

Все наполнители оказывают достаточно схожее влияние на относительное разрывное удлинение невытянутых и вытянутых в четыре раза пленочных нитей: при больших степенях наполнения они вызывают заметное падение удлинения в 2 и более раз. В то же время при вытяжке в восемь раз предельное удлинение сохраняется на постоянном уровне или немного снижается (не более чем на 30-40%).

Жесткость невытянутых пленочных нитей возрастает до полутора раз при введении любого из наполнителей. В результате применения ориентационной вытяжки модули образцов постепенно снижаются с ростом концентраций ТУ и УНТ. В случае многостенных нанотрубок, напротив, при вытяжке сохраняется армирующее влияние наполнителя, что приводит к повышению модуля жесткости до 1,5 раз при  $K_{МСНТ}=10\%$  и восьмикратной вытяжке.

Проведенные исследования выявили значительное влияние наполнителей на механические характеристики пленочных нитей. При ориентационной вытяжке радикально изменяется характер влияния наполнителя на деформационно-прочностные свойства композиционных нитей. При использовании МСНТ можно получить электропроводящие пленочные нити с хорошими механическими характеристиками не зависимо от степени вытяжки образцов.

УДК 677.022.484.9:533.6

#### **Аэродинамическое формирование декоративных поверхностей с использованием отходов текстильной промышленности**

М.В. СЕХ, В.И. ОЛЬШАНСКИЙ

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Основными технологическими процессами в производстве большинства многослойных текстильных материалов является процесс аэродинамического транспортирования и осаждения волокнистых либо мелкодисперсных частиц и процесс взаимофиксации слоев. [1]

В основу принципов аэродинамики положены законы формирования турбулентной затопленной струи.

При взаимодействии вертикально подаваемых потоков воздуха и жидкой основой материала происходит расслоение материала. Воздух насквозь проходит жидкую основу материала и заставляет ее растекаться, смешиваться до момента действия силы давления потока. Необходимо рассчитать скорость распространения жидкой основы материала под действием сил давления воздуха, также можно определить скорость движения жидкости на определенной глубине слоя, рассматривая значение глубины  $H$  интервально. [2]

Значения силы сопротивления  $R$  можно получить из дифференциального уравнения

$$R = -\mu f \frac{dv}{dH} \quad (1)$$

где  $f$  – площадь, рассматриваемого сечения расслоенного материала, значение площади  $f$  находим по следующей формуле  $f=bl$ ,

$b$  – ширина слоя, м,

$l$  – длина слоя, м,

$\mu$  – коэффициент динамической вязкости жидкости, Н·с/м<sup>2</sup>.

При  $h_i$  – интервал глубины слоя, равный  $0,1H$ ;  $0,2H$ ;  $0,3H$  до  $H$ , при  $h_i = H$  скорость жидкости  $v_i = C$ , а значит  $v_i = 0$  – минимальное значение скорости, максимальные значения скорости наблюдаем при  $h_i = 0$ .

$$\frac{Rh_i}{\mu bl} + C = v_i, \quad (2)$$

$$C = \frac{Rh_i}{\mu bl}. \quad (3)$$

Решение дифференциального уравнения

$$v_i = \frac{R(H - h_i)}{\mu bl}, \quad (4)$$

где

$v_i$  – скорость изменения жидкой основы материала в зависимости от  $H$ .

$R$  – сила сопротивления материала,

$H$  – глубина жидкой основы материала.

Дальнейшее взаимодействие потоков воздуха с жидкой основой материала приводит к волновому растеканию жидкости под действием силы давления воздуха.

В общем случае на характеристики волн влияет полная глубина жидкости  $H$ . В волне, имеющей вид  $\omega = k\sqrt{gh}$ , фазовая и групповая скорости равны одной и той же величине, не зависящей от частоты.[3]

$$v = \sqrt{gH}, \quad (5)$$

Из формулы видно, что при увеличении значений глубины  $H$  соответственно будут увеличиваться фазовая и групповая скорости.

Для гравитационных волн фазовая скорость  $v_\phi$  рассчитывается по следующей формуле

$$v_\phi = 2v_{gp} = \frac{g}{\omega}, \quad (6)$$

Величины  $\omega$  и  $k$  связаны дисперсионным уравнением (7)

$$\omega = \sqrt{gk + \frac{\sigma k^2}{\nu}}, \quad (7)$$

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ,

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

При взаимодействии потока направленного воздуха с жидкой основой происходит эффект волнового движения жидкости, существование которого связано с изменением формы ее границы и формируется благодаря действию сил тяжести и поверхностного натяжения. Если какое – либо внешнее воздействие (например, поток направленной струи воздуха) нарушает равновесие жидкости, то указанные силы, стремясь восстановить равновесие, создают движения, передаваемые от одних

частиц жидкости к другим, порождая волны. При этом волновые движения охватывают всю толщину жидкой основы. Простейший вид таких волн – плоская синусоидальная волна, в которой поверхность жидкости синусоидально в одном направлении, а все возмущения физических величин, направление вертикального смещения частиц  $\xi(z, x, t)$ , имеют следующий вид

$$\xi = A(z) \cos(\omega t - kz), \quad (8)$$

где  $X$  – горизонтальная координата, м;

$Z$  – вертикальная координата, м;

$\omega$  – угловая частота, м/с;

$k$  – волновое число, рад/м<sup>-1</sup>;

$A$  – амплитуда колебания частиц зависящая от глубины  $Z$ .

Решение уравнений гидродинамики несжимаемой жидкости вместе с граничными условиями показывают, что

$$A(z) = A_0 e^{-kz}, \quad (9)$$

где  $A_0$  – амплитуда смещения поверхности.

Расчетные значения  $A(z)$ :  $A(z)_1 = 0,00299$  м;  $A(z)_2 = 0,00298$  м;  
 $A(z)_3 = 0,00297$  м.

Данные результаты показывают, что потоки воздуха насквозь проходят через жидкий слой материала и за счет силы потока формируется волновое растекание жидкой составляющей материала до момента их затухания.

В результате теоретических исследований аэродинамических законов, используемых при разработке устройства для подачи воздуха, определены основные параметры турбулентной струи (осевая скорость  $\omega$ , диаметр  $D$  для круглых и ширина  $b$  для плоских струй, расход воздуха  $Q$  и скорость  $V$ ), рассмотрены волновые процессы, которые образуются в результате вертикальной подачи воздуха на жидкую основу многослойного материала, рассчитаны траектории частиц водной основы в синусоидальной волне.

Все рассмотренные данные учитывались при проведении эксперимента.

Литература:

1. Кулаженко Е.А. Использование текстильных отходов при производстве многослойных материалов на тканой основе / А.Г. Коган, Е.А. Кулаженко // Вестник УО «ВГТУ». Пятнадцатый выпуск / УО «ВГТУ». – Витебск, 2008. – 84 с.
2. Альшкуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика: Учебн. пос. для вузов. – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
3. Безруков Ю. Ф. Океанология. Часть II. Динамические явления и процессы в океане. - Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, 2006. – 123 с.