

ВЛИЯНИЕ ИТТРИЙ СОДЕРЖАЩЕЙ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА

В.М. АЛИЕВ, Я.М. БИЛАЛОВ, Дж.А. РАГИМОВ

Институт Физики

Национальной Академии Наук Азербайджана

AZ 1143, Баку пр. Г. Джавида, 33

Исследовано влияние введения Y-содержащей сверхпроводящей керамики на физико-механические свойства и электропроводности резины на основе бутадиен-нитрильного каучука в широком диапазоне температур. Определен механизм проводимости в этих резинах.

In the wide temperature interval the influence of doping of Y-containing superconducting ceramic on the physico-mechanical properties and electrical conductivity of rubber on the butadien-nitrile caoutchouc basis was investigated. It were determined the mechanism of conductivity in these rubbers.

Электропроводящие полимерные материалы – новый класс материалов, находящий всё более широкое применение в электротехнике и электронике. В последние годы по технологии производства электропроводящих полимерных материалов проведены важные научные исследования, результаты которых успешно используются для создания различных коммутирующих устройств, приборов и аппаратов электротехники и электроники. Особенностью этого класса материалов является введение проводящей компоненты в полимерную основу для создания необходимой электрической проводимости [1-5].

В литературе [6-8] имеются сведения о том, что каучуки, содержащие значительное количество полярных групп в цепи обладают большей электропроводностью по сравнению с другими каучуками при содержании одни и те же электропроводящие наполнители. Следует отметить, что электропроводность резин зависит от типа каучука, входящих в смесь ингредиентов и технологического процесса изготовления.

Анализ литературных данных позволил нам выбрать в качестве каучука, для получения электропроводящих вулканизатов с использованием высокотемпературных сверхпроводящих материалов на основе $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$, бутадиен-нитрильный каучук (СКН-40).

Целью настоящей работы является получение и исследование электропроводящих полимерных материалов

на основе СКН-40 и $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$, изучение влияния введения ВТСП материала на физико-механические и электрические характеристики вулканизатов в широком диапазоне температур, а также выяснение механизма проводимости.

Синтез $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ был проведен по хорошо апробированной методике [9,10] в платиновых тиглях при 1173-1193К путем отжига в атмосфере кислорода или воздуха, обогащенным кислородом.

Электрические характеристики ВТСП материалов измерены в интервале 77-300К четырехзондовым методом на установке, описанной в [11]. Удельное объемное сопротивление, синтезированных $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$, при комнатной температуре составляет 4×10^{-3} Ом·см. Сверхпроводящий переход наблюдался при 94-95К.

Модельные смеси на основе СКН-40, ВТСП материала и вулканизирующего агента - сера изготавливали на лабораторных вальцах и вулканизовали при 433К под давлением 20МПа в течении 40 мин.

Электропроводность вулканизаторов была измерена с использованием терраомметра [4].

Результаты исследования введения ВТСП материалов на физико-механические свойства вулканизаторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние наполнителя – ВТСП материала на основе $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ на свойства вулканизатов СКН-40					
№ смеси компоненты, масс. ч.	1	2	3	4	5
СКН-40	100	100	100	100	100
$Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$	20	40	60	80	100
Сера	2	2	2	2	2
Свойства вулканизаторов					
Напряжение при 300% удлинении, МПа	0,5	1,0	2,7	2,65	2,7
Сопротивление разрыву, МПа	1,0	1,95	5,3	5,0	4,65
Относительное удлинение, %	600	475	450	425	385
Остаточное удлинение, %	22	15	13	12	10
Электропроводность, См.см ⁻¹	$5,9 \times 10^{-8}$	$5,65 \times 10^{-7}$	$1,99 \times 10^{-7}$	$1,4 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$

Как видно из таб.1, прочностные свойства вулканизаторов возрастают с повышением содержания электропроводящего наполнителя до определенного значения (60 масс.ч. от 100 масс.ч. каучука). При этом значении относительное и остаточное удлинение уменьшаются и становятся приемлемыми для дальнейшего использования вулканизаторов. Дальнейшее увеличение содержания наполнителей приводит к незначительному уменьшению физико-механических характеристик вулканизаторов.

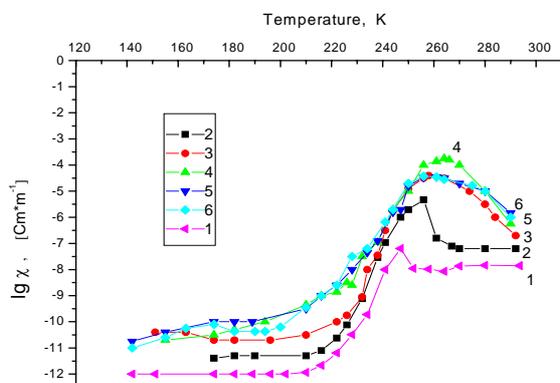


Рис. 1 Температурная зависимость электропроводности резины в зависимости от содержания $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-δ}$: 1-0%; 2-20%; 3-40%; 4-60%; 5-80%; 6-100%.

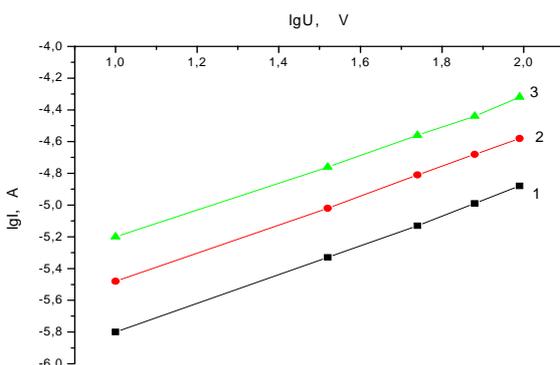


Рис. 2 Вольт-амперная характеристика резин содержащих $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-δ}$: 1-60%; 2-80%; 3-100% ($T=287K$)

Исследование электропроводности (χ) вулканизаторов при комнатной температуре (табл.1) показывает, что при

повышении содержания электропроводящего наполнителя (до 80 масс.ч.) в составе вулканизатора χ увеличивается. Дальнейшее увеличение наполнителя приводит к некоторой стабилизации χ . Это объясняется тем, что введение до 80 масс.ч наполнителя является достаточным для образования непрерывной сетчатой структуры, и дальнейшее увеличение содержания наполнителя не оказывает заметного влияния на электропроводность [7].

Температурные зависимости электропроводности при различном содержании электропроводящего наполнителя в вулканизаторах представлены на рис.1.

Как видно из рис.1, с понижением температуры электропроводность резины увеличивается, и все кривые проходят через максимумы. Дальнейшее понижение температуры приводит к уменьшению электропроводности. Этот факт объясняется тем, что максимум значения χ находится вблизи температуры стеклования каучука. С дальнейшим понижением температуры резина переходит в стекловидное состояние, в результате чего, на наш взгляд, уменьшается подвижность макромолекул каучука и тем самым происходит некоторое смещение цепочечной структуры наполнителей. Следствием этого процесса является уменьшение электропроводности.

Механизм проводимости полимерных композиционных материалов хорошо исследован и анализирован в работах [4-6]. Практически все электропроводящие полимерные материалы характеризуются цепочным механизмом проводимости, который обуславливает высокую степень наполнения. Оценка преобладающего типа контакта производилась по характеру зависимости силы тока через образец от напряжения. Линейность или слабо отклонение от линейности этой зависимости, в соответствии с законом Ома, указывает на существенное преобладание непосредственных контактов между частицами наполнителей в структуре.

Анализ вольтамперных характеристик вулканизаторов на основе СКН-40 и ВТСП материалов (рис.2) показал, что зависимость силы тока от напряжения соответствует закону Ома. Это подтверждает, что проводимость материала осуществляется непосредственно в результате контакта частиц наполнителей.

Таким образом, в результате наших исследований определена возможность использования ВТСП материалов в качестве электропроводящего наполнителя установлен механизм проводимости.

[1]. Л.Ф. Валиулин, Р.Я. Дебердеев «Электрические полимерные нагреватели», 5-ая конференция по интенсификации нефтехимических процессов «Нефтехимия -99», Нижнекамск, 1999, тезисы докладов т.1, с.146-147.
 [2]. N.C. Das, T. K. Chaki, D. Khastyir, A. Chakraborty «Electromagnetic interference shielding effectiveness of conductive carbon black and carbon fiber filled composites based of rubber and rubber blends» Adv. Polym. Technol. 2001, 20, №3, с. 226-236
 [3]. Н.Н. Коморова, А.И. Прохоров, А.В. Полубояринов «Исследование проводимости наполненных полимеров» Научная сессия МИФИ-2005, Москва, 24-28

января 2005. Сб. научн. трудов. М. Изд-во МИФИ, 2005, с.123-124
 [4]. В.Е. Гуль, Л.З. Шенфиль «Электропроводящие полимерные композиции» М. «Химия», 1984, 240с.
 [5]. В.С. Криков, Л.А. Колмакова «Электропроводящие полимерные материалы» М. Энергоатомиздат, 1984, 176с.
 [6]. К. Печковская, Ц. Мильман, Б. Догадкин « Структура и свойства наполненных резиновых смесей» Коллоидн. ж. т. 14, 1952, №4, с. 250-259
 [7]. Ф.Ф. Кошелев, Е.М. Спридонова «Электропроводящие резины» Изв. Вузов. Сер. «Химия и химическая технология», 1959, №2, с. 263-269.

- [8]. *Ф.Ф. Кошелев, А.Е. Корнев, Н.С. Климов* «Общая технология резины» М., «Химия», 1968 с.560
- [9]. *С.А.Алиев, В.М.Алиев, Дж.А.Багиров, И.А. Исмаилов, А.Ш.Мехтиеv, С.С.Рагимов, А.В.Эйнуллаев* «Электрические термоэлектрические свойств высокотемпературных сверхпроводников $Y_{1-x}Tm_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, $Y_{1-x}Nd_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ » Препринт №348, Инст. Физики АН Азербайджана, Баку, 1990, 13с.
- [10]. *В.М.Алиев, С.А.Алиев, Дж.А.Багиров, И.А. Исмаилов, А.Ш.Мехтиеv, С.С.Рагимов, А.В.Эйнуллаев* «Кинетические явления в высокотемпературных сверхпроводящих керамиках» Известия АН Азербайджана сер. Физ-тех. и мат. наук , 1993, №3-4, с. 103-108.
- [11]. *С.А.Алиев, Д.Г.Араслы, З.Ф.Агаев, Ш.С. Исмаилов, Э.И.Зульфугаров* «Криостат для комплексного исследования кинетических и фотоэлектрических свойств полупроводников в интервале 2-500К» Известия АН Азерб. ССР, сер. Физ-тех. и мат. наук , 1982, №6, с. 67-71.

Received: 10.02.2007