

УДК 677.024.1

В. В. Мурычева, В. В. НевскихВитебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72

К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СТРОЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТКАНОЙ ОСНОВЫ ТЕКСТИЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

©В. В. Мурычева, В. В. Невских, 2013

В работе проведен расчет основных параметрических коэффициентов тканой основы текстильного композиционного материала с учетом специфики выбранного переплетения. Определены значения основных параметров строения тканой основы, необходимые для последующего ее проектирования.

Ключевые слова ■ параметрические коэффициенты, проектирование, текстильные композиционные материалы, тканая основа.

By the calculations of the parametric structure factors in the design principles of textile fabric composite material

In the paper the calculations of the basic fundamentals of parametric coefficients woven textile composite material specific to the selected weave. The values of the basic parameters of the woven structure of the foundations necessary for subsequent design.

Keywords ■ parametric coefficients, design, textile composites, woven base.

Текстильные композиционные материалы занимают лидирующее положение в многообразии композиционных материалов, выпускаемых промышленностью.

К текстильным композиционным материалам относятся все материалы, в которых в качестве армирующей основы используются текстильные элементы [1].

Среди текстильных композиционных материалов разработка материалов с применением армированных тканых основ из вискозных технических нитей большой линейной плотности является новым, перспективным направлением.

На сегодняшний день текстильные композиционные материалы широко распространены во всех областях жизнедеятельности человека, и вопрос проектирования тканой основы с применением вискозных технических нитей для формирования композита имеет сугубо практический подход в соответствии с назначением композиционного материала. Следовательно, теоретическое обоснование и расчет основных параметров тканой основы для последующего формирования композиционного материала целесообразны.

С учетом специфики производства композиционных материалов, тканая основа должна обладать рядом специфических свойств:

— способностью принимать нужную форму, иметь высокую стабильность, умеренную формуемость;

— иметь требуемую пористость для взаимодействия со связующим компонентом в процессе формирования композиционного материала методом пропитки;

— иметь заданные параметры по показателям материалоемкости, толщины, воздухопроницаемости и прочности.

Данный перечень свойств определяется строением тканого материала и зависит от структуры и линейной плотности нитей, плотности ткани по основе и утку, видом переплетения и его параметрическими коэффициентами, технологическими параметрами процесса ткачества.

В отличие от традиционно используемого плотняного переплетения, для проектируемой тканой основы выбрано просвечивающее переплетение с раппортом 8 нитей. При заправке основы на станке 4 нити в зуб берда получена ткань, имеющая четкую ячеистую структуру, которая отвечает вышеуказанным требованиям.

Переплетение тканой основы, выработанной с использованием вискозных технических нитей линейной плотности 195 текс в основе и 390 текс в утке, приведено на рис. 1.

Данное переплетение создает на ткани равномерно расположенные просветы прямоугольной или квадратной формы на стыке элементов негативного построения за счет разной длины перекрытий.

Учитывая особенности рисунка переплетения тканой основы — различный закон чередования перекрытий, предлагается расчет параметрических коэффициентов и основных характеристик по уточненным для конкретного переплетения формулам.

Для оценки пористой структуры тканой основы и технологичности процесса выработки ее на ткацком станке используется параметрический коэффициент уплотненности Букаева П. Т. [3].

Величина данного коэффициента зависит от коэффициента изогнутости нитей основы и утка, числа связей нитей основы и утка в раппорте переплетения,

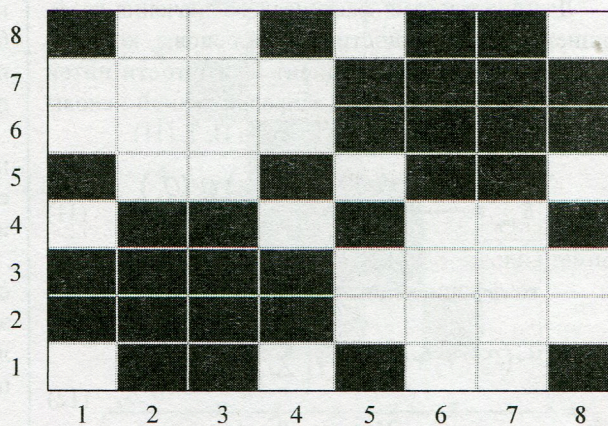
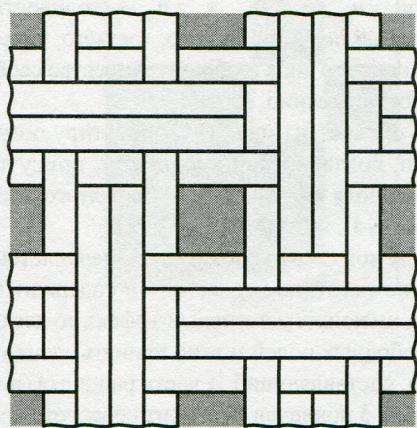


Рис. 1. Рисунок просвечивающего переплетения

раппорта разработанного переплетения, коэффициента переплетения.

Ввиду того, что в пределах раппорта (рис. 1) нити имеют различный закон чередования перекрытий, число пересечений определяем как среднее значение для всех нитей в раппорте:

— среднее число пересечений нитей основы нитями утка

$$t_{op} = \frac{\sum \Pi_{H_{o,i}} \cdot t_{o_i}}{R_o}, \quad (1)$$

где $n_{H_{o,i}}$ — постоянная, число нитей основы в пределах раппорта, имеющих t_{o_i} пересечений; t_{o_i} — число пересечек утка основой на $n_{H_{o,i}}$ соответствующих нитях основы в пределах раппорта рассматриваемого переплетения.

— среднее число пересечений нитей утка нитями основы

$$t_{yp} = \frac{\sum \Pi_{H_{y,i}} \cdot t_{y_i}}{R_y}, \quad (2)$$

где $n_{H_{y,i}}$ — постоянная, число нитей утка в пределах раппорта, имеющих t_{y_i} пересечений; t_{y_i} — число пересечек основы утком на $n_{H_{y,i}}$ соответствующих нитях утка в пределах раппорта рассматриваемого переплетения.

Учитывая, что в проектируемом переплетении нити имеют различный закон чередования перекрытий, определим число пересечек на одну нить в раппорте: на одну нить основы

$$q_o = \frac{t_{o,cp}}{R_o}, \quad (3)$$

на одну нить утка

$$q_y = \frac{t_{y,cp}}{R_y}, \quad (4)$$

Тогда средняя длина настила по основе определяется по формуле:

$$k_{n_o} = \frac{1}{q_o}. \quad (5)$$

Средняя длина настила по утку

$$k_{n_y} = \frac{1}{q_y}. \quad (6)$$

Число связей нитей основы и утка в раппорте

$$k = \frac{[\sum n_{y_i} \cdot k_{y_i} + \sum n_{o_i} \cdot k_{o_i}]}{2}. \quad (7)$$

где n_{o_i} — постоянная, число нитей основы в пределах раппорта, имеющих k_{o_i} связей; k_{o_i} — число связей основы с утком на n_{o_i} соответствующих нитях основы; n_{y_i} — постоянная, число нитей утка в пределах раппорта, имеющих k_{y_i} связей; k_{y_i} — число связей утка основой на n_{y_i} соответствующих нитях утка.

Для характеристики степени изгиба основных и уточных нитей используют параметрические коэффициенты изогнутости нитей основы, нитей утка, и нитей в ткани. Эти показатели характеризуют степень изогнутости основных и уточных нитей.

Для определения данных параметрических коэффициентов рекомендуется использовать следующие формулы:

— коэффициент изогнутости по основе

$$Q_o = \frac{\left(\sum \frac{1}{n_{f_o}} + \sum \frac{1}{n_{f_y}} \right)_{o_R}}{t_{o,op} \cdot R_o}, \quad (8)$$

— коэффициент изогнутости по утку

$$Q_y = \frac{\left(\sum \frac{1}{n_{f_o}} + \sum \frac{1}{n_{f_y}} \right)_{y_R}}{t_{y,op} \cdot R_y}, \quad (9)$$

где n_{f_o}, n_{f_y} — количество основных и уточных перекрытий, расположенных подряд на каждой нити основы и утка в пределах раппорта.

— коэффициент изогнутости нитей в ткани

$$Q_{mk} = \frac{(Q_o + Q_y)}{2}. \quad (10)$$

Для определения фактического значения коэффициента уплотненности тканой основы, который позволит учесть коэффициент изогнутости нитей и параметры фактической заправки тканой основы на ткацком станке формула Букаева П. Т. (11)

$$K_{yn\phi} = \frac{C^2 \cdot (P_o^2 \cdot T_o + P_y^2 \cdot T_y) \cdot Q_o(Q_y)}{316^2} \quad (11)$$

примет вид:

— коэффициент уплотненности по утку

$$K_{yn\phi} = \frac{C^2 \cdot (P_o^2 \cdot T_o + P_y^2 \cdot T_y) \left(\sum \frac{1}{n_{fo}} + \sum \frac{1}{n_{fy}} \right)_{yR}}{316^2 \cdot t_{y,p} \cdot R_y} \quad (12)$$

— коэффициент уплотненности по основе

$$K_{yn\phi} = \frac{C^2 \cdot (P_o^2 \cdot T_o + P_y^2 \cdot T_y) \left(\sum \frac{1}{n_{fo}} + \sum \frac{1}{n_{fy}} \right)_{oR}}{316^2 \cdot t_{o,p} \cdot R_o} \quad (13)$$

где C — коэффициент сырьевого состава, используемого для наработки тканой основы, сырья; P_o, P_y — плотность тканой основы по основе и утку соответственно, нит/см; T_o, T_y — линейная плотность нитей основы и утка соответственно, текс;

Согласно теории В. П. Склянного пористость ткани зависит от наличия в ней свободных полей.

В силу специфики структуры тканой основы, а также расположения нитей в ней, для определения коэффициента уплотненности при максимальном наполнении используем формулу, предложенную В. П. Склянным [2]:

$$K_{yn} = (6R_o R_y - (2n_{c\phi} + 0,25n_{c\phi1} + 0,375n_{c\phi2} + 0,5n_{c\phi3} + 0,625n_{c\phi4} + 0,75n_{c\phi5} + n_{c\phi6})) / 6R_o R_y \quad (14)$$

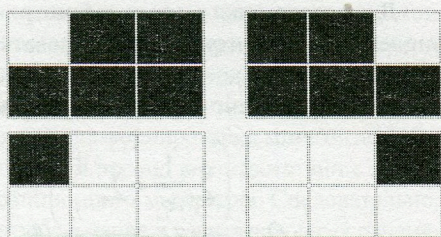


Рис. 2. Изображение свободных полей четвертого вида

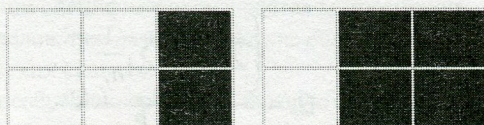


Рис. 3. Изображение свободных полей пятого вида

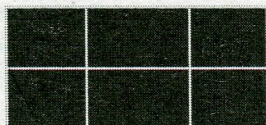


Рис. 4. Изображение свободных полей шестого вида

где $n_{c\phi1}, n_{c\phi2}, n_{c\phi3}, n_{c\phi4}, n_{c\phi5}, n_{c\phi6}$ — количество свободных полей первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого вида и общее количество свободных полей соответственно.

Как следует из рис. 1, в проектируемом переплетении, согласно данной теории, присутствуют свободные поля только четвертого, пятого и шестого вида (рис. 2–4).

Ввиду того, что используемое переплетение построено по негативному методу и содержит четыре элемента, имеющих негативный эффект, то для определения свободных полей можно принять элемент переплетения, составляющий $1/4$ часть раппорта (рис. 5).

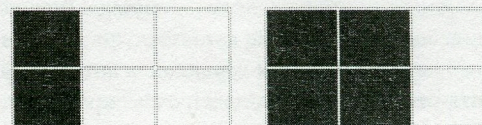
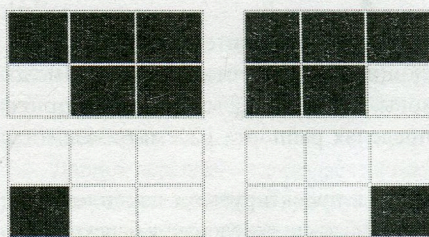
На рис. 5 приведен фрагмент переплетения, который позволяет определить количество свободных полей каждого вида. Данный фрагмент имеет 16 перекрытий нитей основы и нитей утка (4x4). Перекрытия рассматриваются сначала вдоль нитей утка, затем вдоль нитей основы. Каждое перекрытие анализируется в сочетании с соседними нитями.

На рис. 5б показаны дополнительные основные и уточные нити, расположенные снизу, сверху, справа и слева характерного элемента просвечивающего переплетения, которые позволяют, согласно методике В. П. Склянного, подсчитать свободные поля просветов, расположение которых представлено на рис. 6.

Следовательно, фрагмент переплетения проектируемой тканой основы имеет 8 свободных полей четвертого вида, 4 свободных поля пятого вида и 4 — шестого вида.

Для определения максимального значения коэффициента уплотненности используем формулу для исследуемого просвечивающего переплетения из расчета на весь раппорт

$$K_{yn} = \frac{6R_o R_y - (2n_{c\phi} + 0,625n_{c\phi4} + 0,75n_{c\phi5} + n_{c\phi6})}{6R_o R_y} \quad (15)$$



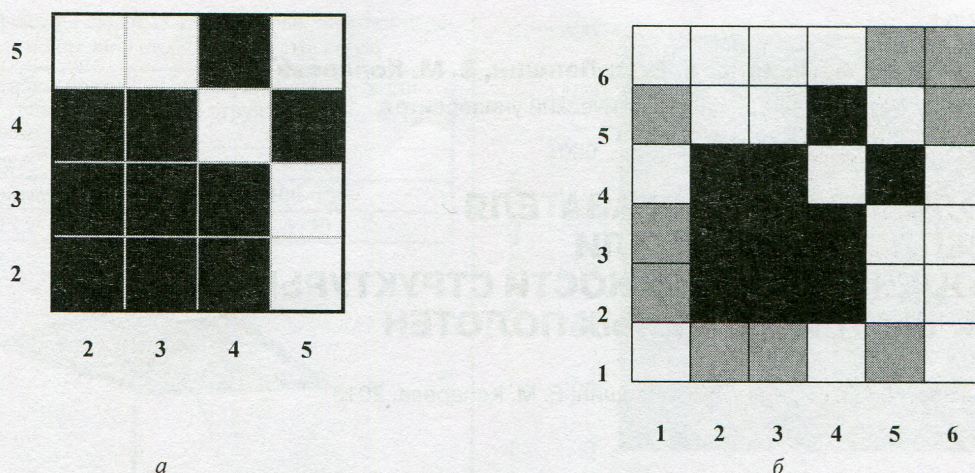


Рис. 5. Фрагменты исследуемого переплетения: *a* — базовый элемент; *b* — элемент для анализа свободных просветов

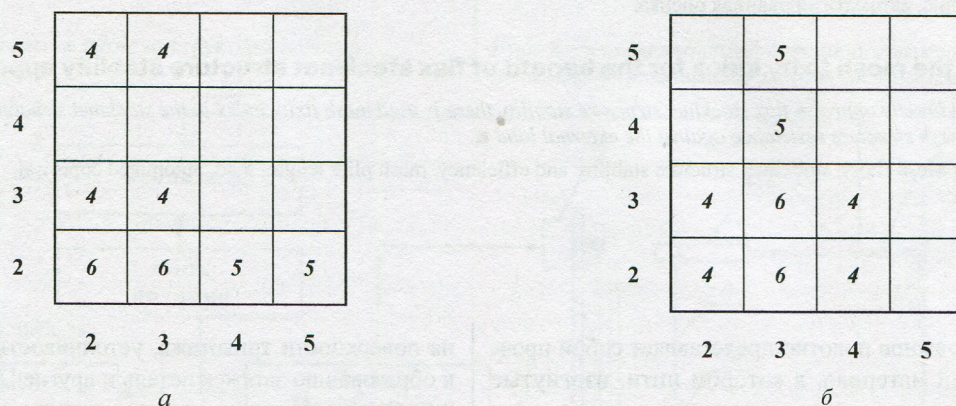


Рис. 6. Виды свободных полей: *a* — вдоль утка, *b* — вдоль основы

Значение данного параметра зависит только от переплетения нитей и их взаимного чередования, он не учитывает параметры выработки тканой основы на ткацком оборудовании, состав и параметры используемого сырья.

Расчетные значения коэффициентов уплотненности составляют:

$$K_{\text{уп}} = 0,77, K_{\text{упф}} = 0,22.$$

Выводы

Установлено, что с учетом специфики производства композиционных материалов, тканая основа должна обладать рядом специфических свойств:

- способностью принимать нужную форму, иметь высокую стабильность, умеренную формуемость;
- иметь требуемую пористость для взаимодействия со связующим компонентом в процессе формирования композиционного материала методом пропитки;
- иметь заданные параметры по показателям материалоемкости, толщины, воздухопроницаемости и прочности.

Исходя из вышеуказанных свойств, выбрано переплетение, которое создает на ткани равномерно рас-

положенные просветы прямоугольной или квадратной формы на стыке элементов негативного построения за счет разной длины перекрытий.

Учитывая особенности рисунка переплетения тканой основы — различный закон чередования перекрытий, предложен расчет параметрических коэффициентов и основных характеристик по уточненным для конкретного переплетения формулам.

Установлено, что для расчета фактического и максимального значения коэффициента уплотненности тканой основы необходимо учитывать не только специфику выбранного переплетения, но и основные заправочные параметры тканой основы для выработки ее на ткацком оборудовании.

Список литературы

1. Иманкулова А. С. Текстильные композиты. — Б.: Издательский центр «МОК», 2005. — 152 с.
2. Проектирование однослойных ремизных тканей геометрическим методом. Методические указания по выполнению курсовой работы/сост. Г. И. Толубеева, Т. И. Шейнова, Т. Ю. Карева. — Иваново: ИГТА, 2007. — с. 14.
3. Невских, В. В. Основы автоматизированного проектирования тканей: Учебное пособие/В. В. Невских, Ж. Е. Тихонова — Витебск: УО «ВГТУ», 2003. — 87 с.