

**НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ**

*Турусбекова Н.К.*

**РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ ОСНОВЫ КОМПОЗИТА**

УДК: 677.051.154

*В статье рассматриваются проблемы проектирования текстильного материала из базальтовых волокон в качестве армирующей основы композитов.*

*В работе представлен метод проектирования тканой структуры текстильной основы из базальтовых нитей.*

*In clause the problems of designing of a textile material from basalt fibres in quality of a basis of composites are considered (examined).*

*In job the method of designing of structure of a textile basis from basalt strings is submitted.*

Текстильные материалы, предназначенные для армирования композитов, требуется проектировать по заданной поверхностной пористости (без учета пористости нитей) [1]. Пористость ткани (сквозные поры отмечены пунктиром на рис.1) определяется по известной формуле с учетом изменения формы и размеров нитей в ней:

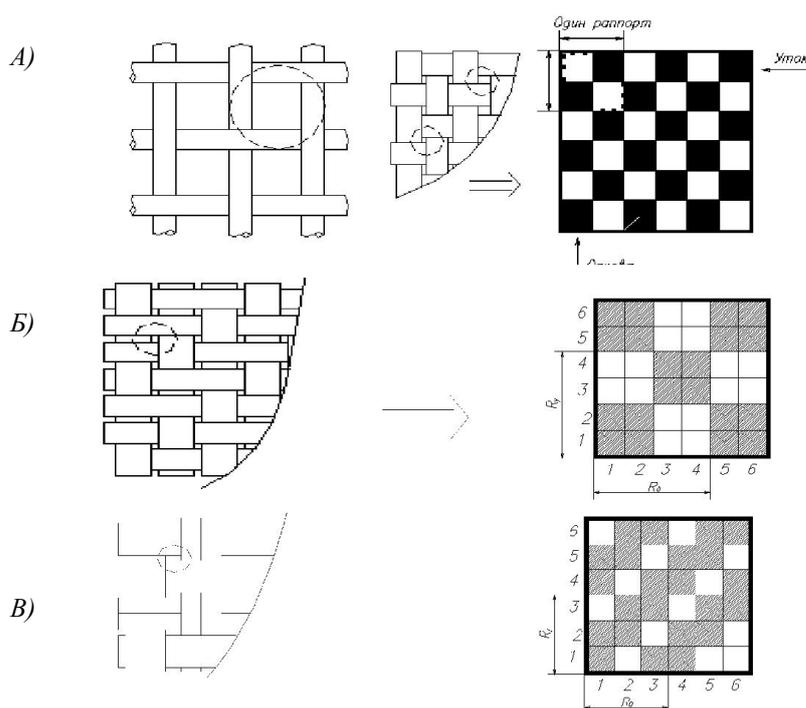
$$R_s = 100 - a_0 P_0 - a_y P_y + 0,01 a_0 P_0 a_y P_y, \tag{2.7.}$$

где  $a_0$  и  $a_y$  - размеры поперечного сечения нити в ткани вдоль большой оси;  $P_0$  и  $P_y$  - плотность ткани по основе и утку.

В этой формуле условно принято, что размеры поперечного сечения нити по всей ее длине остаются постоянными. Фактически размеры сечения нити вдоль большой оси несколько отклоняются от средней своей величины как в сторону меньшего, так и большего назначения.

При проектировании ткани это учесть невозможно. Геометрические размеры сквозных пор будут зависеть от плотности ткани по основе и утку, диаметров нитей основы и утка до ткачества, изменений формы и размеров нитей в ткани, а также и переплетения нитей в ней.

Как известно, в тех случаях, когда необходимо иметь квадратные сквозные поры, целесообразно проектировать ткань квадратного строения, полотняного переплетения, из нитей одинаковой толщины и с одинаковой плотностью ткани по основе и утку (рис.1). Следовательно, для проектирования необходимо принимать V порядок фазы строения ткани. Если требуется получить в ткани сквозные поры, удлиненные вдоль основы, необходимо принимать к проектированию порядок фазы строения в пределах VI-VIII, а для ткани с порами, удлиненными вдоль утка, наоборот, в пределах II-IV порядков фазы строения. [2].



**Рис.1.** Чередование основных и уточных нитей в проектируемой тканой структуре базальтовой основы и образование сквозных пор: а – полотняного переплетения; б – переплетения рогожка; в – саржевого переплетения.

Текстильную основу композита можно проектировать по показателю поверхностной пористости, но в отдельных случаях одновременно с пористостью требуется получить ткань определенной толщины, которая влияет на изоляционные, фильтрующие и другие свойства.

В первом случае необходимо проектировать ткань, выбрав не только вид нитей для основы и утка, но и их толщину. Во втором случае, исходя из толщины ткани и порядка фазы строения, нужно предварительно определить требуемую толщину нитей.

Изменение поперечных размеров и формы исходных нитей в ткани зависит от нескольких параметров: сырьевого состава и физико-механических свойств волокон, способов получения нити, параметров строения ткани и в первую очередь наполнения ткани волокнистым материалом, переплетения, углом взаимного охвата нитей, зависящих от порядка фазы строения ткани и параметров формирования.

Нити в ткани по-разному изменяют свою форму. В одних тканях под действием сил при формировании ткани происходит равномерное сжатие и ее удлинение, но форма нити остается близкой к цилиндрической, в других не только уменьшается площадь поперечного сечения нити, но и меняется ее форма. Нить в ткани может приобретать различную форму, чаще всего эллиптическую (рис.2).

Следовательно, нити из базальтовых волокон с малым коэффициентом крутки или без крутки значительно изменяют в ткани свою форму поперечного сечения. Размеры поперечного сечения нити в направлении толщины ткани значительно уменьшаются, т.е. нити сплющиваются. А площадь поперечного сечения нити остается постоянным, т.к. базальтовые нити не деформируются.

Так как: 
$$d_{cp}^1 = \frac{\eta \cdot C \sqrt{T}}{31,62}, \text{ тогда } d_{cp}^1 = \frac{d_o}{d_y} = |d_o = d_y| = d$$

При V порядке фазы строения  $l=2d$  и  $d=h$  (рис.2.) соответственно для нитей основы и нитей утка. Тогда примем:

$$K = \frac{h}{d_{cp}^1} = 1 \tag{2.12.}$$

Таким образом  $K=1$ . Следовательно, данная базальтовая ткань относится к V порядку фазы строения. То есть:  $\Phi = 4 \cdot K + 1 = 5$ .

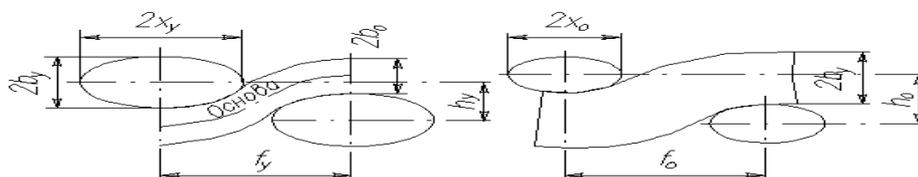


Рис.2. Элемент ткани с эллиптическим сечением.

Как известно, ткань V порядка фазы строения может иметь одновременно коэффициенты наполнения волокнистым материалом  $N_{тк}$  меньше единицы, т.к., если фактическая плотность ткани по основе и утку меньше, чем максимально возможная для V порядка фазы строения, то при каких бы условиях ни формировалась ткань после снятия ее со станка, под воздействием упругих сил произойдет выравнивание высоты волн изгиба нитей и ткань будет иметь V порядок фазы строения.

Ткань V порядка фазы строения с коэффициентами  $N_o$  и  $N_y$  близкими к единице, сформировать на станке затруднительно, так как  $N_{тк}$  тоже будет близким к единице.

Поэтому, экспериментально получим опытный образец базальтовой ткани на лабораторной установке и расчет проведем по фактическим параметрам плотности для нахождения более близкого к фактическому значению коэффициента наполнения.

По [2] коэффициент сплющивания нити в направлении толщины ткани может уменьшаться до 0,4.

Так как используемые в работе базальтовые нити представляют собой комплексную базальтовую нить (или иначе - ровинг) - пучок параллельно уложенных элементарных волокон, скрепленных замазкой, то это вызывает значительное уменьшение толщины ткани и изменяет размеры и форму пор в структурной ячейке разрабатываемой структуре ткани (рис.1).

Для нитей основы по ширине ткани, для нитей утка по длине ткани размеры поперечного сечения нити чаще расплющиваются за счет того, что отдельные элементарные нити занимают соседнее свободное пространство (рис.2). При этом коэффициент, учитывающий изменение размеров поперечного сечения нити по большой оси, колеблется от 1,1 до 2.

Рассмотрим для сравнения определение максимальной технологической плотности теоретически проектируемой ткани из базальтовых нитей к полученной.

Горизонтальные размеры нити в разработанной ткани при  $T=1580$  текс:

$$d_{o.z} = d_{y.z} = d\eta_{o.z(y.z)} = 1,48 \cdot 1,1 = 1,628 \text{ мм},$$

при  $T=750$  текс:  $d_{o.z} = d_{y.z} = d\eta_{o.z(y.z)} = 1,02 \cdot 1,1 = 1,122 \text{ мм},$

при  $T=350$  текс:  $d_{o.z} = d_{y.z} = d\eta_{o.z(y.z)} = 0,7 \cdot 1,1 = 0,77 \text{ мм},$

где  $\eta_{o.z}$  и  $\eta_{y.z}$  - коэффициенты, учитывающие изменение горизонтальных (по большой оси) размеров нити в ткани, значение которых составляет от 1,1 до 2.

Вертикальные размеры нити в разработанной ткани при  $T=1580$  текс:

$$d_{o.g} = d_{y.g} = d\eta_{y.g(o.g)} = 1,48 \cdot 0,87 = 1,287 \text{ мм},$$

при  $T=750$  текс:  $d_{o.g} = d_{y.g} = d\eta_{y.g(o.g)} = 1,02 \cdot 0,87 = 0,887 \text{ мм},$

при  $T=350$  текс:  $d_{o.g} = d_{y.g} = d\eta_{y.g(o.g)} = 0,7 \cdot 0,87 = 0,609 \text{ мм},$

где  $\eta_{o.g}$  и  $\eta_{y.g}$  - коэффициенты, учитывающие изменение вертикальных (по малой оси) размеров нити в ткани, значение которых составляет от 0,87 до 0,40.

Геометрическая плотность разработанной ткани при  $T=1580$  текс:

$$l_o = l_y = \frac{d_{cp} (K_d \eta_{o.z} + \eta_{y.g}) \sqrt{4 - K_h^2}}{K_d + 1} = \frac{1,48(1 \cdot 1,1 + 0,87) \sqrt{4 - 1^2}}{1 + 1} = 2,521 \text{ мм},$$

при  $T=750$  текс:  $l_o=l_y=1,738$ ; при  $T=350$  текс:  $l_o=l_y=1,192$ .

Максимальная технологическая плотность разработанной ткани при  $T=1580$  текс:

$$P_o = P_y = \frac{100}{l_o} = \frac{100}{l_y} = \frac{100}{2,521} = 39,6 \text{ нит / дм},$$

при  $T=750$  текс:  $P_o=P_y=57$  нит/дм; при  $T=350$  текс:  $P_o=P_y=83$  нит/дм.

В экспериментально полученной базальтовой ткани при  $T=1580$  текс:  $-P_o=32$  нит/дм, при  $T=750$  текс:  $-P_o=47$  нит/дм, при  $T=350$  текс:  $-P_o=69$  нит/дм, т.е. в теоретических расчетах значение показателей на 17-18 % больше.

Следовательно, когда нить приобретает в ткани эллипсообразную форму, это приводит к уменьшению максимальной плотности ткани. Фактическая плотность ткани обычно меньше максимальной плотности, но при проектировании ткани с заданным порядком фазы строения необходимо учитывать соответствие коэффициентов отношения плотностей.

Таким образом, можно принять разработанный метод проектирования тканой структуры текстильной основы из базальтовых нитей с учетом принятых коэффициентов сплющивания и коэффициента наполнения (таблица).

Таблица

Постоянные коэффициенты, принятые при проектировании и фактические

| Коэффициенты                |              |              |              | Высота воли изгиба |       | Отношение высоты воли изгиба $K_h$ | Фаза строения ткани $\Phi$ | Коэффициент наполнения |           | Плотность нитей на 1 дм |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|
| $\eta_{o.g}$                | $\eta_{y.g}$ | $\eta_{o.z}$ | $\eta_{y.z}$ | $h_o$              | $h_y$ |                                    |                            | $K_{H_o}$              | $K_{H_y}$ |                         |
| Принятые при проектировании |              |              |              |                    |       |                                    |                            |                        |           |                         |
| 0,87                        | 0,87         | 1,1          | 1,1          | 1,287              | 1,287 | 1                                  | 5                          | 0,89                   | 0,89      | 30-32                   |
| Фактические                 |              |              |              |                    |       |                                    |                            |                        |           |                         |
| 0,87                        | 0,87         | 1,57         | 1,57         | 1,301              | 1,301 | 1                                  | 5                          | 0,89                   | 0,89      | 32                      |

Анализ полученных образцов базальтовой ткани показал, что принятые при проектировании основные исходные параметры незначительно отличаются от фактических. Полученная пористость ткани при заданных плотностях на 9-12 % больше проектируемой за счет уменьшения плотностей ткани по основе и утку из-за сплющивания нитей.

**Литература**

- Иманкулова А.С., Турусбекова Н.К. Текстильный материал из базальта как армирующая основа в композитах. //«Текстильная промышленность», № 7-8, Москва, 2005. С. 26-28.
- Сурнина Н.Ф. Проектирование ткани по заданным параметрам. -М.: Легкая индустрия, 1973.-141 с.