

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПАКОВОК
СОМКНУТОЙ КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ**

**THE ANALYSIS OF TENSION OF TEXTILE PACKAGES
OF CLOSED CROSS WINDING**

А.Г. БЕЗДЕНЕЖНЫХ, Е.А. БОРИСОВА
A.G. BEZDENEZHNYH, E.A. BORISOVA

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: master@kstu.edu.ru

Предложена линейная регрессионная модель напряженного состояния текстильной паковки сомкнутой крестовой намотки, позволяющая подобрать для конкретного технологического процесса рациональную структуру паковки заданной плотности.

The linear regression model of tension of textile packages of closed cross twisting, helping to choose a rational structure of a package of the set density for a concrete technological process is offered herein.

Ключевые слова: структура паковки сомкнутой крестовой намотки, параметры намотки, плотность слоя текстильной нити, линейная регрессионная модель напряженного состояния текстильной паковки.

Keywords: a package structure of the closed cross winding, winding parameters, density of a textile thread layer, linear regression model of tension of a textile package.

Анализ параметров структуры паковки сомкнутой крестовой намотки, полученной прецизионным способом наматывания, является необходимым этапом определения рациональной структуры паковки для конкретного технологического перехода получения текстильного продукта. Отсутствие математических моделей паковок сомкнутой крестовой намотки делает невозможным прогнозирование напряженно-

го состояния текстильной паковки. Достаточно часто простым выходом из ситуации является использование регрессионных закономерностей, получаемых в ходе эксперимента.

Параметры напряженного состояния паковки (плотность слоев тела намотки, послойное распределение давления, давление на основание паковки, структура паковки, натяжение в слоях) тесно связаны

между собой. Обобщающей характеристикой напряженного состояния паковки принято считать плотность намотки текстильного материала, потому что "...плотность намотки в известной степени отражает свойства наматываемого материала, условия процесса наматывания и производственное назначение паковки, а также находится в тесной связи с натяжением в витках намотки и давлением между ними" [1]. На плотность намотки оказывают влияние натяжение нити при ее наматывании, структура намотки, упругие свойства тела намотки и т.д. Они находятся в тесном взаимодействии между собой и параметрами напряженного состояния паковки (например, давления между слоями), поэтому моделирование процесса формирования паковки на основе только экспериментальных данных становится проблематичным. Напряженное состояние паковки должно учитывать изменения намоточного натяжения, усилия прижима тела вращения к укатывающему валу, структуры паковки, упругих характеристик в функции межслойных давлений, релаксационных явлений. При изучении напряженного состояния паковки необходимо также учитывать зависимости между таким параметром, как давление на слой и деформацией сжатия слоя для определения его упругих характеристик.

Паковки сомкнутой крестовой намотки имеют неизменную структуру по мере роста диаметра тела намотки. Постоянство параметров структуры паковки (угол подъема витков α , конечный шаг витка нити h в слое) открывает возможность более точно оценить напряженное состояние паковки. Существенное влияние на напряженное состояние тела намотки оказывает текущее давление p . Управляемость и однозначность (независимость) этих величин позволяет рассматривать их в качестве факторов для проведения полного факторного эксперимента с целью получения математической модели напряженного состояния паковки (плотность слоя намотки ρ). В применяемой модели давление обусловлено силой сжатия слоя, поэтому натяжение ни-

тей в пакете слабо влияет на данные эксперимента.

Изучив результаты экспериментов ученых-исследователей в определении модуля упругости и плотности слоя и инструменты, с помощью которых исследования были проведены [2...4], остановимся на проведении простого в реализации метода и применении несложного в обращении инструмента [4]. В качестве инструмента выступает прибор, состоящий из матрицы 1, пуансона, двух индикаторов 2, пуансона 3 и рычажно-нагрузочной системы с набором гирь (рис. 1). Отличие от метода Волкова А.М. заключается в том, что в качестве пакета исследуемого образца слоя нити используется участок поверхности паковки, вырезанный вдоль образующей тела намотки и соответствующий площади матрицы прибора.

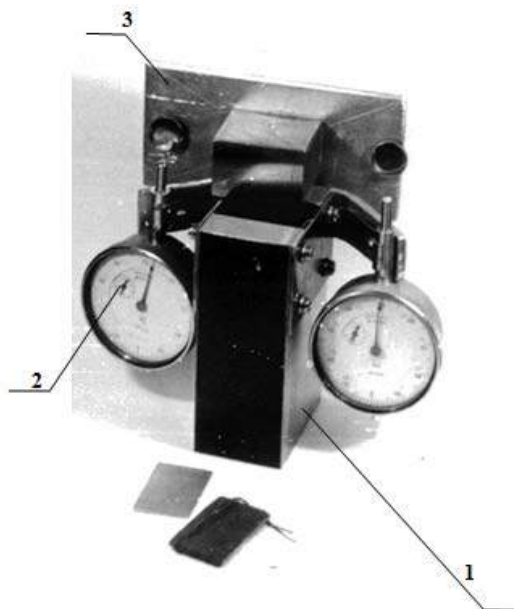


Рис. 1

При этом в пакете для эксперимента полностью сохраняется присущая намотанной паковке структура намотки слоя (угол подъема нити, шаг витков и т.д.). Необходимо найти функцию, определяющую связь между плотностью паковки и факторами, влияющими на протекание технологического процесса. На искомую функцию оказывают влияние и другие факторы (прижимное усилие валика, натя-

жение нити и т.д.). Поэтому в модель вводим поправку на неучтенные факторы. Задача исследования сводится к составлению интерполяционной формулы, которая была бы адекватна истинной зависимости или была возможно ближе к ней с определенной точностью:

$$y = \varphi(X_1, X_2, X_3) + e, \quad (1)$$

где y – величина параметра оптимизации; X_1, X_2, X_3 – важнейшие из факторов, влияние которых учитывается в модели; e – поправка на влияние неучтенных факторов, вызывающих отклонение величины параметра оптимизации от ее истинного значения.

Большинство процессов характеризуется непрерывностью, поэтому функцию отклика можно аппроксимировать полиномом:

$$f = a_0 + \sum_1^k a_i x_i + \sum_{i < j}^k a_{ij} x_i x_j + \sum_1^k a_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (2)$$

где f – экспериментальное значение параметра оптимизации; a_0, a_i, a_{ij}, a_{ii} – коэффициенты регрессии.

Исследовались образцы, сформированные из хлопчатобумажных крученых ниток 30 текс и армированных ниток (хлопок с лавсаном) 50 текс. Давление на образец изменялось от 0 до 0,47 МПа, угол подъема витка выбирался от 10 до 16°, конечный шаг витка в слое от 0,15 до 0,94 мм.

В результате проверки значимости коэффициентов уравнения и отсева незначимых коэффициентов регрессии была получена регрессионная модель:

для хлопчатобумажных крученых ниток

$$\rho = 0,46 + 0,675p - 0,785\alpha - 0,003h, \quad (3)$$

для армированных ниток

$$\rho = 0,68 + 0,739p - 0,781\alpha - 0,005h, \quad (4)$$

где ρ – плотность образца, г/см³; p – текущее давление, МПа; α – угол подъема витка, рад; h – конечный шаг витка в слое, мм.

Очевидно, что плотность слоя является величиной переменной и растет с увеличением давления в рассматриваемом диапазоне. На значение напряженного состояния паковки оказывают также влияние параметры структуры намотки паковки: угла подъема витка и конечного шага витка в слое. Из анализа полученной модели видно, что с уменьшением угла подъема витка и уменьшением конечного шага витка в слое значение плотности слоя нити будет возрастать.

ВЫВОДЫ

1. Проанализированы взаимосвязи параметров паковки сомкнутой крестовой намотки с напряженным состоянием тела намотки при перематывании текстильной нити.

2. Получена линейная регрессионная модель напряженного состояния текстильной паковки сомкнутой крестовой намотки, позволяющая подобрать для конкретного технологического процесса рациональную структуру паковки заданной плотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров С.А., Кленов В.Б. Формирование ткацких паковок. – М.: Легкая индустрия, 1976.
2. Степанов В.А. Теоретическое и экспериментальное исследование формирования текстильных паковок и разработка методов их расчета: Дис.... докт. техн. наук. – Кострома, 1978.
3. Степанов В.А., Носков М.П., Гуревич Т.М., Кузнецов Г.К. Экспериментальное исследование распределения плотности намотки текстильных паковок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, №3.
4. Волков А.М. Метод расчета и проектирования режимов наматывания текстильных паковок крестовой намотки: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии художественной обработки материалов и технического сервиса. Поступила 03.06.11.