствуют свободные поля только четвертого, пятого и шестого вида. Тогда формула для нахождения коэффициента уплотненности будет иметь вид

$$K_{уп} = \frac{6R_o R_y - (2n_{св} + 0.625n_{св4} + 0.75n_{св5} + n_{св6})}{6R_o R_y}, \quad (2)$$

где $n_{св4}$, $n_{св5}$, $n_{св6}$, $n_{св}$ — количество свободных полей четвертого, пятого и шестого вида и общее количество свободных полей соответственно; R_o , R_y — раппорт переплетения нитей по основе и утку.

Поскольку рисунок переплетения имеет различный закон чередования перекрытий, основные параметры рассчитывали по уточненным для конкретного переплетения формулам [3].

Размеры поперечного сечения нитей зависят от их вида и сырьевого состава, линейной плотности и крутки. Эти размеры, оказывающие большое влияние на строение тканого материала, выразим через диаметры нитей основы и утка.

Диаметр основных и уточных нитей определяем по следующим формулам (в мм):

$$d_o = C_o \sqrt{T_o / 1000}, \quad (3)$$

$$d_y = C_y \sqrt{T_y / 1000}, \quad (4)$$

где C_o , C_y — коэффициенты сырьевого состава нитей основы и утка соответственно; T_o , T_y — линейная плотность нитей основы и утка, текс.

Выразим средний диаметр нитей основы и нитей утка как

$$d_{ср} = \frac{d_o + d_y}{2}. \quad (5)$$

Зная значения диаметров нитей основы и утка, можем рассчитать коэффициент соотношения диаметров:

$$k_d = d_o / d_y. \quad (6)$$

Для анализируемого переплетения определим коэффициенты взаимного смятия нитей основы и утка для эллипсоидного сечения

$$\xi_o = k_d \eta_{ог} + \eta_{ув}, \quad (7)$$

$$\xi_y = k_d \eta_{ов} + \eta_{ур}, \quad (8)$$

где $\eta_{ог}$ — коэффициент смятия нитей основы по горизонтальной оси; $\eta_{ов}$ — коэффициент смятия нитей основы по вертикальной оси; $\eta_{ур}$ — коэффициент смятия нитей утка по горизонтальной оси; $\eta_{ув}$ — коэффициент смятия нитей утка по вертикальной оси.

Поскольку для выработки тканой основы композиционного материала используются вискозные комплексные нити, то фактически ее толщина значительно уменьшается. Это является также следствием изменения размеров и площади поперечного сечения пор. Для определения наполнения тканой основы из вискозных комплексных нитей используем следующие формулы:

$$H_o = \frac{P_o (R_o \mu_{o \max} + t_y \mu_{y \max})}{R_o 100}, \quad (9)$$

$$H_y = \frac{P_y (t_o \mu_{o \max} + R_y \mu_{y \max})}{R_y 100}, \quad (10)$$

где P_o , P_y — плотность тканого полотна по основе и утку соответственно, нит/10см; R_o , R_y — радиус нитей основы и утка; t_o , t_y — число пересечений нитей основы нитями утка и нитей утка нитями основы (определяются по переплетению); $\mu_{o \max}$ и $\mu_{y \max}$ — максимальные размеры, мм, поперечного сечения нити вдоль большой оси при деформации, которые находятся по формулам

$$\mu_{o \max} = d_o \eta_{ог}, \quad (11)$$

$$\mu_{y \max} = d_y \eta_{ур}. \quad (12)$$

С учетом деформации структуры тканого полотна в процессе наработки, а также коэффициентов смятия в горизонтальном и верти-

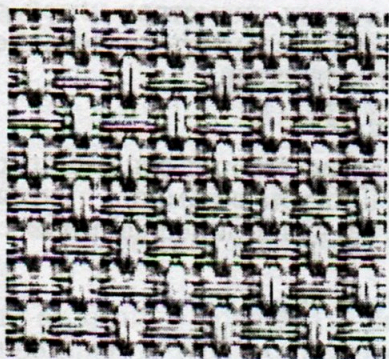


Рис. 2. Элемент наработанной тканой основы композиционного материала.

кальном направлении можем получить расчетную формулу сквозной пористости (в %):

$$P_{RS_p} = 100 - \mu_{o\max} P_o - \mu_{y\max} P_y + 0.01 \mu_{o\max} \mu_{y\max} P_o P_y. \quad (13)$$

Отсюда $P_{RS_p} = 24.647\%$.

С учетом многочисленных предварительных испытаний разработана технологическая схема получения тканой основы из вискозных комплексных нитей. По разработанной технологии экспериментально получены образцы тканой основы из вискозных нитей выбранного переплетения с заданными характеристиками (рис.2).

Для проверки расчетного значения сквозной пористости тканой основы композиционного материала на ЭВМ разработана программа, позволяющая определять фактическую сквозную пористость по геометрическим размерам тканой основы и составляющих ее пор

Учитывая, что раппорт состоит из 8 нитей основы и 8 нитей утка (см. рис.1), определим расстояние (в мм), которое занимают нити обеих систем:

$$L_o = \mu_{o\max} n_{o\text{нит}}, \quad (14)$$

$$L_y = \mu_{y\max} n_{y\text{нит}}, \quad (15)$$

где $n_{o\text{нит}}$ и $n_{y\text{нит}}$ — число нитей основы и утка в раппорте соответственно.

Определим размер раппорта (в мм) вдоль нитей основы и утка:

$$L_{R_o} = n_{o\text{нит}} / P_o, \quad (16)$$

$$L_{R_y} = n_{y\text{нит}} / P_y \quad (17)$$

Зная размер раппорта в ткани и расстояние, занимаемое нитями, определим вели-

чину (в мм) свободного пространства (щелевидных пустот):

$$L_{P_o} = L_{R_o} - L_o, \quad (18)$$

$$L_{P_y} = L_{R_y} - L_y. \quad (19)$$

Исходя из рисунка переплетения тканой основы (см. рис.1) определим, что на раппорт приходится 4 поры. Учитывая строение ткани, предположим, что 2 поры размещены вдоль нитей основы и 2 — вдоль нитей утка. Отсюда получим, что размеры одной щелевидной поры тканой основы квадратного строения по направлению нитей основы и утка соответственно равны (в мм):

$$a_o = L_{P_o} / n_{o\text{пор}}, \quad (20)$$

$$b_y = L_{P_y} / n_{y\text{пор}}, \quad (21)$$

где $n_{o\text{пор}}$ и $n_{y\text{пор}}$ — число пор в раппорте вдоль системы нитей основы и утка соответственно.

Периметр щелевидной поры (в мм), необходимый для определения скорости пропитывания (формула 1), рассчитываем по формуле

$$P = 2a + 2b. \quad (22)$$

Площадь щелевидной поры (в мм²)

$$S = ab. \quad (23)$$

Суммарная площадь всех пор на раппорт

$$S_{\text{общ}} = S n_{\text{пор}}, \quad (24)$$

где $n_{\text{пор}}$ — общее число пор в раппорте.

Далее определим площадь, занимаемую раппортом переплетения:

$$S_R = L_{R_o} L_{R_y}. \quad (25)$$

Отсюда получим, что фактическая сквозная пористость на весь раппорт переплетения тканой основы композиционного материала составляет (в %):

$$P_{RS_\phi} = \frac{S_{\text{общ}}}{S_R} 100. \quad (26)$$

Основные параметры спроектированной тканой основы композиционного материала и их фактические значения представлены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает, что расчетное значение сквозной пористости отличается от фактического на 0.003%. Сле-

Основные параметры спроектированной тканой основы композиционного материала и их фактические значения

Параметры	Значение параметра	
	расчетное	фактическое
Поперечное сечение нитей с учетом деформации, мм		
по основе	0.49	0.59
по утку	0.69	0.86
Пористость тканой основы, %	24.647	24.65

довательно, формулы, представленные для фактического расчета, достоверны и могут быть использованы для определения сквозной пористости тканой основы композиционного материала.

В результате расчета установлено, что тканая основа композиционного материала комбинированного переплетения на базе репса 4/4 имеет сквозную пористость структуры, равную 24.65%. Данная величина на-

ходится в пределах допустимых значений сквозной пористости для композиционных материалов, которая, как известно [1], должна быть не менее 10%. Следовательно, предложенная структура переплетения может быть использована как тканая армирующая основа композиционного материала.

Библиографический список

1. Воюцкий С.С. Физико-механические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых систем водными дисперсиями полимеров. — Л.: Химия, 1969. — С.336.
2. Скляльников В.П., Афанасьева Р.Ф., Машкова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 144 с.
3. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. — М.: МГТА, 1999. — 434 с.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТКАНОЙ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

В.В. Базеко, Н.Н. Ясинская

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Разработан новый текстильный композиционный материал декоративно-отделочного назначения из многофиламентных вискозных комплексных нитей. Одной из основных технологических операций формирования композиционного текстильного материала является пропитка армирующей основы водной дисперсией стиролакрилата. Как известно, эффективность пропитки зависит от микро- и макроструктуры армирующего текстильного материала, в том числе от его пористости. Целью работы является анализ структуры тканой основы композиционного материала и ее влияние на производительность и качество процесса формирования компози- та способом импрегнирования (пропитки).