

УДК 541.64:537.3:547.458.81

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН

© 1994 г. М. Шерматов, Ш. Туйчиев

Таджикский государственный университет

734025 Душанбе, пр. Рудаки, 17

Поступила в редакцию 11.09.93 г.

Показана возможность применения прямых измерений вольт-амперных характеристик и температурной зависимости силы тока в образцах из хлопковых волокон для оценки влияния предыстории материала на его электропроводность.

Многочисленными исследованиями установлено, что на электрические свойства полимеров, в частности хлопковых волокон, существенное влияние оказывают окружающая среда, температура, структура, морфология и др. [1 - 8]. Полученные ранее в литературе данные об электрических свойствах хлопковых волокон основывались главным образом на измерениях диэлектрических характеристик [4, 5]. Прямые оценки электропроводности хлопковых волокон до настоящего времени не проводились. Поэтому цель настоящего сообщения заключалась в исследовании электропроводности хлопковых волокон с различной предысторией.

В качестве объектов исследования использовали пучки (весом 3 мг) из выпрямленных параллельно уложенных зрелых (60 дней от начала цветения) и неочищенных хлопковых волокон сорта "Киргизия-3". Для выявления влияния предыстории образцов на их электрическую про-

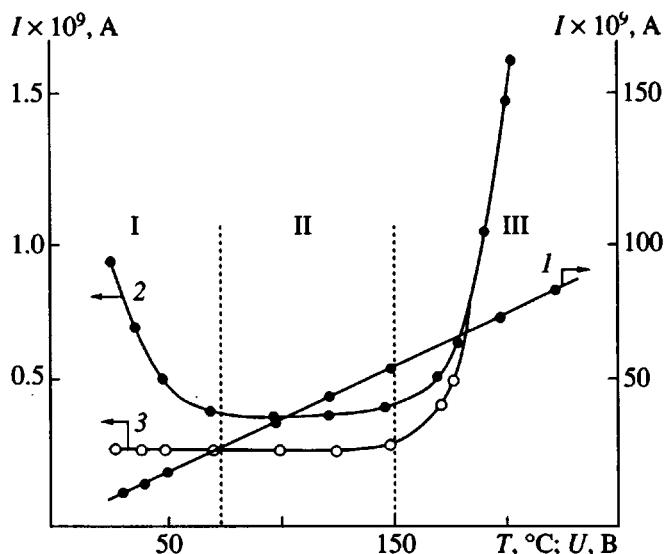
водимость исследовали две серии образцов: одну серию хранили при комнатных условиях (22°C) при давлении 690 мм рт. ст. и влажности воздуха 60% (образец 1), а вторая серия находилась в боксе в присутствии водоотнимающей среды CaCl_2 (образец 2) в течение 10 сут при этих же условиях.

Электропроводность образцов определяли согласно методике [6]. Для измерения температурной зависимости электропроводности образцы нагревали с помощью специальной термокамеры в интервале температур $20 - 400^{\circ}\text{C}$ и одновременно регистрировали изменение силы тока в цепи; рабочее напряжение $U = 300$ В сохранялось неизменным в процессе опыта.

На рисунке приведены вольт-амперная характеристика $I(U)$ (кривая 1), температурной зависимости силы тока $I(T)$ для образца 1 (кривая 2) и образца 2 (кривая 3). Как видно из представленных данных, вольт-амперная характеристика $I(U)$ в пределах проведенных измерений представляет прямую линию. Электрическое сопротивление образца составляет величину $3 \times 10^9 \Omega$.

При нагревании образца 1 в диапазоне $T = 20 - 400^{\circ}\text{C}$ на зависимости $I(T)$ отчетливо наблюдаются три участка, в которых характер изменения тока различается: участок I – уменьшение I в интервале $20 - 80^{\circ}\text{C}$; участок II – практическая неизменность I в интервале $80 - 140^{\circ}\text{C}$; участок III – увеличение I с повышением температуры в области $150 - 400^{\circ}\text{C}$ (из-за сильного нарастания тока в цепи, на кривых 2 и 3 приведены его значения только при $150 - 250^{\circ}\text{C}$). Для образца 2 на зависимости $I(T)$ отсутствует участок I.

Как известно, электрическая проводимость природных и синтетических полимеров обусловлена в основном ионной проводимостью; источниками ионов могут быть ионогенные участки макромолекул, наличие химически несвязанных с макромолекулами низкомолекулярных примесей, в частности воды [1, 4 - 7]. Поскольку неочищенное хлопковое волокно кроме основного продукта чистой целлюлозы (~95%) содержит еще сопутствующие ей органические и неорганичес-



Вольт-амперная характеристика (1) и температурная зависимость силы тока для образцов 1 (2) и 2 (3). Пояснения в тексте.

кие примеси (~5%), естественно полагать, что электропроводность системы может быть обусловлена не только движением кинетических единиц макромолекул, но и подвижностью ионородных примесей.

Сравнение проводимости образцов 1 и 2 дает основание полагать, что изменение I на участке I для образца 1, по-видимому, связано с наличием в нем влаги; с ростом температуры в области 20 - 80°C происходит интенсивное выделение влаги, приводящее к уменьшению проводимости. Это подтверждает тот факт, что для образца 2 отсутствует участок I.

Из рисунка видно, что температура испытаний на участке II несколько ниже, чем температура стеклования T_c целлюлозы (для целлюлозы и ее производных $T_c \geq 170^\circ\text{C}$); поэтому в данном интервале температур еще недостаточно ярко проявляется подвижность макромолекул и его кинетических единиц, и проводимость, по-видимому, в большей степени связана с движением ионов примесей.

На участке III с повышением температуры, во-первых, возрастает подвижность кинетических единиц, снижается энергия активации переноса зарядов; во-вторых, при $T > 150^\circ\text{C}$ начинают интенсивно проявляться термоокислительные процессы, охватывающие цепи в аморфных и кри-

таллических областях полимера; при этом порождается большое количество низкомолекулярных ионогенных фрагментов, свободных ионов и электронов, приводящих к резкому возрастанию электропроводности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сажин Б.И., Лобанов А.М., Романовская О.С., Эйдельманн М.П., Койков С.Н., Шуваев В.П., Борисова М.Э. Электрические свойства полимеров. Л.: Химия, 1986.
2. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции. М.: Химия, 1984.
3. Сажин Б.И. Электропроводность полимеров. М.-Л.: Химия, 1965.
4. Казанский В.В. Электрические свойства хлопка. Ташкент: Фан, 1986. С. 25.
5. Умаров С.У., Гуревич Л.Г. К теории электропроводности хлопкового волокна // Докл. УзССР. 1951. № 10. С. 10.
6. Актуальные вопросы физики / Сб. статей Худжандского гос. ун-та. 1992. С. 73.
7. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Физика и химия полимеров. М.: Химия, 1989.
8. Туйчиев Ш., Гинзбург Б.М., Кузнецова А.М., Лаврентьев В.В. // Высокомолек. соед. А. 1989. Т. 31. № 11. С. 827.

Electric Conductivity of Cotton Fiber

M. Shermatov and Sh. Tuichiev

Tadzhik State University, pr. Rudaki 17, Dushanbe, 734025 Tadzhikistan

Abstract – Direct measurements of voltammetric characteristics and of the current versus temperature dependences for samples of cotton fibers may be conducted and allow the evaluation of the effect of the history of material on its conductivity.