

05;12

## Экспериментальная зависимость действительной части диэлектрической проницаемости от проводимости в неупорядоченной макросистеме парафин–графит

© В.А. Соцков

Кабардино-Балкарский государственный университет,  
360004 Нальчик, Россия  
e-mail: sozkov\_va@rambler.ru

(Поступило в Редакцию 11 октября 2004 г.)

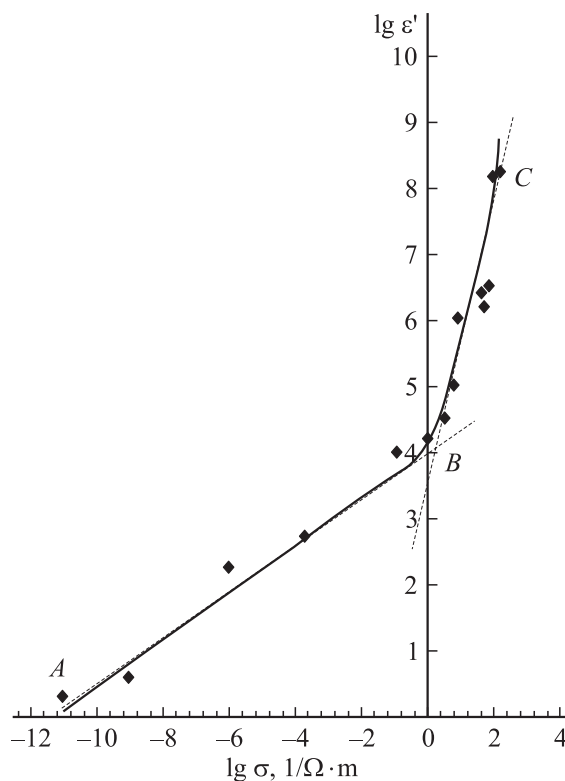
Экспериментально исследована зависимость действительной части диэлектрической проницаемости макросистемы парафин–графит от удельной проводимости при изменении концентрации графита.

Зависимость действительной части диэлектрической проницаемости ( $\epsilon'$ ) от проводимости ( $\sigma$ ) микросистемы исследованы достаточно хорошо как в теоретическом [1,2], так и экспериментальном плане [2,3]. Однако для макросистем подобные сведения имеют лишь общий характер [2,3]. Под макросистемами понимаются системы, в которых квантовые эффекты не играют решающей роли в процессах переноса и вследствие этого проводимость определяется топологией и проводимостью частиц проводящей фазы, а также контактным сопротивлением между ними. Вместе с тем сведения  $\epsilon' = f(\sigma)$  могут представлять интерес при проектировании конденсаторов, керметных сопротивлений, контактолов и других элементов электронной техники.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование изменения величины действительной части диэлектрической проницаемости в макросистеме парафин–графит от объемной удельной проводимости системы.

В качестве модельной системы для исследования действительной части диэлектрической проницаемости макронеупорядоченных систем была выбрана система парафин–графит. Обоснование выбора модельной системы достаточно полно представлено в [4]. Методики изготовления образцов и измерений изложены в [4–6]. Образец для исследований представлял собой конденсатор с обкладками из электролитической меди, внутрь которого предварительно заливалась смесь парафина и графита с определенной концентрацией проводящей фазы. Исследования производились как для плоских, так и для цилиндрических конденсаторов. Методики измерений сопротивления, емкости и добротности образцов были стандартными [7,8]. Сопротивление образцов измерялось при постоянном напряжении. Емкость и добротность конденсатора при частоте 1 kHz. Результаты измерений представлены на рисунке. Очевидно, что график зависимости  $\lg \epsilon' = f(\lg \sigma)$  может быть представлен двумя участками:  $AB$  и  $BC$ . Точке излома  $B$  соответствует объемная концентрация графита  $x \approx 0.15$ , т.е. точка  $B$  находится в районе порога перколяции  $x_c \approx 0.16$  [4]. Участок  $AB$  может быть аппроксимирован зависимостью вида  $\epsilon' \approx 10^4 \cdot \sigma^{0.35}$ , а участок  $BC$  —

$\epsilon' \approx 10^{3.5} \cdot \sigma^{2.4}$ . В общих чертах подобное поведение зависимости  $\epsilon' = f(\sigma)$  предсказуемо, так как на пороге перколяции скачком изменяется проводимость системы, что, по существующим представлениям [1,2], должно вызвать изменение действительной части диэлектрической проницаемости. Однако полученные закономерности говорят о новых значительных уточнениях: нелинейном характере зависимости  $\epsilon' = f(\sigma)$  в макросистеме во всем диапазоне изменений объемной концентрации проводящей фазы; существенном возрастании нелинейности при увеличении концентрации проводящей фазы более порога перколяции, т.е. при  $x > x_c$ .



Зависимость действительной части диэлектрической проницаемости от объемной проводимости макросистемы парафин–графит, т.е.  $\lg \epsilon' = f(\sigma)$ .

## Список литературы

- [1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982. С. 367–371.
- [2] Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. М.: Физматлит, 2003. 174 с.
- [3] Пасынков В.В. Материалы электронной техники. М.: Высшая школа, 1980. С. 155–160.
- [4] Соцков В.А., Карпенко С.В. // ЖТФ. 2003. Т. 73. Вып. 1. С. 107–109.
- [5] Соцков В.А. // Письма в ЖТФ. 2004. Т. 30. Вып. 11. С. 38–41.
- [6] Соцков В.А. // Письма в ЖТФ. 2004. Т. 30. Вып. 12. С. 1–5.
- [7] Хиппель А.Р. Диэлектрики и их применение. М.;Л.: Гос. энергетическое изд-во, 1959. 336 с.
- [8] Берзан В.П. и др. Справочник по электрическим конденсаторам. Кишинев: Штиинца, 1982. С. 27.