

УДК 677.017.57:537.226

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОНИЦАЕМОСТИ**

**Науменко А.М., асп.,
УО «Витебский государственный технологический университет»
г. Витебск, Республика Беларусь**

Особенность измерения диэлектрических свойств текстильных волокон заключается в том, что они обладают квазицилиндрической конфигурацией. Поэтому их невозможно расположить таким образом, чтобы между ними не оставалось промежутков, заполненных воздухом. Это неизбежно приводит к измерению не величины диэлектрической проницаемости материала текстильных волокон, а диэлектрической проницаемости смеси волокна и воздуха. Поэтому при разработке методов исследования диэлектрических характеристик текстильных материалов необходимо провести оценку степени влияния степени уплотнения волокнистых материалов на результаты измерения диэлектрической проницаемости.

Для исследования влияния плотности заполнения волокнистыми материалами электроемкостного преобразователя на точность измерения диэлектрической проницаемости, в условиях кафедры «Прядение натуральных и химических волокон», проведен эксперимент по определению зависимости диэлектрической проницаемости волокна от степени его уплотнения. Измерение диэлектрических характеристик производилось с помощью дифференциального ленточного конденсатора, позволяющего определить диэлектрическую проницаемость материала в продольном и поперечном направлениях, и прибора «Измеритель иммитанса Е7 – 20» при частоте электрического поля 1000, 10000, 100000 Гц. В качестве исследуемых образцов использовались хлопковые ленты с ленточной машины. Плотность исследуемого материала варьировалась от 100 до 700 кг/м³ при плотности хлопка 1520 кг/м³. Максимальная плотность, которую удалось достигнуть в ходе эксперимента, составила 710 кг/м³, так как образцы большей плотности не возможно поместит в измерительный конденсатор. Измерения проводились при кондиционных условиях (температура 20 ± 2 °С, относительная влажность 60 ± 10 %).

Зависимость диэлектрической проницаемости волокон в продольном и поперечном направлениях от плотности пробы представлена на рисунках 1, 2.

Установлено, что диэлектрическая проницаемость волокон в продольном направлении в 1,5 – 2,5 раза больше, чем в поперечном, то есть текстильные волокна являются анизотропными материалам. При этом с увеличением частоты электрического поля происходит уменьшение различий диэлектрической проницаемости в продольном и поперечном направлении, что связано с изменением характера поляризации волокон (вклад дипольной поляризации уменьшается, а ионной увеличивается). Данный факт свидетельствует о дисперсии диэлектрических свойств волокон.

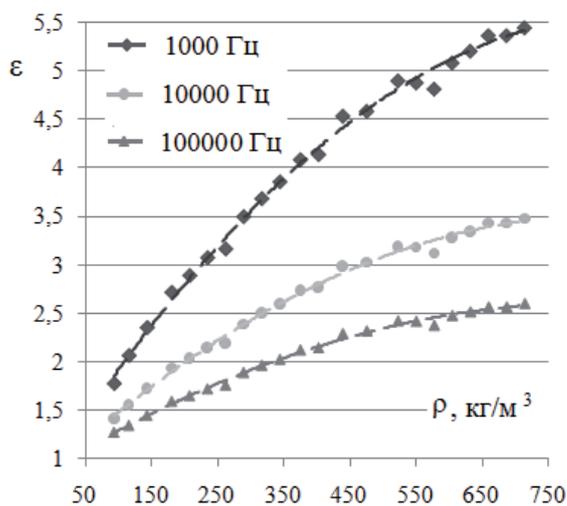


Рисунок 1 – Зависимость диэлектрической проницаемости волокон в продольном направлении смеси от плотности пробы

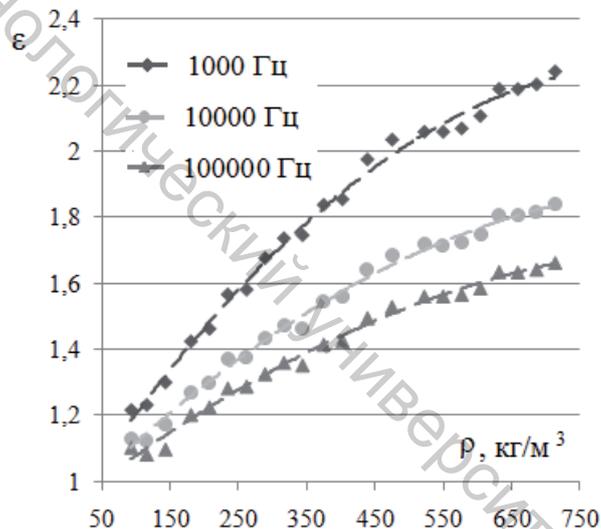


Рисунок 2 – Зависимость диэлектрической проницаемости волокон в поперечном направлении от плотности пробы

В результате обработки результатов эксперимента, получены полиномиальные зависимости диэлектрической проницаемости в продольном направлении волокон при различной частоте электромагнитного поля от плотности пробы:

- при $f = 1000$ Гц: $\epsilon = -6 \cdot 10^{-6} \rho^2 + 0,0102 \rho + 1$, ($R^2 = 0,996$); (1)
- при $f = 10000$ Гц: $\epsilon = -3 \cdot 10^{-6} \rho^2 + 0,0057 \rho + 1$, ($R^2 = 0,994$); (2)
- при $f = 100000$ Гц: $\epsilon = -2 \cdot 10^{-6} \rho^2 + 0,0036 \rho + 1$, ($R^2 = 0,993$); (3)

где ρ – плотность пробы кг/м^3 ; R^2 – коэффициент детерминации.

Зависимости диэлектрической проницаемости в поперечном направлении волокон при различной частоте электромагнитного поля от плотности пробы имеют вид:

$$- \text{при } f = 1000 \text{ Гц: } \varepsilon = -14 \cdot 10^{-7} \rho^2 + 0,0027 \rho + 1. (R^2 = 0,991); \quad (4)$$

$$- \text{при } f = 10000 \text{ Гц: } \varepsilon = -9 \cdot 10^{-7} \rho^2 + 0,0017 \rho + 1. (R^2 = 0,988); \quad (5)$$

$$- \text{при } f = 100000 \text{ Гц: } \varepsilon = -4 \cdot 10^{-7} \rho^2 + 0,0012 \rho + 1. (R^2 = 0,983). \quad (6)$$

Так как коэффициент детерминации $R^2 > 0,95$, то полученные зависимости можно считать достоверными. Полученные зависимости позволяют прогнозировать величину диэлектрической проницаемости при различной плотности пробы.

Полученные зависимости подтверждают то, что увеличение плотности пробы приводит к росту диэлектрической проницаемости. Причем более интенсивный рост диэлектрической проницаемости происходит до 500 кг/м^3 (при увеличении плотности с 300 до 500 кг/м^3 диэлектрическая проницаемость в продольном направлении увеличилась на $37,7\%$ от $3,5$ до $4,82$, в поперечном направлении на $20,9\%$ от $1,71$ до $2,08$ при частоте электрического поля $f = 1000$ Гц), затем скорость роста снижается (при увеличении плотности с 500 до 700 кг/м^3 диэлектрическая проницаемость в продольном направлении увеличилась на $12,7\%$ от $4,82$ до $5,43$, в поперечном направлении на $6,3\%$ от $2,08$ до $2,21$ при $f = 1000$ Гц).

Установлено, что для минимизации влияния степени уплотнения материала на результаты измерения необходимо обеспечить плотность пробы не менее 500 кг/м^3 . Для волокнистых лент оптимальная плотность составляет 600 кг/м^3 , так как при большей степени уплотнение образцов происходит нарушение структуры волокнистых материалов, что недопустимо при использовании диэлектрического метода измерения. Полученные результаты использованы при разработке диэлектрического метода определения эффективности смешивания волокон в пряже и полуфабрикатах прядильного производства.

УДК 677.024

АНАЛИЗ СВОЙСТВ АРАМИДНЫХ НИТЕЙ И ПРЯЖИ

*Николаева Н.А., доц., Палагина И.В., асп., Емельянова Ю.В., асп.,
Власова Т.Ю., асп., Сильченко Е.В., соискатель,
Московский государственный университет дизайна и технологии,
Текстильный институт им. А.Н.Косыгина,
г. Москва, Российская Федерация*

Для управления технологическими процессами, строением и свойствами выпускаемых тканей необходимо определить наиболее значимые факторы, влияющие на выходные параметры. Нами используется бинарная причинно-следственная теория информации, основанная на предпосылках Шеннона. Задачи исследования обусловлены использованием метода, который бы позволял идентифицировать исследуемые факторы; устранять эффекты сопутствия; автоматизировать трудоемкий метод расчета.

Предлагается использовать следующее соотношение: если $I_{12}:H_1 > I_{21}:H_2$, то $2 \rightarrow 1$, где J, H - соответственно информация и энтропия распределения вероятностей случайных величин. Поскольку $I_{12}=I_{21}$, то в случае если $H_1 < H_2$, $2 \rightarrow 1$.

Величину энтропии распределения вероятностей для одномерной случайной величины можно определить по формуле:

$$H_i = \sum_1^k P(X_{k_i}) \log_2 P(X_{k_i}) \quad (1)$$

где - $P(X_{k_i})$ вероятность состояний случайной величины X_{k_i} .

Величина информации между i -м и j -м факторами определится по формуле

$$I_{ij} = \sum_1^{k,r} P(X_{k_i}, X_{r_j}) \log_2 \frac{P(X_{k_i}, X_{r_j})}{P(X_{k_i})P(X_{r_j})} \quad (2)$$

где $P(X_{r_j})$ - вероятность состояний случайной величины X_{r_j} ;

$P(X_{k_i}, X_{r_j})$ - вероятность состояний случайных величин X_{k_i} и X_{r_j} .

Для функционалов энтропии и информации справедливо следующее равенство:

$$\Gamma_{ij} = I_{ij} : H_i \quad (3)$$

где Γ_{ij} - коэффициент причинного влияния j -го фактора на i -й.