

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОСЛЕДНИХ

А.Д. ДАМИНОВ, Х.А. АЛИМОВА, Р.З. БУРНАШЕВ, Б.Х. БАЙМУРАТОВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Теоретически пряжу и текстильные нити можно считать имеющими бесконечную длину, хотя в значительной степени они сформированы из гораздо более коротких элементов, в частности, из штапельных волокон.

Рассмотрим такой объект. Пусть полуфабрикат пряжи – мычка выпускается вытяжной парой и представляет собой плоскую систему из в значительной степени параллелизованных волокон.

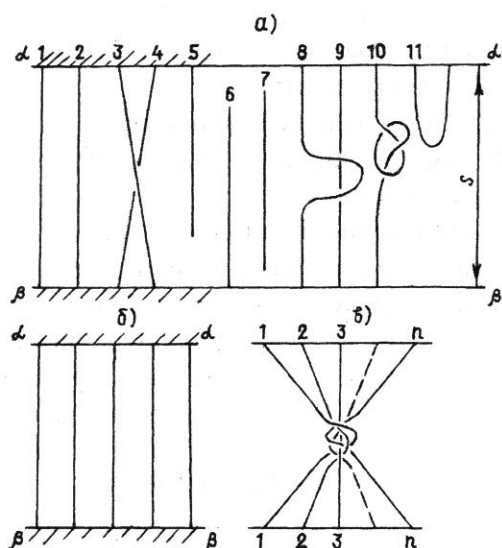


Рис. 1

На некотором расстоянии S (об этом речь пойдет ниже) между сечениями α - α и β - β рассмотрим указанную мычку (рис.1-а). Здесь присутствуют параллельные волокна, зажатые в указанных сечениях (1 и 2). Возможно пересечение волокон друг с другом (3 и 4), причем волокно 3 переходит 4, а волокно 4 проходит волокно 3 (проход, переход). В последнем случае можно говорить об искажении параллельности.

Имеются свободные концы задние (5) и передние (6), а также свободные волокна 7, не попавшие в сечение, так называемые

плавающие. Возможно пересечение волокон 8 и 9 (так называемые зацепления), которые можно устранить, не освобождая концы топологической линии (их можно развести). Возможны и узлы 10, которые можно разобрать, только пропустив свободный конец нити через него. Возможны петли 11 и другие варианты взаиморасположения волокон.

Все варианты волокон 3...11 нарушают порядок в косе.

Следовательно, степень упорядоченности косы можно определить соотношением всех типов указанных волокон, причем, очевидно, что чем больше волокон типа 1 и 2, тем коса более упорядочена. Наибольший вред порядку косы наносят узлы, зацепления, петли, а также плавающие волокна и концы волокон, хотя отношение к ним не однозначное – все зависит от того, какую систему мы предполагаем иметь.

Теперь рассмотрим величину S . Для моноволокон очень большой длины величина S принципиального значения не имеет. Однако в штапельных волокнах чем меньше величина S , тем больше параллельных волокон. Для пряжи из штапельного волокна, когда S будет больше длины волокна, косы по сути существовать не будет.

Технологически проблема борьбы с этим явлением решена – крутка пряжи сближает волокна друг с другом и включает в действие фрикционные и другие связи. А шаг одного витка кручений пряжи или нити объективно характеризует величину S . Чем короче волокна, тем больше нужно скручивать косу. С этой точки зрения целесообразно рассмотреть так называемую чистую или крашеную косу (рис. 1-б), где все топологические линии (волокна) параллельны.

Это предел упорядоченности структуры пряжи, который может быть достигнут для искусственных волокон, и в некоторой степени для волокон натурального шелка с учетом того, что шелковые волокна имеют длину до 1,5 км. Эти же нити благодаря упорядоченности дают самые прочные структуры, но в таком виде они являются не работоспособными, так как каждая топологическая линия независима друг от друга, и нет объективных сил, формирующих единую нить.

С помощью технологии этот вопрос решен следующим образом – одно из сечений, например, β - β (рис. 1-в), поворачивается на 360° . При этом, если мы имеем n волокон, общее число пересечений в косе составит

$$N = 2C_n^2 = 2 \frac{n(n-1)}{2!} = n(n-1).$$

Эти пересечения носят уже случайный характер: они распределены по витку и волокна прилегают друг к другу по образующим.

Хотя здесь есть один существенный недостаток: крайние волокна 1, 2, ..., $n-1$, n оказываются на периферии жгута – с точки зрения топологии это не имеет значения, но в реальной нити происходят перенапряжение волокон и их значительные деформации, что вызывает нерациональное использование пряжи. В связи с этим нити делают многокруточными.

В [2] предложена методика оценки степени упорядоченности волокон в косе, хотя она носит больше качественный характер и дает оценку различных способов прядения.

Отметим очевидное: коса будет тем более упорядочена, чем больше будет длина волокна и чем более организован данный технологический процесс. У чистой крученной косы диаметр будет меньше и по мере потери порядка в косе диаметр ее будет возрастать.

Материаловеды знают, что кардная хлопковая пряжа одной и той же линейной плотности имеет диаметр на 20 % больше, чем гребенная, а аппаратная пряжа примерно на такую же величину больше кардной. Диаметр пряжи зависит и от того, каким способом она получена: при кольце-

вом прядении она меньше, чем при пневмомеханическом.

Такая вариация сечения пряжи обуславливает и вариацию плотности волокна в ней, что в дальнейшем скажется на характере тканей и трикотажа: их толщине и внутреннем напряжении.

С топологической точки зрения ткани и трикотаж – узлы, но с точки зрения теории узлов наибольший порядок заузленности имеет ткань – ее можно разобрать только выводом из системы конца каждой конкретной нити.

Трикотажное изделие – это чаще всего зацепление, заузленное в завершающей стадии выработки изделия, и если распустить последний узел, то трикотаж можно распустить без освобождения конца нити.

Но и здесь важен один существенный аспект – ткань это система кос (основа), переплетенное с одной нитью (челночное ткачество), или с другими косами (бесчелночное ткачество).

Топология индексацией проходов и переходов позволяет компактно кодировать любой из способов переплетения, включая и жаккардовое, а также дать оценку прочности полученной структуры

Для ткани важно одно существенное обстоятельство. Пусть мы имеем N нитей основы. И для M уточин легко закодировать [3] ткацкое полотно с числом шагов ($N \times M$), что позволит избежать громоздких карт и других способов механического программирования в ткачестве.

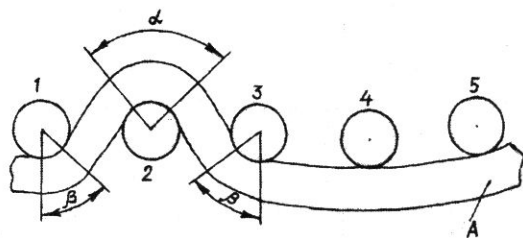


Рис. 2

Остановимся на проблеме характера чередования проходов и переходов основы и утка. Для нитей А (рис. 2) возможны различные варианты взаимодействия с косой, имеющей элементы 1...5. Она проходит под нитями 1, 3, 4, 5 и переходит нить 2. Наименее напряженными оказываются

взаимодействия этой нити с нитями 4 и 5, а наиболее – с нитью 2. Промежуточное значение у нитей 1 и 3.

Энергетика формирования этого элемента ткани в основном обуславливается взаимодействием с нитью 2, угол охвата которой α , и в меньшей степени – с нитями 1 и 3, угол охвата которых β , причем $\beta < \alpha$. Взаимодействия же с нитями 4 и 5 минимальны, носят почти точечный характер и, как показывают исследования, участок нити под ними представляет цепную линию. Вследствие этого характеризовать ткань надо не только величиной ($N \times M$), но и числом взаимодействий указанных типов.

Прочность строения тканой структуры зависит от соотношения типов точек пересечения топологических линий основы и утка указанных трех типов. Чем больше точек из общего количества первого типа, тем тканая структура более прочная (топологически), хотя указанная прочность зависит и от плотности по основе и утку, и от диаметра нитей, выраженных в ткачестве величиной заполнения.

Компьютерная программа всегда может оценить эти характеристики как на всем множестве ($N \times M$), так и на единице площади, или в раппорте рисунка – по утку и основе.

Особый интерес представляет взаимодействие уточины с крайней кромочной нитью основы, охват которой может составлять от 180° (270°) до 360° . В связи с этим в ткачестве всегда особое внимание уделяется кромочным нитям как по прочности, так и по линейной плотности.

Известно, что волокнистая масса пряжи деформируется по сложному закону и нить выступает как объект с переменным модулем упругости, возрастающим с увеличением деформации. Так, связь давления на волокнистую массу и ее плотности в этой

точке описывается следующим соотношением:

$$P = m\gamma^n,$$

где m, n – постоянные; при этом $n \approx 2,5 \dots 3,5$; давление в точке 2, а следовательно, и плотность нитей в точке контакта максимальные.

Последнее не может не влиять на специфические свойства тканей: ее напряженность, плотность, толщину, электропроводность.

При изучении электропроводности тканей, в состав которых входят токопроводящие волокна, этот факт был подтвержден. Также было показано, что чем длиннее волокно, тем меньше его электрическое сопротивление; чем напряженнее ткань и выше степень контактных деформаций нитей, тем выше ее электропроводность.

Безусловно, этот показатель зависит и от структуры переплетения, плотности по утку и основе, а также от способа производства пряжи. Если необходимо более низкое сопротивление, желательно иметь гребенную технологию, и наоборот: при меньшем сопротивлении лучше аппаратная нить пневмомеханического прядения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическая энциклопедия в 5 томах. Т.5. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1985.
2. Алимova X A., Бурнашев P.З., Гафуров K.Г. Топология текстильных нитей различной структуры. – ТИТЛП. Ташкент, 2000.
3. Милашюс В.М., Реклайтис В.К. Кодирование ткацких переплетений. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

Рекомендована кафедрой технологии и дизайна ткани. Поступила 05.01.03.