

УДК 677.075

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ НИТИ
В ПЕТЛЕ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА**

**NONDESTRUCTIVE METHOD OF DETERMINATION
OF THREAD LENGTH IN A STOCKINET LOOP**

И.В. ЗЕМЛЯКОВА, Л.А. КАМИНСКАЯ
I.V. ZEMLYAKOVA, L.A. KAMINSKAYA

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

Предложена геометрическая модель петли льняного трикотажа, в которой ось нити петли описывается интерполяционным полиномом. Длина нити находится как сумма длин дуг кубического сплайна по пяти группам точек петли. Разработанная плоская геометрическая модель петли льняного трикотажа позволяет неразрушающим методом определить длину нити в любой петле, найти среднюю длину нити в петле для рассматриваемого образца трикотажного полотна, оценить неравномерность длин нитей в петлях на различных участках образца.

The geometrical model of a stockinet loop, where the loop thread axis is described by interpolation polynomial, has been offered. The thread length is the sum of the lengths of cubic spline arcs on five groups of loops. The developed planar geometric model of a stockinet loop allows to find thread length of any loop by nondestructive method, to find average thread length of a loop for the concerned stockinet sample and to evaluate unevenness of threads' length in loops on different parts of a sample.

Ключевые слова: льносодержащие трикотажные полотна, геометрическая модель, проектирование, интерполяционный полином, кубический сплайн, длина нити в петле.

Keywords: flax containing stockinet, a geometric model, designing, interpolation polynomial, cubic spline, thread length in a loop.

Производству трикотажного полотна предшествует процесс проектирования как для ручных, так и для автоматических вя-

зальных машин. Существующие в настоящее время методы определения длины нити в петле трикотажа связаны с роспуском

образца, что не позволяет непрерывно контролировать свойства изделий в процессе производства. Неразрушающие методы определения длины нити в петле трикотажа в процессе проектирования и производства позволяют повысить производительность труда и улучшить качество продукции.

В связи с этим необходимо разработать геометрическую модель льняного трикотажного полотна, которая даст возможность изучать свойства трикотажа и, в частности, найти длину нити в петле неразрушающим методом.

Был проведен анализ существующих геометрических моделей переплетения гладь. В модели, предложенной А.С. Далидовичем, входными данными являются петельный шаг, высота петельного ряда, ширина остова петли, высота петли и диаметр нити. В данной модели петельные и игольные дуги в петельной структуре трикотажа представлены полуокружностями одного радиуса, что не соответствует внешнему виду большинства петель в льняном трикотажном полотне. Входными данными в модели, предложенной И. Чемберленом, является диаметр нити, однако эта модель описывает только максимально плотный трикотаж. В модели Г. Лифа и А. Глазкина и в модели В. Корлинского длина нити в петле вычисляется через параметры, которые практически не применяются при проектировании трикотажного полотна.

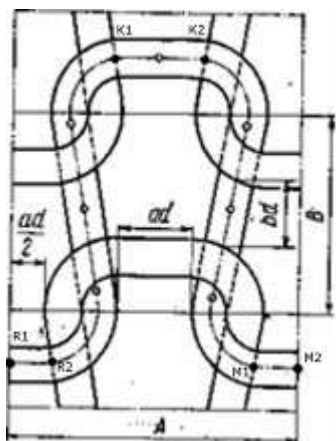


Рис. 1

Наиболее подходящей для описания льняного трикотажа является геометрическая модель переплетения гладь, предложенная Пирсом. Однако в этой модели допущением является выбор прямых $K1K2$, $R1R2$, $M1M2$ в качестве составляющих частей петельных и игольных дуг (рис. 1 – геометрическая модель переплетения гладь Пирса) [1].

В модели геометрического подобия структуры трикотажа переплетения гладь, предложенной в [2], петля рассматривается как симметричная относительно вертикальной оси, осевая линия изогнутой нити половины петли аппроксимируется одним кубическим многочленом по четырем точкам, выбор которых обоснован.

Для описания льняных трикотажных полотен любого кулирного переплетения предлагается плоская геометрическая модель петли трикотажа, в которой ось нити описывается интерполяционным полиномом.

На цифровом изображении трикотажного полотна в свободном состоянии выбирается петля, отмечаются точки ее начала (точка А) и конца (точка В). Вводится декартова прямоугольная система координат с ценой деления 0,1 мм, центр координат которой совпадает с начальной точкой петли, а ось ординат параллельна вертикальной оси петли (рис. 2 – основные точки петли и оси координат).

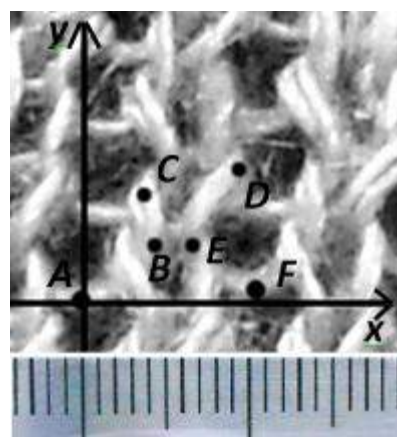


Рис. 2

Чтобы определить длину нити в этой петле, необходимо найти аналитическое выражение для функции, графиком кото-

рой будет кривая, повторяющая поведение осевой линии нити петли.

В качестве основных точек осевой линии нити петли необходимо в первую очередь выделить точки В, С, D, Е – локальные экстремумы при инверсии введенных координатных осей (рис. 2).

По совокупности отмеченных точек необходимо построить гладкую кривую. Для нахождения многозначной функции используется кусочно-полиномиальная интерполяция, то есть на каждом из участков АВ, ВС, CD, DE и EF находится своя интерполирующая кривая. Чтобы минимизировать колебательное поведение этих кривых, используется сплайн, обладающий подобным свойством.

Поскольку среди всех дважды дифференцируемых, непрерывных на отрезке функций $f(x)$, интерполирующих заданную совокупность точек, кубический сплайн меньше всего осциллирует, то на каждом из рассматриваемых участков петли интерполирующей функцией будет кубический сплайн [3]. Число точек, по которым однозначно строится кубическая интерполирующая функция, равно четырем. Поэтому на каждом из участков АВ, ВС, CD, DE и EF на цифровом изображении отмечаются еще по две точки, лежащие на петле. На участке CD можно отметить наиболее удаленную в вертикальном направлении точку (максимум в введенной системе координат) и любую другую точку (рис. 3 – шестнадцать узлов интерполяции).

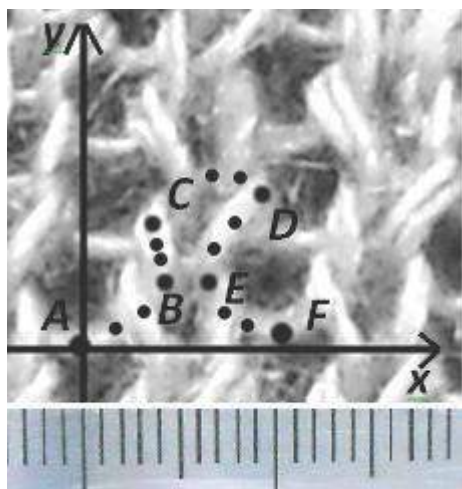


Рис. 3

Таким образом, общее число отмеченных точек петли равно 16. Из абсцисс и ординат всех точек формируются одномерные массивы $X=(x_0, x_1..x_{15})$, $Y=(y_0, y_1..y_{15})$ и заносятся в рабочий документ программы MathCAD. Абсциссы точек каждого из участков АВ, ВС, CD, DE и EF удовлетворяют условию: $x_0 < x_1 < .. < x_4$. На каждом отрезке $[x_{i-1}; x_i]$, $i=1..4$, строится кубический сплайн $f_i(x)=a_i+b_ix+c_ix^2+d_ix^3$, где a_i, b_i, c_i, d_i – коэффициенты интерполирующей функции, $i=1..4$.

Однако следует отметить, что вторые производные (а следовательно, и кривизна) найденных кубических кусочно-полиномиальных функций могут быть разрывны в некоторых узлах интерполяции, а именно в точках В, С, D, Е.

Длина нити в петле находится как сумма длин кривых АВ, ВС, CD, DE и EF:

$$l=l_1+l_2+l_3+l_4+l_5,$$

где $l_k = \int_{a_k}^{b_k} \sqrt{1 + (f'_k(x))^2} dx$ – длина дуги на отрезке $[a_k; b_k]$, a_k и b_k – абсциссы первой и четвертой точек k -ого участка петли, где $k=1..5$.

Аналогично можно рассчитать длину нити в других петлях того же образца трикотажного полотна и найти среднюю длину нити в петле для рассматриваемого образца трикотажного полотна, а также оценить неравномерность длин нитей в петлях на различных участках образца.

Модель была апробирована на образце льняного трикотажного полотна переплетения гладь со следующими параметрами: петельный шаг 2,1 мм; высота петельного ряда 1,5 мм; условный диаметр нити 0,34 мм (три нити с линейной плотностью 46 текс). Для трикотажного полотна с такими характеристиками структуры длина нити в петле, найденная в результате роспуска образца, равна 7,3 мм. По предлагаемой геометрической модели нити трикотажа были найдены длины нитей в пяти различных петлях рассматриваемого образца, отобранных случайным образом, и получены результаты: 7,238 мм; 7,172 мм;

7,337 мм; 7,284 мм; 7,243 мм; среднее значение равно 7,255 мм.

Следует отметить, что на участках перекрытий фактическая длина нити незначительно отличается от длины нити, рассчитываемой по предлагаемой плоской модели петли, основанной на описании формы петли по фотографии образца полотна.

Предложенный в данной статье метод позволит определить длину нити в петле трикотажного полотна любого переплетения, в котором можно выделить начало и конец одиночной петли, в том числе и для ажурных переплетений.

ВЫВОДЫ

Разработана плоская геометрическая модель петли льняного трикотажа, позво-

ляющая неразрушающим методом определить длину нити в каждой петле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства: Основы теории вязания. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н. Сравнительный анализ расчета длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 4, 5. С.74...78.
3. Мэтьюз, Джон, Г., Финк, Куртис, Д. Численные методы. Использование MathLab. – 3-е изд. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 01.06.12.