

УДК 677.074.027:621.793

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РАСПОЛОЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ  
НА ПОВЕРХНОСТИ ТКАНЕЙ**

*Т.А. ЧЕБУНЬКИНА, И.В. ЗЕМЛЯКОВА, В.А. ГУСЕВ, М.С. БУРОВ*

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

*Статья посвящена имитационному моделированию характера расположения металлических частиц на поверхности ткани. Новизна разработанной имитационной модели заключается в возможности исследования характера расположения металлических частиц при изменении условий напыления.*

*The article is devoted to the imitative modelling of the metallic particles arrangement character on a fabric surface. The novelty of the developed imitative model consists in the possibility of the research of the metallic particles arrangement character at the spraying conditions change.*

**Ключевые слова:** металлизация тканей, заключительная отделка, электродуговая металлизация, имитационное моделирование процесса металлизации, нанесение на ткань равномерного металлизированного слоя.

Одним из основных направлений развития текстильной промышленности России является расширение ассортимента текстильных материалов и улучшение их качества, а применение различных видов заключительной отделки тканей – один из способов достижения данной цели.

В настоящее время отмечается повышенный спрос на металлизированные текстильные материалы, которые обладают хорошими декоративными, теплоотражающими, экранирующими и радиомаскирующими свойствами. Существует большое число способов получения металлизированных текстильных изделий: использование в качестве металлизированных ни-

тей (алюнит, люрекс, ламе, метлон, металлик, фертекс, метанит); окрашивание тканей металлическими красками; химическая и вакуумная металлизация; напыление расплавленного металла потоком сжатого воздуха или другого газа.

На ткань обычно наносят покрытия из металлов невысокой тугоплавкости (олова, свинца, цинка и алюминия). Для напыления этих металлов хорошо подходят электродуговые металлизаторы. Они широко применяются в промышленности, но, несмотря на высокую производительность, для получения металлизированных тканей используются крайне редко.

Изменяя параметры металлизации и учитывая строение металловоздушного факела, на ткани можно получать различное расположение металлизированных полос, получая тем самым разнообразные варианты оформления тканей.

Желательно до выработки металлизированной ткани зрительно оценить характер расположения частиц на ткани и подобрать параметры процесса металлизации так, чтобы при заданном режиме получить металлизированную ткань с определенными заданными характеристиками. В связи с этим возникла необходимость построить имитационную модель, позволяющую осуществлять визуализацию различных рисунков расположения частиц на ткани в зависимости от параметров, характеризующих условия напыления покрытий.

Входными данными для модели являются параметры металлизации: производительность электродугового металлизатора, расстояние напыления, угол разлета частиц, скорость металлизатора, скорость продвижения ткани, диаметр и длина барабана. Выходные данные программного комплекса: графическое представление моделируемой ткани и расчет показателей, характеризующих результат процесса металлизации: число напыленных полос за минуту, сдвиг полосы, ширина полосы, угол наклона полос, масса металла, напыленного за один проход металлизатора.

Представленная модель распределения металлизированных полос на ткани дает общую картину расположения частиц по всей ширине ткани, и предусмотрена возможность просмотра результата моделирования на элементарном участке ткани в натуральную величину.

Рассмотрим один из способов нанесения металлического слоя на ткань, при котором ткань неподвижна, металлизатор перемещается вдоль поверхности ткани, на которой образуется металлический слой, ограниченный сверху цилиндрической поверхностью. Направляющей рассматриваемой цилиндрической поверхности является экспоненциальная кривая вида:

$$\left. \begin{aligned} z &= Ae^{r(y-y_0)^2} \\ x &= x_0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

С помощью параллельного переноса она приводится к виду:

$$\left. \begin{aligned} z &= Ae^{ry^2} \\ x &= x_0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

а образующие цилиндрической поверхности – прямые параллельные оси абсцисс (рис. 1 – цилиндрическая поверхность; образующие параллельны оси  $Ox$ ; направляющая – экспоненциальная кривая). Проекцией этой цилиндрической поверхности на плоскость  $Oxy$  будет полоса, ширина которой численно равна диаметру пятна напыления.

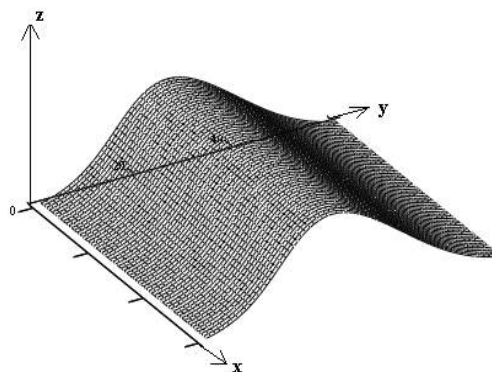


Рис. 1

На практике наиболее востребованы ткани с равномерным металлизированным покрытием, а плотность частиц по сечению металловоздушной струи неодинакова и ближе к периферии снижается. В связи с этим необходимо осуществить подачу ткани на величину  $s$  таким образом, чтобы перекрытие полос обеспечило получение на ткани равномерного металлического слоя.

Для определения величины сдвига, при котором на ткани образуется равномерный металлический слой, рассмотрена сумма  $n$  функций:

$$F(y) = Ae^{ry^2} + Ae^{r(y-s)^2} + Ae^{r(y-2s)^2} + \dots + Ae^{r(y-ns)^2}. \quad (3)$$

Число  $n$  зависит от ширины образца, а также от величины сдвига. Каждое слагаемое представляет собой функцию, заданную на отрезке, длина которого равна диаметру пятна напыления. Для получения на ткани равномерного слоя необходимо добиться того, чтобы значение функции  $F(y) \approx \text{const}$ , причем эта константа должна равняться требуемой толщине металлического слоя на ткани. Параметры  $A$  и  $r$  для каждого металлатора и режима напыления определяются экспериментально.

На рис. 2 приведено графическое изображение суммы экспоненциальных функций.

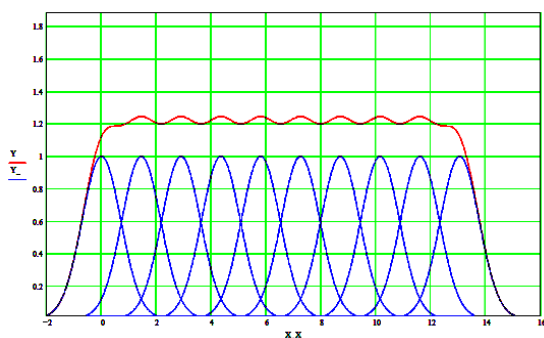


Рис. 2

Таким образом, для получения на ткани равномерного металлического слоя необходимо следующее.

1. Экспериментально определить значения параметров  $A$ ,  $m$  экспоненциальной

функции  $z = Ae^{ry^2}$ , ограничивающей сверху сечение металлического слоя вдоль нити основы.

2. С помощью компьютерной программы подобрать величину  $s$  таким образом, чтобы результат суммирования  $n$  экспоненциальных функций был максимально приближен к постоянной величине.

3. Визуально оценить характер расположения металлических частиц на ткани с помощью имитационной модели.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана программа, моделирующая распределение металлизированных полос по поверхности ткани вдоль всей ширины ткани и на элементе ткани в натуральную величину для различных параметров режима работы электрометаллизатора. Программа позволяет получить ряд показателей, характеризующих результат моделирования процесса электродуговой металлизации для заданного режима.

2. Предложена методика, позволяющая определить величину сдвига экспоненциальной функции так, чтобы при прочих равных условиях на ткань был нанесен равномерный металлический слой.

Рекомендована кафедрой высшей математики.  
Поступила 04.06.10.