

Как показывают результаты экспериментальных исследований, при выполнении операции окантовки клеевой шов прочнее ниточного на 64,3 %, что связано с повышенной прочностью тесьмы. При выполнении соединительной операции клеевой шов оказался прочнее ниточного на 41,7 %. Растяжимость ниточных швов оказалась в обоих случаях выше клеевых.

#### Список использованных источников

1. Stitch free technology: [Электронный ресурс] // Macpi Italy, 2017. URL: <http://www.macpi.com/en/17/products/stitch-free-technology.htm/>. (Дата обращения: 10.03.2017).
2. Packham, D.E. Handbook of Adhesion. Willey & Sons Ltd, 2005: 638 p.

УДК 677.056

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМУЛ АРИФМЕТИЧЕСКОЙ ПРОГРЕССИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ДЛИНЫ НИТИ НА КАТУШКЕ

*Алешин Р.Р., к.т.н., доц.*

*Ивановский государственный политехнический университет,*

*г. Иваново, Российская Федерация*

Реферат. В работе описан метод определения длины технической нити намотанной на катушку, основанный на использовании формул арифметической прогрессии. Предлагаемый метод позволяет определять длину нити на паковке, не измеряя плотность намотки, что позволяет его использовать в проектных расчётах, в условиях ограниченности информации.

Ключевые слова: катушка, технические нити, шпулярник, намотка, прогрессия.

Повсеместное использование композитов на основе тканых структур, вызвало увеличение спроса на услуги по проектированию нового оборудования. При этом, сначала проектируется 3D-ткань, а затем проектируется станок, на котором будет осуществляться выпуск ткани с требуемой структурой. Питание таких ткацких станков, как правило, осуществляется со шпулярника, при проектировании которого определяющим фактором являются габаритные размеры используемых катушек. На сегодняшний день производители предлагают огромный выбор типоразмеров катушек. При выборе катушки важно знать её емкость, а именно, сколько метров нити поместится на катушке.

Как правило, длина нити на катушке рассчитывается по методике, приведенной в источнике [1]. Находят объем намотки по формуле

$$V = \frac{\pi H}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

где  $V$  – объем намотки основы на катушке, см<sup>3</sup>,  $H$  – расстояние между фланцами катушки, см,  $D$  – максимальный диаметр намотки, см,  $d$  – диаметр ствола паковки, см.

Зная объем, определяют массу пряжи на паковке, используя формулу

$$G = \frac{V \cdot \gamma}{10^3}$$

где  $G$  – масса нити на паковке, кг,  $\gamma$  – объемная плотность намотки, г/см<sup>3</sup>.

Используя линейную плотность перерабатываемой пряжи, находят длину нити на паковке по формуле

$$L = \frac{G \cdot 10^6}{T}$$

где  $L$  – длина нити, м,  $T$  – линейная плотность, Текс.

Приведенная методика учитывает деформацию поперечного сечения пряжи и может быть использована после определения плотности намотки. Использование для изделий технического назначения нитей из высокопрочных волокон (углеродные волокна, жесткоцепные полимеры и т.д.), позволяет использовать другой метод.

При наматывании жестких недеформируемых нитей, они могут располагаться одним из

трех способов приведенных на рисунке 1.

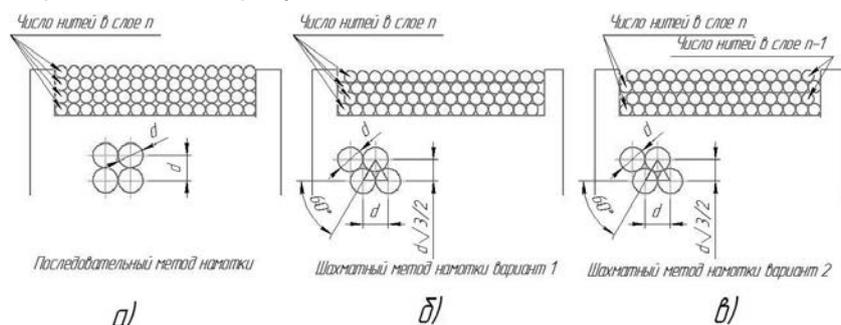


Рисунок 1 – Расположение нитей на паковке

На рисунке 1а приведен метод намотки, при котором нити располагаются друг над другом, в этом случае диаметры соседних слоев будут отличаться на два диаметра нити, а число слоев в каждом слое будет одинаковым. Данный вариант возможен, когда ширина катушки кратна диаметру нити. На рисунке 1б и 1в приведен «шахматный» метод намотки, при котором расстояние между слоями равно  $\frac{d\sqrt{3}}{2}$ , в первом варианте число нитей в слоях одинаковое, а во втором варианте разное.

Рассмотрим определение длины нити на паковке при первом способе намотки. Диаметры намотки для каждого слоя будут выражаться следующими формулами

$$D_1 = D + d \quad (1)$$

$$D_2 = D_1 + 2d \quad (2)$$

$$D_3 = D_2 + 2d \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр ствола паковки, м,  
 $d$  – диаметр нити описанной окружности профиля нити, м,  
 $D_1, D_2, D_3$  – диаметр намотки первого, второго, третьего слоя, м.

Данные формулы являются формулами арифметической прогрессии. Длина нити на одном слое  $l_c$  рассчитывается по формуле

$$l_c = \pi \cdot D \cdot n \quad (4)$$

где  $n = l/d$  число нитей в слое,  
 $l$  – длина ствола паковки, м.

Подставляя в формулу 4 формулы 1-3 и обозначив длину нити в слое через «а» получим следующие выражения для членов прогрессии [2]

$$a_1 = \pi(D + d) \cdot n \quad (5)$$

$$a_2 = a_1 + \pi \cdot 2d \cdot n \quad (6)$$

$$a_2 = a_1 + q \quad (7)$$

где  $q=2pdn$  – разность арифметической прогрессии,  
 $a_1, a_2$  – члены арифметической прогрессии.

Количество слоев на паковке  $b$  определим по формуле

$$b = (D_{\max} - D_{\min}) / 2d \quad (8)$$

где  $D_{\max}$  – минимальный диаметр намотки, м,  
 $D_{\min}$  – максимальный диаметр намотки, м.

Для нахождения длины нити на паковке  $L$  воспользуемся формулой суммы членов геометрической прогрессии [2]

$$S_b = \frac{2a_1 + q(b-1)}{2} b = \frac{2\pi \cdot n(D + d) + 2\pi \cdot d \cdot n \cdot (b-1)}{2} b = \pi \cdot b \cdot n \cdot (D + d \cdot b) = L \quad (9)$$

где  $S_b$  – сумма членов прогрессии с1 по  $b$ .

При намотке по методу, приведенному на рисунке 1 б, в формулу (9) необходимо подставить вместо  $q = \pi nd\sqrt{3}$ , а  $b$  определим по формуле

$$b = (D_{\max} - D_{\min}) / d\sqrt{3} \quad (10)$$

Подставляя выражения для  $q$  и  $b$  в выражение 9 получим

$$S_b = \frac{2a_1 + q(b-1)}{2} b = \frac{2\pi \cdot n(D+d) + \pi \cdot d \cdot n\sqrt{3} \cdot (b-1)}{2} b = \pi \cdot b \cdot n \cdot \left( D + d + \frac{d\sqrt{3}}{2} \cdot (b-1) \right) = L \quad (11)$$

При намотке по методу, приведенному на рисунке 1в, число нитей в четном и нечетном слоях разное, поэтому длина нитей на паковке будет состоять из длины четных и нечетных рядов. Длина нити нечетных рядов будет рассчитываться по формулам

$$a_1 = \pi(D+d) \cdot n \quad (12)$$

$$a_2 = a_1 + 2\pi \cdot d\sqrt{3} \cdot n \quad (13)$$

$$a_2 = a_1 + q \quad (14)$$

$$b = (D_{\max} - D_{\min}) / 2d\sqrt{3} \quad (15)$$

где  $q = 2\pi \cdot d\sqrt{3} \cdot n$  – разность арифметической прогрессии,  
 $a_1, a_2$  – члены арифметической прогрессии,  
 $b$  – число нечетных рядов.

$$S_b = \frac{2a_1 + q(b-1)}{2} b = \frac{2\pi \cdot n(D+d) + 2\pi \cdot d \cdot n\sqrt{3} \cdot (b-1)}{2} b = \pi \cdot b \cdot n \cdot (D + d + d\sqrt{3} \cdot (b-1)) = L \quad (16)$$

Длина нити при четных рядах будет рассчитываться по формулам

$$a_1 = \pi(D + d + d\sqrt{3}) \cdot n' \quad (17)$$

$$a_2 = a_1 + 2\pi \cdot d\sqrt{3} \cdot n' \quad (18)$$

$$a_2 = a_1 + q \quad (19)$$

$$b = (D_{\max} - D_{\min}) / 2d\sqrt{3} \quad (20)$$

где  $q = 2\pi \cdot d\sqrt{3} \cdot n'$  – разность арифметической прогрессии,  
 $n'$  – число витков в четном слое,  
 $a_1, a_2$  – члены арифметической прогрессии,  
 $b$  – число нечетных рядов.

$$S_b = \frac{2a_1 + q(b-1)}{2} b = \frac{2\pi \cdot n' \cdot (D + d + d\sqrt{3}) + 2\pi \cdot d \cdot n' \cdot \sqrt{3} \cdot (b-1)}{2} b = \pi \cdot b \cdot n' \cdot (D + d + b \cdot d\sqrt{3}) = L' \quad (21)$$

Длину нити на катушке определим по формуле

$$L_{\text{общ}} = L + L' \quad (22)$$

где  $L$  – длина нити в четном слое,  
 $L'$  – длина нити в нечетном слое.

Предлагаемый метод подходит только для жестких нитей и позволяет определить длину нити на паковке, не прибегая к измерению плотности намотки, что позволяет использовать её при проектировании нового оборудования на стадии эскизного проекта. Расчет производится на основании конструктивных размеров паковок и диаметра нити, указываемых в рекламных проспектах.

#### Список использованных источников

1. Основы проектирования ткацких производств: Учебное пособие./ Ю.Ф. Ерохин, В.А. Сеницын, Г.В. Васильева, В.Н. Гарелин, В.Л. Маховер, Ю.К. Коллеров, Е.П. Корягин, Г.И. Муратова, Н.М. Сокерин, Т.И. Шейнова., А.В. Булыгин -Иваново: ИГТА, 2002. – 88 с.
2. Элементарная математика / М.И. Сканиви, В.В. Зайцев, В.В. Рыжков. 2-е изд., перераб. и доп., М.: 1974г. – 592 с.