

УДК 677.024

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПЕНЫ ПРИ НАНЕСЕНИИ ЕЕ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В.А. ПЕРЕЖИЛИН, А.Б. КОЗЛОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

При использовании в текстильных производствах пенной технологии, например, нанесении на пряжу или ткани вспененной шлихты, красителей, аппретов и др., существенное значение имеет качество пены, то есть ее кратность и дисперсность, ста-

бильность, равномерное истекание, плотность и вязкость, стойкость к старению. Одним из контролируемых параметров пены на выходе пеногенератора и в зоне ее нанесения на текстильный материал является кратность пены $K_{\text{п}}$:

$$K_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{V_{\text{ж}}} = \frac{V_{\text{ж}} + V_{\text{в}}}{V_{\text{ж}}}, \quad (1)$$

где V_{Π} – объем пены; $V_{\text{ж}}$ – объем жидкости; $V_{\text{в}}$ – объем воздуха (или газа) в пене.

В табл. 1 приведены основные параметры пен, применяемых в красильно-отделочном производстве.

Т а б л и ц а 1

Технологический процесс	Средний диаметр пузырьков пены, мм	Кратность пены	Период полураспада пены, мин	Динамическая вязкость, Па·с
Подготовка	110...230	8...15	5...15	1,8...3,5
Крашение	90...140	5...18	10...25	2,6...4,3
Печатание	40...60	2...5	1200...1800	150...420
Отделка	80...150	12...40	5...45	0,8...7,3

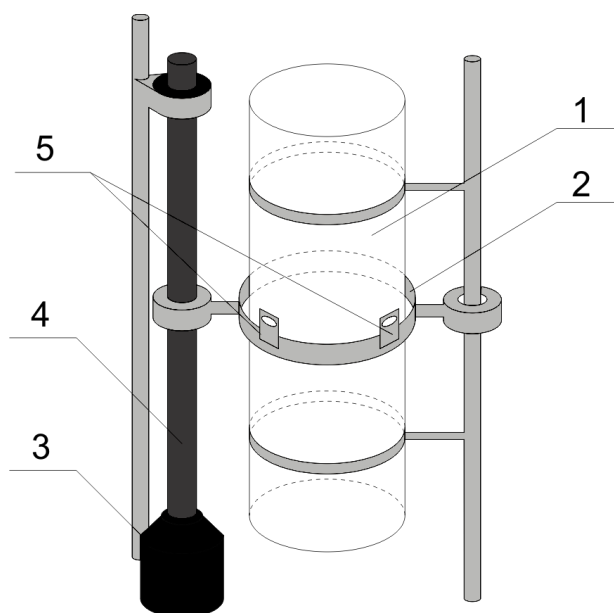


Рис. 1

Возможность определения кратности пены с использованием оптоэлектронных преобразователей была обсуждена в [1]. Для подтверждения теоретических предпосылок и получения конкретных данных и характеристик была выполнена экспериментальная установка (рис. 1), состоящая из стеклянной мерной емкости 1, закрепленной неподвижно; подвижного кольца 2, кинематически связанного с двигателем 3 его перемещения по высоте мерной емкости 1 посредством винтовой передачи 4; светодиода и фотодиода 5 (оптопары), размещенных на кольце 2 с возможностью их установки на определенном расстоянии друг от друга и под различным углом между их оптическими осями. В установке были использованы светодиод типа АЛ108

(АМ) с длиной волны инфракрасного излучения 0,845 мкм, шириной спектра излучения 0,05 мкм и видимым телесным углом 25 град, а также фотодиод типа ФД25Б с максимумом спектрального распределения фото-чувствительности в диапазоне длин волн 0,75...0,9 мкм. Питание светодиода осуществлялось импульсами тока частотой 1000 Гц с амплитудой порядка 3÷4 А и длительностью 0,05 мс. Для приготовления пены использовалась водорастворимая шликта СЕ (Size CE) на основе полиакрилата для шликтования основ из целлюлозы, ее смесей с полиэфиром, шерсти и ее смесей с полиэфиром, а также вискозы и акрилата.

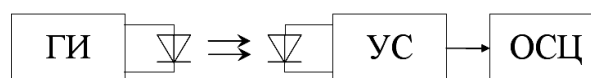


Рис. 2

Электронная часть экспериментальной установки, блок-схема которой представлена на рис. 2, содержала генератор импульсов ГИ, к выходу которого подключен светодиод СД, а также фотодиод ФД, подсоединенный посредством фотоусилителя УС ко входу осциллографа ОСЦ.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Предварительно подвижное кольцо 2 (рис. 1) устанавливалось в конечное верхнее или нижнее положение, а светодиод и фотодиод 5 фиксировались на определенном расстоянии друг к другу и на заданном угле между их оптическими осями. Пена для шликтова-

ния основы, получаемая с помощью пеногенератора [2], подавалась в мерную емкость 1, заполняя ее до фиксированного объема $V_{\text{п}}$. Имитируя движение пены, кольцо 2 с оптопарой 5 после включения двигателя 3 перемещалось вдоль мерной емкости 1. С помощью осциллографа ОСЦ (рис. 2) регистрировалась амплитуда импульсного сигнала с фотодиода ФД, то есть значение потока излучения светодиодом СД, прошедшего и отраженного от пены в соответствии с ее кратностью. В эксперименте измерения повторялись для пены с различной кратностью и различным расположением светодиода относительно фотодиода.

В ходе эксперимента после заполнения мерной емкости 1 пеной при повторных измерениях наблюдалось изменение амплитуды импульсного сигнала на различном по высоте положении подвижного кольца 2, а также с течением времени, что объясняется разрушением пены и истечением из нее жидкости.

Из теории разрыва пленок и разрушения пены известна зависимость:

$$k\tau = \ln \frac{h_0 - h_{\text{пл}}}{h - h_{\text{пл}}}, \quad (2)$$

где k – постоянная скорости распада; h_0 – высота столба пены в начальный момент времени; h – высота столба пены в момент времени τ ; $h_{\text{пл}}$ – высота столба выделившейся межпленочной жидкости.

Поскольку h_0 , h и $h_{\text{пл}}$ соответствуют объемам V_0 , V и $V_{\text{пл}}$, то:

$$k\tau = \ln \frac{V_0 - V_{\text{пл}}}{V - V_{\text{пл}}}, \quad (3)$$

Зависимости (2) и (3) являются описанием процесса разрушения пленок пены, исключая начальный и конечный этапы.

Согласно свойствам текстильных пен, зная кратность пены и период полураспада, из проведенных исследований возможно произвести расчет коэффициентов и

вывести зависимость изменения кратности пены с течением времени:

$$k = \frac{\ln(K_{\text{п}} + 1)}{\tau}, \quad (4)$$

где $V_{\text{пл}}$ – коэффициент скорости распада пены.

При условии создания пены с помощью динамического пеногенератора и получения мономодальной (стабильной) пены изменением кратности пены на разных уровнях в капилляре под действием гравитационной силы можно пренебречь. Следовательно, можно предположить, что основная погрешность, возникающая при измерении кратности пены, заключена только в процессе ее разрушения. Найдя коэффициент k постоянной скорости распада из уравнения (4), в том числе и экспериментальным методом, для разных пен, можно прогнозировать изменение структуры пены со временем.

После процедуры измерения выходного напряжения, то есть амплитуды импульса с помощью осциллографа, через 15...20 минут происходило полное разрушение пены с образованием жидкой фазы объемом $V_{\text{ж}}$, что позволяло вычислить кратность пены $K_{\text{п}}$ по выражению (1).

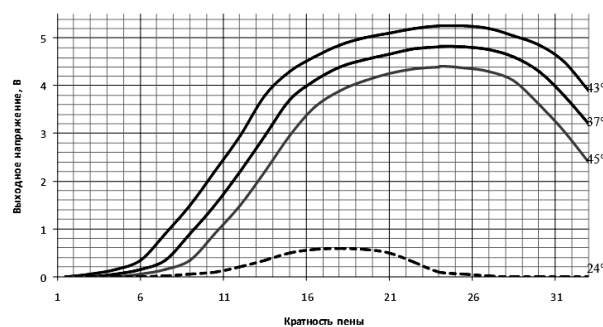


Рис. 3

Результаты экспериментов представлены на рис. 3 в виде зависимостей выходного импульсного напряжения от кратности пены и угла ϕ между оптическими осями оптопары.

Из анализа полученных характеристик следует, что с увеличением кратности пе-

ны до значения $K_{\Pi} \approx 21$ и угле между оптическими осями оптопары $\varphi \approx 43^\circ$ чувствительность оптоэлектронного преобразователя достаточно высокая, а с дальнейшим увеличением K_{Π} – уменьшается. Значение угла $\varphi = 43^\circ$ для получения максимальной чувствительности является оптимальным, что согласуется с теоретическими положениями при измерении структур пористых материалов оптическими датчиками [3], [4].

ВЫВОДЫ

1. Получены конкретные зависимости и численные значения выходного сигнала оптоэлектронного инфракрасного преобразователя от кратности пены и угла между оптическими осями оптопары, что подтверждает возможность контроля качества

пены в лабораторных и производственных условиях.

2. Приведенные выражения позволяют учитывать влияние скорости разрушения пены во времени на результаты измерений кратности пены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виниченко С.Н., Королев Ю.Н., Козлов А.Б. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №2.
2. Виниченко С.Н., Козлов А.Б. Автоматизация процесса приготовления пены для шлихтования // Сб. мат. Междунар. научн-техн. конф. – Ч.2. – 2004, Иваново, ИГТА.
3. Козлов А.Б. // Дис...докт. техн. наук. – М., 1994.
4. Козлов А.Б., Космынин А.И., Милентьев Д.С. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 02.02.09.