

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЛАЖНЫХ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ.**

Федосов С.Н., Шушкевич В.Л.

(ВГТУ)

Большинство волокон текстильных материалов весьма неоднородно по своему составу, причем каждая из составляющих волокон имеет особые свойства.

В качестве одной из составляющих рассматриваются полупроводниковые включения, которые оказывают значительное влияние на поведение волокнистых материалов в случае их увлажнения и поляризации.

В случае увлажнения, в порах волокон будет находиться вода. Вследствие наличия контактной разности потенциалов между адсорбированной водой и частицей волокна, молекула воды приобретает заряд одного знака, а волокно - другого. Но стенки пор, разделяющие молекулы воды, имеют значительно меньшую электропроводность, чем вода. Вследствие этого, тока проводимости наблюдаться не будет.

При внесении такого неоднородного материала в электрическое поле, свободные электроны и ионы, содержащиеся в полупроводящих включениях, начинают перемещаться в пределах включения и поляризуют их. В результате этого, электропроводность стенок пор увеличивается и возникающие перемещения носителей зарядов между включениями создают ток проводимости или ток электрической индукции (при отсутствии электрического контакта) [2].

На основании вышеизложенного материала проводятся исследования. Электрическое поле в исследуемом материале создается потенциальным электродом, изолированным от материала и подключенным к генератору низкой частоты. Исследования выполняются на частоте 10 кГц. Размеры электродов принимаем много меньше площади исследуемого материала.

С учетом принятых условий, рассчитаем распределение потенциала электрического поля у поверхности материала при радиальном направлении от электрода.

Примем диаметр потенциального электрода 2 мм. На расстоянии 1 мм по радиусу от него размещаем экранирующий электрод. Напряжение приложено между электродом и экраном. Заряд на электроде определяется выражением:

$$q = C \cdot U$$

где q - заряд на электроде;

C - емкость электрода;

U - напряжение генератора;

Поле, созданное зарядом q , поляризует материал. Заряд поляризации определяется из выражения (для изотропных материалов):

$$Q = \sigma \cdot S = D \cdot S = E \cdot \epsilon \cdot S$$

где Q - заряд поляризации;

σ - поверхностная плотность заряда;

S - площадь под электродом, (считаем ее равной площади контактной площадки электрода);

D - величина электрической индукции;

E - напряженность электрического поля;

ϵ - диэлектрическая проницаемость;

Заряд поляризации образует вокруг себя вторичное электрическое поле. Электрический потенциал, созданный этим зарядом определяется как:

$$\varphi = P \cdot da \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

где Pda- заряд на поверхности материала,

r1 и r2- расстояние от зарядов , расположенных по обе стороны поверхности материала (под потенциальным электродом), до точки с потенциалом φ .

При толщине материала 3 мм, напряженность поля электрода уменьшается в 9 раз, тогда потенциал заряда поляризации будет определяться только через r2 при постоянном значении q, т.е. напряжении генератора.

В результате получаем, что закон распределения потенциала φ подчиняется следующему ряду:

Таблица 1.

расстояние от электрода, мм	1	2	3	4	5	6	7	8
доля φ от φ максимального	0,7	0,2	0,08	0,05	0,05	0,04	0,036	0,003

Как уже было сказано выше, во влажной среде волокна адсорбируют влагу. Молекула воды является полярной и поэтому с увеличением влажности материала увеличивается диэлектрическая проницаемость и, одновременно с этим, проводимость [1], т.е. растет число свободных носителей заряда. Как следствие, увеличивается плотность поляризации.

Следовательно, при равных значениях напряжения на потенциальном электроде распределение потенциала будет определяться влажностью.

Определение плотности поляризации было проведено с помощью измерительного электрода.

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2.

(напряжение 100 В, частота 10 кГц, толщина материала 3 мм)

расстояние между электродами, мм	1	2	3	4	5	6	7	8
потенциал φ , мВ при влажности 17%	80	60	45	34	30	26	20	16
потенциал φ , мВ при влажности 12%	60	42	20	16	14	12	10	5

Результаты расчета (табл.1) и эксперимента (табл.2) имеют качественное совпадение (см. графики 1 и 2). Следовательно, по значению потенциала на заданном расстоянии от потенциального электрода можно судить о влажности материала. Как показали результаты эксперимента, погрешности будут определяться как неоднородностями по плотности материала, так и усилием прижима накладных электродов (в случае контакта электродов с материалом).

Исключить их можно или проведением многократных измерений, или измерением не абсолютных значений потенциала, а крутизны кривой графиков.

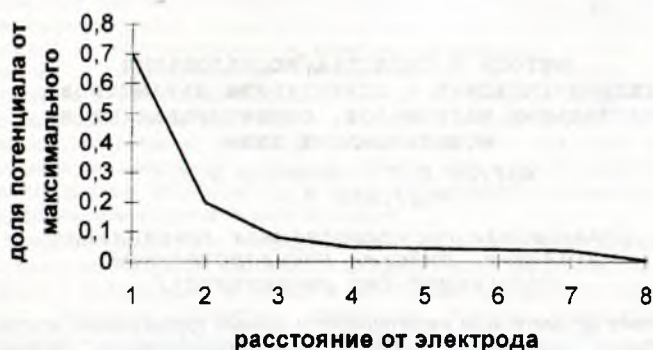


График 1.



График 2.

(ряд 1 – влажность 17%, ряд 2 – влажность 12%)

Литература.

1. В.П. Радовицкий, В.Н. Стрельцов. Электродинамика текстильных волокон. Легкая индустрия., М., 1987 г.
2. Э. Парселя. Электричество и магнетизм. «Наука», М., 1978 г.