

УДК 541.64:537.226

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОНАПЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО ПОЛИУРЕТАНА

© 2005 г. А. С. Берикетов, Р. А. Атова, В. Ф. Ивакин

Опытно-конструкторско-технологическое бюро "Марс"
при Кабардино-Балкарском государственном университете
360004 Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Поступила в редакцию 05.08.2004 г.

Принята в печать 19.01.2005 г.

Для композиционных материалов на основе термопластичного полиуретана с различной степенью наполнения графитом изучены вольтамперные характеристики и электрическое сопротивление в зависимости от температуры. Вычислен температурный коэффициент сопротивления в заданном диапазоне температур. В зависимости от степени наполнения, композиционный материал может быть использован как датчик температуры повышенной точности и как резистивный теплогенерирующий материал.

Принципиальным отличием нового поколения теплогенерирующих устройств является замена металлических проводов и термоэлектрических нагревателей на полимерные композиционные материалы, которые в качестве источника тепла оказались более экологичными и экономичными [1]. Новые теплогенерирующие материалы с успехом применяются в различных отраслях промышленности и жилищно-коммунального хозяйства.

В качестве теплогенерирующих материалов можно использовать различные композиции; на основе стеклоткани, покрытой слоем угольно-графитового порошка, изолированного высококачественной композиционной полиэфир-полиэтиленовой пленкой, создан низкотемпературный пленочный нагреватель [2]. Для этих же целей можно использовать другой композиционный материал на основе силицированного углеволокна [3].

За рубежом в последние годы в качестве нагревательного элемента стали использовать полимерные волокна с так называемыми "интеллектуальными" свойствами, разработанные корпорацией "Thermosoft International Corporation", США. Это волокно представляет собой плоский многожильный кабель, изготовленный из двух-

E-mail: marskb@yandex.ru (Берикетов Ануар Султанович).

шести изолированных токопроводящих жил, вплетенных в стекловолоконную или синтетическую ленту. В качестве токопроводящего материала используют металлизированное полимерное волокно.

Цель настоящей работы – изучение электрофизических параметров высоконаполненных композиционных материалов на основе термопластичного полиуретана и выявление области их применения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе исследовали композиции на основе термопластичного полиуретана, содержащего графитный наполнитель в концентрации 20, 40, и 60 об. %.

Из электрофизических параметров изучали вольтамперные характеристики, зависимость сопротивления от температуры и зависимость температурного коэффициента сопротивления от температуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С повышением концентрации наполнителя электросопротивление возрастает. На вольтамперограммах (рис. 1) нарушение линейности обусловлено нагреванием образцов и увеличением со-

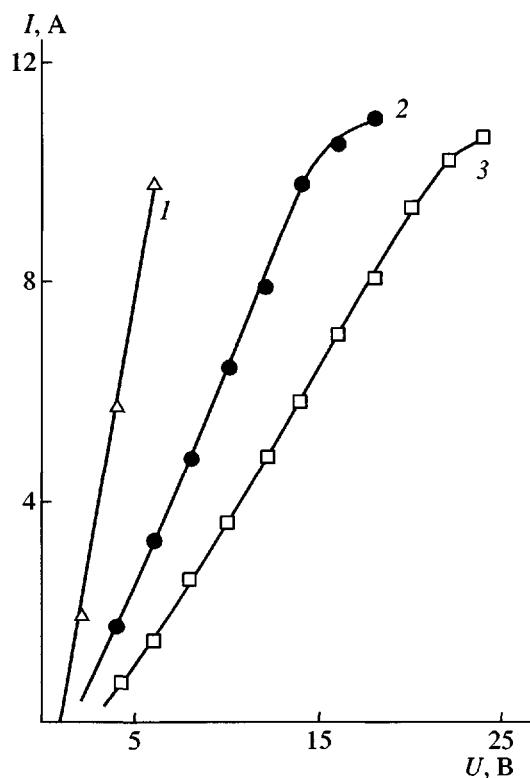


Рис. 1. Вольтамперные характеристики образцов композиционных материалов на основе термопластичного полиуретана. Наполнение 20 (1), 40 (2) и 60% (3).

противления при больших мощностях рассеивания. Образцы при наполнении до 40% обладают хорошими резистивными свойствами. На основе такого материала подготовлена экспериментальная партия нагревателей автомобильного сидения и проведены сравнительные испытания с автомобильными нагревателями проволочного типа "Sitmoll".

Как видно из рис. 2, в отличие от нагревателя "Sitmoll" у экспериментального нагревателя (кривая 2) рабочая температура поверхности (30–35°C) устанавливается на 4 мин раньше. Созданный экспериментальный нагреватель автомобильного сидения в отличие от штатного нагревателя не поднимает значительно температуру воздуха в салоне автомобиля, поэтому не пересушивает атмосферу и не вызывает сонливости, а также вследствие локального нагревания поверхности, непосредственно прилегающей к телу, создает комфортные условия.

Для полученных композиционных материалов была изучена температурная зависимость сопро-

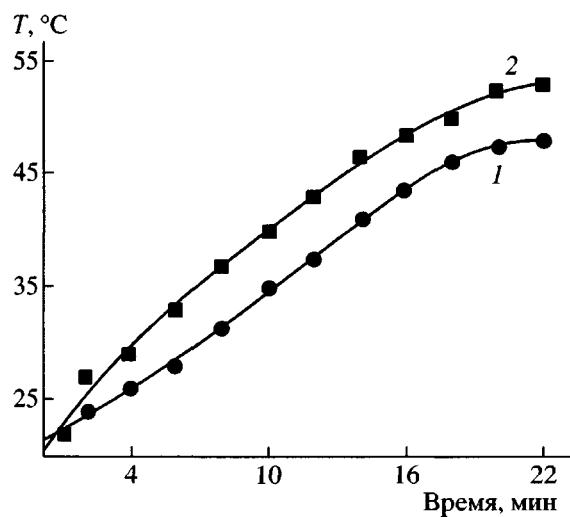


Рис. 2. Зависимость температуры на поверхности нагревателя от времени: для стандартного автомобильного обогревателя "Sitmoll" (1) и экспериментального нагревателя (2).

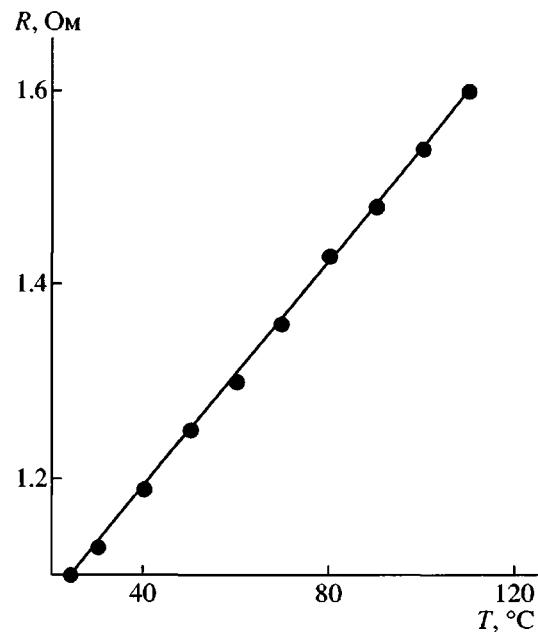


Рис. 3. Температурная зависимость сопротивления.

тивления [4]. Наиболее интересные результаты показала композиция с 20% наполнителя (рис. 3). Температурный коэффициент сопротивления α в заданном диапазоне температур ΔT вычисляется как

$$\alpha = \frac{R_{110} - R_{25}}{R_{25}\Delta T},$$

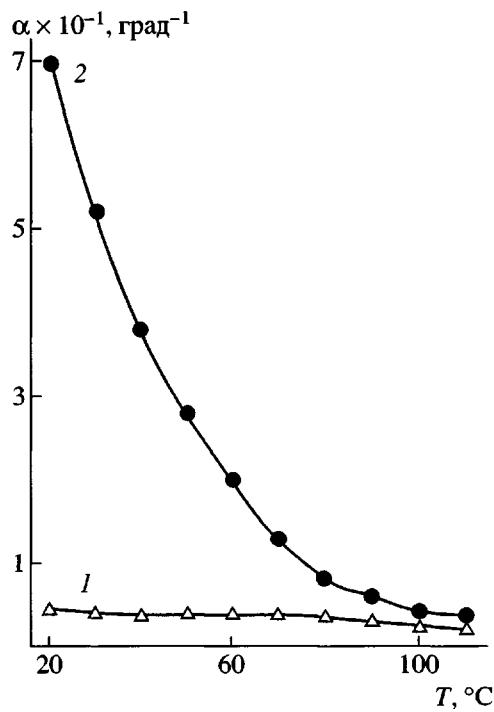


Рис. 4. Зависимость температурного коэффициента сопротивления от температуры для композиционного материала (1) и стандартного температурного датчика МТ-106 (2).

где R_{110} и R_{25} – сопротивление при 110 и 25°C соответственно. Оказалось, что $\alpha = 0.0006$.

Значения температурного коэффициента сопротивления композиционного материала значи-

тельно выше, чем у чистых металлов, но меньше, чем у полупроводников.

Благодаря линейной зависимости сопротивления от температуры, разработанный полимерный композиционный материал может быть использован как датчик температуры. В связи с этим представляло интерес сравнение его температурного коэффициента сопротивления со стандартным (рис. 4). В качестве стандарта был взят автомобильный температурный датчик МТ-106, который используется в автомобилях ВАЗ. Как видно, зависимость температурного коэффициента сопротивления от температуры для композиционного материала (кривая 1) на всем интервале заданных температур меняется лишь немного. Это свидетельствует о том, что полученные материалы можно использовать в качестве датчиков температуры повышенной точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горелов В.П. Низкотемпературные нагреватели из композиционных материалов в промышленности и быту. М.: Энергоатомиздат, 1995.
- Ferreira M., Muller F. // Glasers Annalen. 2000. № 11. С. 577.
- Брантов С.К., Кузнецов Н.Н. // Материаловедение. 2002. № 5. С. 25.
- Василенко О.Л., Майер А.Л., Чашин В.А., Иваненко Б.К. // Инж.-физ. журн. 1985. Т. 49. № 3. С. 477.

Electrophysical Properties of High-Filled Thermoplastic Polyurethane-Based Composite Materials

A. S. Beriketov, R. A. Atova, and V. F. Ivakin

Mars Experimental Design and Technological Bureau, Kabardino-Balkar State University,
ul. Chernyshevskogo 173, Nalchik, 360004 Russia

Abstract—Temperature dependences of volt–ampere characteristics and electrical resistance for thermoplastic polyurethane-based composite materials with various degrees of filling with graphite were studied. The temperature coefficient of resistance was evaluated in a given temperature range. Depending on the filling degree, the composite material can be used as both a high-accuracy temperature sensor and a resistive heat-generating material.