

**ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТОВ УТОЧНОЙ ФАСОННОЙ НИТИ
ПО ПОВЕРХНОСТИ ТКАНИ**

И.В. ЗЕМЛЯКОВА

(Костромской государственной технологической университет)

В текстильной промышленности известно много способов производства фасонных нитей, где применяется как постоянный, так и переменный шаг распределения эффектов на нити. В льняной промышленности в основном применяются фасонные нити с ровничными эффектами. Расстояние между эффектами на нити является основным фактором, влияющим на расположение фасонных эффектов по поверхности ткани. Неверно подобранный шаг эффектов на нити приводит к возможному появлению брака – так называемого “муара”.

Вопросам математического описания распределения эффектов по ткани посвящены несколько работ. Большинство разработанных моделей распределения эффектов по ткани были имитационными моделями. Аналитических моделей распределения эффектов по ткани в зависимости от закона их чередования на нити и параметров ткани мало и они созданы для частных случаев.

Для прогнозирования рисунка расположения эффектов по ткани имитационное моделирование целесообразно применять в случае, если

– не разработаны аналитические методы решения математической модели или они сложны и трудоемки;

– желательно наблюдение за процессом получения рисунка расположения фасонных эффектов на ткани, а натурный эксперимент невозможен.

В случае, если задача прогнозирования распределения эффектов по ткани может быть сведена к простой модели и решена

аналитически, то нет необходимости в имитации.

На начальном этапе создания модели распределения фасонных эффектов по ткани сделаем допущения:

– уточные нити в ткани располагаются по прямым линиям;

– расстояние между осями соседних уточных нитей равны.

Эти допущения оправданы, так как изменение рисунка вследствие изгиба уточных нитей приводит к пропорциональному сжатию рисунка, не искажает его общий характер и будет учтено в дальнейшем.

Различия расстояний между осями уточных нитей малы по сравнению с другими размерами и не вносят существенных изменений в рисунок.

Введем обозначения: a – шаг эффектов нити, то есть расстояние между серединами соседних эффектов, мм; P_y – технологическая плотность ткани по утку, нитей/100 мм; b – длина уточной нити, зарабатываемой в ткань, мм; B_6 – ширина проборки по берду, мм; b_k – ширина кромок, мм.

Тогда

$$b = B_6 + 2b_k .$$

В общем случае a и b – действительные числа.

Утверждение, что эффекты отстоят друг от друга на расстоянии, выражающееся иррациональным числом миллиметров, фактически не имеет смысла. Это означает, что отношение a/b можно рассматривать как рациональную дробь и она может быть приведена к виду

$$a/b = n_1/n_2,$$

где n_1 и n_2 – взаимно простые натуральные числа.

Отсюда следует, что n_1 уточная нить содержит n_2 отрезка длиной a , то есть цикл составляет n_1 уточную фасонную нить.

Рисунок расположения эффектов по ткани зависит, прежде всего, от отношения a/b , поэтому модель будем строить на базе теории чисел. Процесс заполнения поверхности ткани эффектами опишем, используя алгоритм Евклида [1]:

$$a/b = m_1 + r_1/b \text{ или } a = m_1b + r_1, \quad (1)$$

$$b/r_1 = m_2 + r_2/r_1, \quad b = m_2r_1 + r_2, \quad (2)$$

$$r_1/r_2 = m_3 + r_3/r_2 \quad r_1 = m_3r_2 + r_3, \quad (3)$$

.....

$$r_{k-2}/r_{k-1} = m_k + r_k/r_{k-1} \quad r_{k-2} = m_k r_{k-1} + r_k,$$

$$r_{k-1}/r_k = m_{k+1} \quad r_{k-1} = m_{k+1} r_k,$$

где m_1, m_2, \dots, m_{k+1} – целые части; r_1, r_2, \dots, r_k – остатки от деления соответствующих чисел, причем m_2, \dots, m_{k+1} – натуральные числа; m_1 – натуральное число или нуль.

Введем прямоугольную систему координат следующим образом: ось абсцисс проведем через ось первой фасонной уточной нити, начало координат поместим в середину первого эффекта, зарабатываемого в правый конец первой уточной нити (рис. 1).

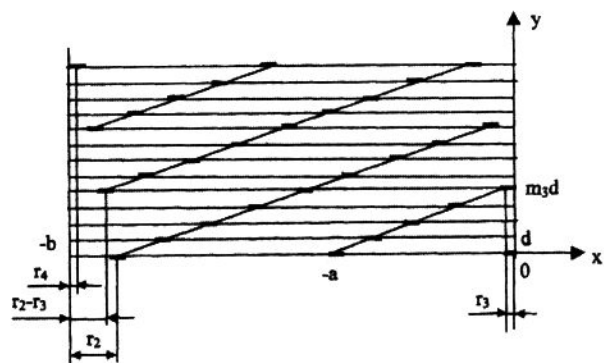


Рис. 1

Горизонтальными прямыми будем обозначать оси фасонных уточных нитей, расстояние между которыми

$$d = \frac{100}{P_y} (N_{6.3} + 1),$$

где $N_{6.3}$ – число гладких уточных нитей, расположенных между фасонными нитями.

Если шаг эффектов нити меньше длины уточной нити, зарабатываемой в ткань на станках типа СТБ, то есть $a < b$, то $m_1 = 0$ и из (1) следует, что $a = r_1$. Если $r_2 = 0$, то $b = m_2a$ и на ткани эффекты будут располагаться вдоль вертикальных прямых, число которых равно m_2 . Если $r_2 \neq 0$, то эффекты располагаются вдоль наклонных прямых.

Из (2) получаем, что на первой фасонной нити находится $(m_2 + 1)$ эффект, причем крайний левый на расстоянии r_2 от левого конца.

Из (3) и (2) получаем, что уточные фасонные нити с номерами $n = 2, \dots, m_3$ содержат по m_2 эффекта, сдвинутые относительно соответствующих эффектов предыдущей фасонной нити на r_2 единиц вправо. На $(m_3 + 1)$ -й фасонной нити располагаются $(m_2 + 1)$ эффектов, крайний левый на расстоянии $r_2 - r_3$ от левой кромки, крайний правый – на расстоянии r_3 от правой кромки.

Аналогично, в соответствии с алгоритмом Евклида, можно и далее описать процесс заполнения поверхности ткани эффектами. Поскольку a/b – рациональная дробь, то алгоритм Евклида конечен и заканчивается, когда получаем остаток, равный нулю. В нашем случае это означает, что завершился цикл распределения эффектов по ткани.

Для описания распределения эффектов по ткани введем два базисных вектора распределения:

$$\vec{a}_1 = -a\vec{i} + 0\vec{j} \quad \text{или} \quad \vec{a}_1 = (-a, 0),$$

$$\vec{a}_2 = r_2\vec{i} + d\vec{j} \quad \text{или} \quad \vec{a}_2 = (r_2, d).$$

Тогда середина каждого эффекта может быть найдена по формуле

$$\vec{c}_A,$$

где $\vec{c} = (c_1, c_2)$ – вектор-строка; c_1, c_2 – целые неотрицательные числа.

$A = \begin{pmatrix} -a & 0 \\ r_2 & d \end{pmatrix}$ – порождающая матрица,

составленная из координат базисных векторов распределения.

Действительно, $\vec{c}A = c_1\vec{a}_1 + c_2\vec{a}_2$.

При $c_2=0, c_1=0, \dots, m_2$ получим $\vec{c}A = (-c_1a, 0)$ – середины эффектов первой уточной нити.

При $c_2=1, c_1=1, \dots, m_2$ получим $\vec{c}A = (-c_1a + r_2, d)$ – середины эффектов второй фасонной уточной нити.

При $c_2=m_3, c_1=1, \dots, (m_2+1)$ получим $\vec{c}A = (-c_1a + m_3r_2, m_3d)$ – середины эффектов $(m_3 + 1)$ -й фасонной уточной нити и т.д.

Вследствие изгиба уточных нитей координату x середины эффекта следует умножить на $\frac{b_{\text{тк}}}{B_6}$, где $b_{\text{тк}}$ – ширина ткани, мм.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель распределения эффектов фасонной уточной нити по ткани в зависимости от шага эффектов на нити, длины уточной нити, зарбатываемой в ткань, ширины проборки по берду и ширины кромок, плотности ткани по утку, закона чередования фасонных и гладких нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виноградов И.М.* Основы теории чисел. – М.: Наука, 1981. С.19.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 10.12.04.