

УДК 677.861.31

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЦВЕТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ НА ФЛОКИРОВАННЫХ УЗОРАХ

О.М. ИВАНОВ, М.В. КОЗЛОВА, Л.В. КОНЯЕВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Создание ворсовых узоров – одно из перспективных направлений технологии электрофлокирования [1], [2]. Используя ворс длиной 0,5...1,5 мм и различных цветов, можно получать многоцветные флокированные рисунки. В последние годы разработан новый способ получения многоцветных флокированных узоров на основе использования эффекта сепарации ворса в неоднородном электрическом поле [3...5].

Ворс разных цветов последовательно наносят из бункера 1, а для создания неоднородного электрического поля вводят промежуточный электрод 2 (рис. 1). Вид получаемых ворсовых рисунков определяется формой промежуточного электрода 2, его потенциалом и свойствами ворса 3.

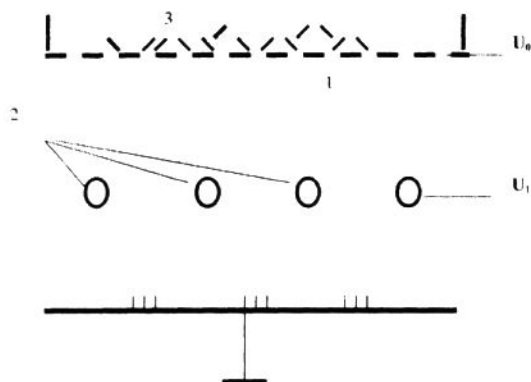


Рис. 1

На основе данного метода можно получать эффектные ворсовые узоры с плавными или резкими переходами цвета. Однако возникает задача объективной оценки

размера зоны перехода цвета и ее связи с параметрами процесса.

Зона перехода цвета зависит от плотности нанесения первого ворса и контрастности границы. Чем больше плотность нанесения первого ворса и четче граница, тем более резким будет переход. Это связано с тем, что при большой плотности почти невозможно проникновение второго ворса между ворсинками первого.

Существует величина предельной плотности ворса n_{\max} [1], [2], которая не зависит от времени флокирования и определяется технологическими параметрами процесса (напряжение, межэлектродное расстояние), геометрическими (длина ℓ и диаметр d) и электрофизическими параметрами ворса. Важность этого понятия в том, что предельная плотность ворса n_{\max} однозначно связана с его ориентацией на поверхности материала.

В [6] и [7] показано и подтверждено экспериментально, что распределение ворсинок по углам наклона к вертикали φ с высокой степенью точности подчиняется нормальному закону распределения с параметром распределения σ :

$$P(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \ell^{-\frac{\varphi^2}{2\sigma^2}}. \quad (1)$$

В [6] и [7] для этих условий также получена взаимосвязь параметра σ (в радианах) и максимальной плотности ворса n_{\max} ($1/\text{мм}^2$):

$$\sigma = \frac{\sqrt{2\pi}}{n_{\max} \ell d}. \quad (2)$$

Если плотность нанесения ворса $n < n_{\max}$, то между ворсинками остается свободная площадь, куда может внедриться другой ворс. Было показано [6], что при этих условиях отношение доли площади, перекрытой ворсинками, к площади основы равно отношению соответствующей плотности ворса к предельному значению плотности.

Тогда доля свободной площади, куда может внедряться второй ворс, равна:

$$\frac{\Delta s}{s_0} = 1 - \frac{n_1}{n_{1\max}}.$$

Если (после нанесения первого ворса с плотностью n_1) на оставшуюся незаполненную площадь нанести второй ворс, то его количество на единице площади с ранее нанесенным ворсом не может превышать значения

$$n_2 = \left(1 - \frac{n_1}{n_{1\max}}\right) n_{2\max}. \quad (3)$$

Это соотношение позволит оценить максимальную дополнительную плотность ворса.

Вследствие того, что часть площади занята первым ворсом, имеющим некоторое распределение $n_1(x, y)$, рост плотности вто-

рого ворса в зависимости от времени будет отличаться в разных точках (x, y) :

$$n_2(x, y, t) = \left(1 - \frac{n_1(x, y)}{n_{1\max}}\right) n_{2\max} (1 - e^{-kt}). \quad (4)$$

Распределение плотности первого ворса на плоскости для простого варианта – параллельных ворсовых полос – экспериментально было получено с помощью датчика, использующего метод оптического пропускания [6].

Вид распределения плотности ворса в направлении, перпендикулярном ворсовой полосе, можно приближенно описать функцией вида:

$$n(x) = \frac{C}{1 + e^{-k(x-a)}}. \quad (5)$$

Представленная зависимость включает параметры C , a и k , причем именно параметр k отвечает за скорость изменения функции.

Экспериментально измерить плотность ворса двух цветов, одновременно присутствующих на поверхности материала, весьма затруднительно. Однако если это ворсы разных цветов, то изменение плотности ворса соответствует изменению цвета на поверхности образца. Максимальная плотность и цвет одного ворса соответствуют минимальной плотности и цвету другого ворса.

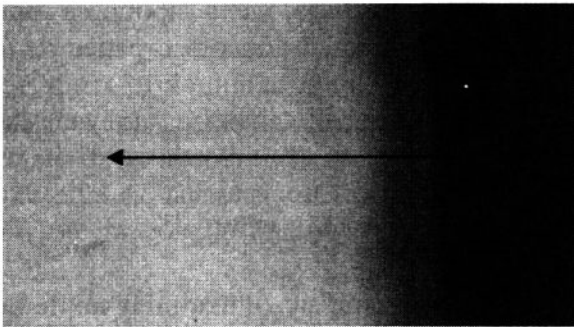


Рис. 2

Данное обстоятельство позволило создать метод анализа изменения цвета на по-

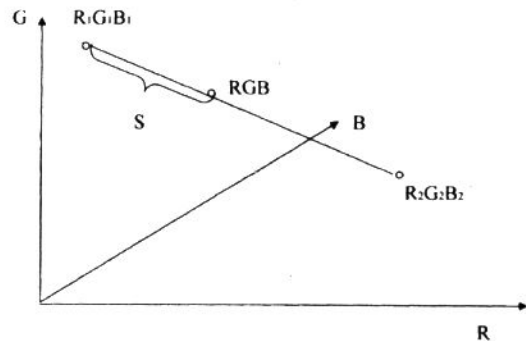


Рис. 3

верхности флокированного материала. Для этого флокированные образцы с парал-

лельными полосами разного цвета сканируют и обрабатывают с помощью программы "Adobe Photoshop". Выделяют участок и производят выравнивание цвета (рис. 2). Определяют составляющие цвета в "пространстве" RGB последовательно вдоль прямой, перпендикулярной полосам. Каждому из двух цветов в пространстве RGB соответствует своя точка – первому $R_1G_1B_1$, второму $R_2G_2B_2$ (рис. 3).

Переход от первого цвета ко второму соответствует перемещению от первой точки ко второй. При этом можно считать, что плотность ворса данного цвета (например, первого цвета) на образце пропорциональна расстоянию от исходной точки в пространстве RGB – $R_1G_1B_1$. По мере увеличения плотности ворса второго цвета координаты в пространстве RGB будут приближаться ко второй точке – $R_2G_2B_2$. Следовательно, график расстояния в пространстве RGB от исходной точки $R_1G_1B_1$ (или точки $R_2G_2B_2$) в зависимости от расположения этой точки на прямой, перпендикулярной полосам, будет соответствовать изменению плотности ворса вдоль этой прямой (рис. 3).

Расстояние произвольной точки с координатами RGB от исходной равно:

$$S = \sqrt{(R - R_1)^2 + (G - G_1)^2 + (B - B_1)^2}.$$

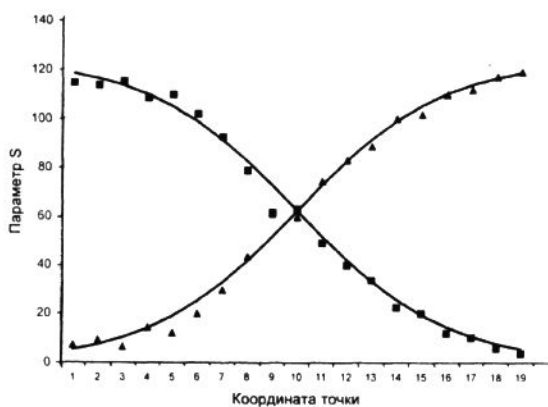


Рис. 4

Таким образом, можно построить график $S(x)$ для любой пары цветов ворса и условий перехода от одного цвета к другому. На рис. 4 этим значениям соответствуют точки. Представленные графики –

для образца, полученного при напряженности $E = 4$ кВ/см. Вид зависимости должен соответствовать функции (5).

Далее необходимо определить константы, входящие в выражение. Первые две константы определить легко из вида зависимости: C – значение асимптоты, к которой стремится величина S ; a – координата середины перехода от первого цвета ко второму. Трудности имеют место при определении коэффициента k , который в сущности определяет скорость изменения цвета. Его можно определить, преобразовав выражение (5) к линейному виду относительно x , причем в качестве функции $n(x)$ используют величину $S(x)$:

$$\ln \left[\frac{C}{S(x)} - 1 \right] = kx + b.$$

Используя экспериментальные данные $S_i(x_i)$, значение коэффициента k определить легко. Зная его величину, нетрудно построить и кривую перехода цветов – непрерывные кривые на рис. 4 и определить ширину зоны перехода цвета. Для этого необходимо принять, например, что шириной этой зоны Δx мы будем считать расстояние между значениями функции $S(x)$, равными 0,2 и 0,8 от \max .

Эту ширину можно определить расчетным путем:

$$\Delta x = 4 \ln 2 / k.$$

ВЫВОДЫ

1. Предложена модель процесса проникновения ворса в область с ранее нанесенным ворсом определенной плотности и разработан способ анализа получаемых образцов путем их сканирования, изучения с использованием программы "Adobe Photoshop" и последующей обработки результатов.

2. Предложена методика получения количественной характеристики, позволяющая объективно и достаточно точно оценивать скорость изменения цвета ворсового узора, что в дальнейшем даст возмож-

ность связать этот параметр с условиями нанесения и свойствами ворса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бершев Е.Н.* Электрофлокирование (нанесение ворса в электрических полях). – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Бершев Е.Н.* Физические основы технологии электрофлокирования. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984.
3. *Иванов О.М., Козлова М.В.* Модель поведения ворса при использовании эффекта сепарации в электрическом поле для получения флокированных рисунков // Межвуз. сб. научн. тр.: Современные технологии производства нетканых, пленочных материалов, кожи и меха. – С.-П. СПГУТД, 2000.
4. Патент №2172367 Россия. Способ получения

ворсовых рисунков / *Бершев Е.Н., Иванов О.М., Козлова М.В.* – Оpubл. 2001. Бюл. № 23.

5. *Козлова М.В.* Применение эффекта сепарации ворса в неоднородном электрическом поле для получения многоцветных ворсовых рисунков // Вестник молодых ученых №7: Технические науки № 1. – С.-П., 2002.

6. *Иванова С.Ю., Бершев Е.Н., Иванов О.М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1990, № 2. С.3...6.

7. *Бершев Е.Н., Иванов О.М., Редькин И.О.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 4. С.35...38.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов, кожи и меха. Поступила 29.12.03.