

Чердынцев Виктор Викторович

Tcherdyntsev Victor Victorovich

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, 119049, Russia

Старший научный сотрудник кафедры Физической Химии НИТУ «МИСиС»

Senior Research Fellow Department of Physical Chemistry NUST "MISA"

Доктор физико-математических наук

E-Mail: wch@isis.ru

Бойков Андрей Анатольевич

Boikov Andrey Anatolievich

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, 119049, Russia

Инженер 1-й категории, аспирант

The engineer of the 1st category, a graduate student

E-Mail: Kink03@gmail.com

**Теплопроводность полимерных нанокompозитов на основе
сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полисульфона**

The thermal conductivity of polymer nanocomposites based on ultra high molecular
weight polyethylene and polysulfone

Аннотация: В настоящее время нашли большое распространение композиционные материалы на полимерной основе. Такие композиты включают в себя множество свойств. Композиционные материалы, которые рассматриваются в данной статье являются радиационно-защитными, они обладают хорошими физико-механическими свойствами, обладают хорошей химической стойкостью. В данной статье исследуется теплопроводность полимерных нанокompозитов, данная характеристика важна для рассмотрения применимости данного композиционного материала в качестве деталей машин и роботов работающих на атомных электростанциях (АЭС), а также одежды для людей участвующих в ликвидации аварий на АЭС.

The Abstract: Currently found widespread composite materials based on polymers. These composites include a variety of properties. Composite materials, which are discussed in this article are radiation-protective, they have good physical and mechanical properties, have good chemical resistance. In this paper, we study the thermal conductivity of polymer nanocomposites, this characteristic is important to consider the applicability of the composite material as parts of machines and robots working in nuclear power plants (NPPs), as well as clothing for people involved in the elimination of nuclear accidents.

Ключевые слова: Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), теплопроводность, полисульфон, композит, полимер.

Keywords: UHMWPE, conductivity, polysulfone, composite, polymer.

Введение

Важнейшим показателем качества материалов применяемых в качестве теплоизоляционных и теплоносителей является их теплопроводность [1]. Композиционные

материалы на основе полисульфона (ПСФ) и сверхвысокомолекулярного полиэтилена с добавлением в них карбида бора B_4C и вольфрама W можно рассматривать как теплоизоляционные материалы, которые в свою очередь обладают хорошими радиационно-защитными свойствами. Поэтому для различных композиций (варьируя количество вольфрама и карбида бора добавляемых в полимерную матрицу) были проведены исследования теплопроводности.

Методика

Исследования теплопроводности экспериментальных полимерных композитов проводили на приборе LFA447. Данный прибор предназначен для исследования теплофизических свойств твердых материалов (металлов, керамики, полимеров и т.п.) в температурном интервале от 25 до 300°C. Экспериментально определяемой характеристикой тепловых свойств материала является его температуропроводность a ; теплопроводность λ и удельная теплоемкость C_p определяются на основе данных по температуропроводности. Измерение температуропроводности основано на методе вспышки. Данный метод удовлетворяет требованиям ГОСТ 8.140-82 и ГОСТ 8.141-75. Схематическое устройство прибора показано на рис. 1.

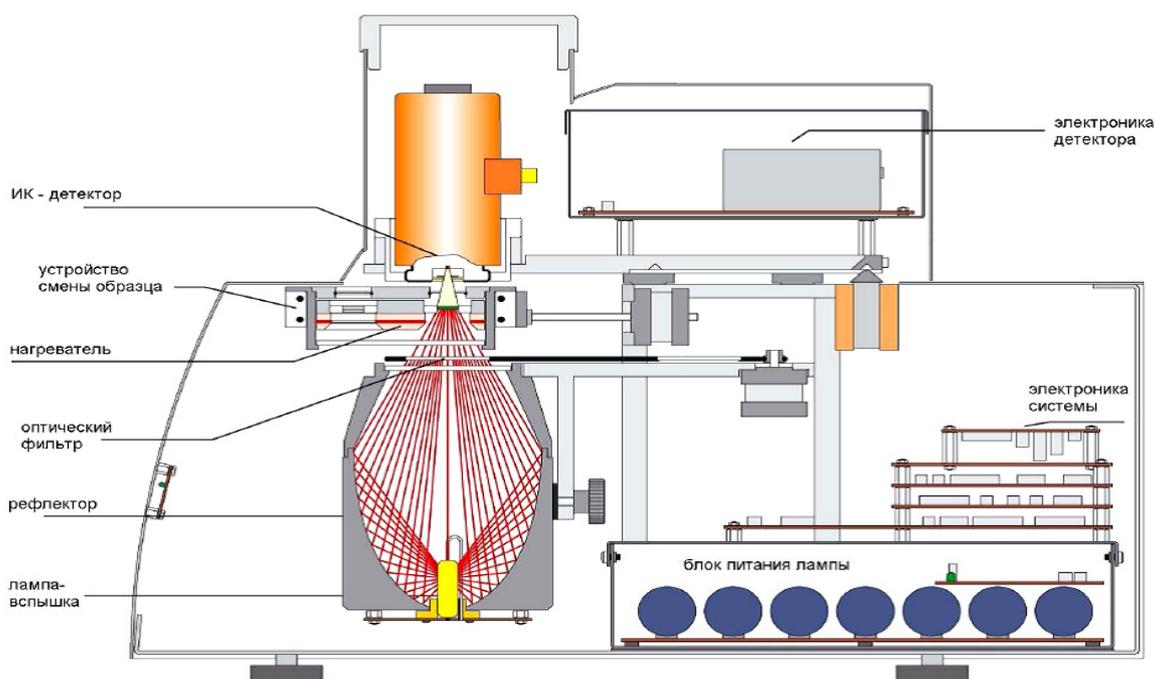


Рис. 1. Блок-схема прибора LFA 447 Nanoflash

Математический анализ изменения температуры со временем позволяет определить температуропроводность a . При адиабатических условиях получают:

$$a = 0,1388 \cdot l^2 / t_{0,5} \quad (1)$$

где l – толщина образца (в миллиметрах) $t_{0,5}$ - время (в секундах) достижения 50% значения от максимальной температуры. Преимущество метода состоит в том, что обычно не простое измерение термических параметров, таких как абсолютная разность температур ΔT_{abs} и потоков тепла, заменяются на гораздо более точные измерения времени относительного повышения температуры.

Температурная зависимость теплопроводности λ определяется как

$$\lambda(T) = a(T) \cdot \rho(T) \cdot C_p(T), \quad (2)$$

где a – температуроводность,

$\rho = m/V$ - плотность,

C_p - удельная теплоемкость.

На рисунке 2 представлены результаты исследования температурной зависимости теплопроводности образцов чистых *сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ)* и *полисульфона (ПС)*. Теплопроводность чистых полимеров при комнатной температуре не превышает 0,3 Вт/мК. Введение в полимеры неорганических наполнителей, обладающих теплопроводностью почти на три порядка выше, чем у полимеров, приводит к повышению теплопроводности. Концентрационные зависимости теплопроводности приведены на рисунке 3. Видно, что при увеличении содержания как вольфрама, так и карбида бора, наблюдается рост теплопроводности. При этом, несмотря на то, что для чистых полимеров значения теплопроводности очень близки, теплопроводность композитов на основе СВМПЭ заметно превышает таковую для композитов на основе ПС. Это может быть связано с тем, что характер распределения наполнителей по объему для композитов на основе разных полимеров несколько отличается [3]. Согласно [2], теплопроводность композиционных материалов существенно зависит от формы частиц наполнителя и их расположения в матрице.

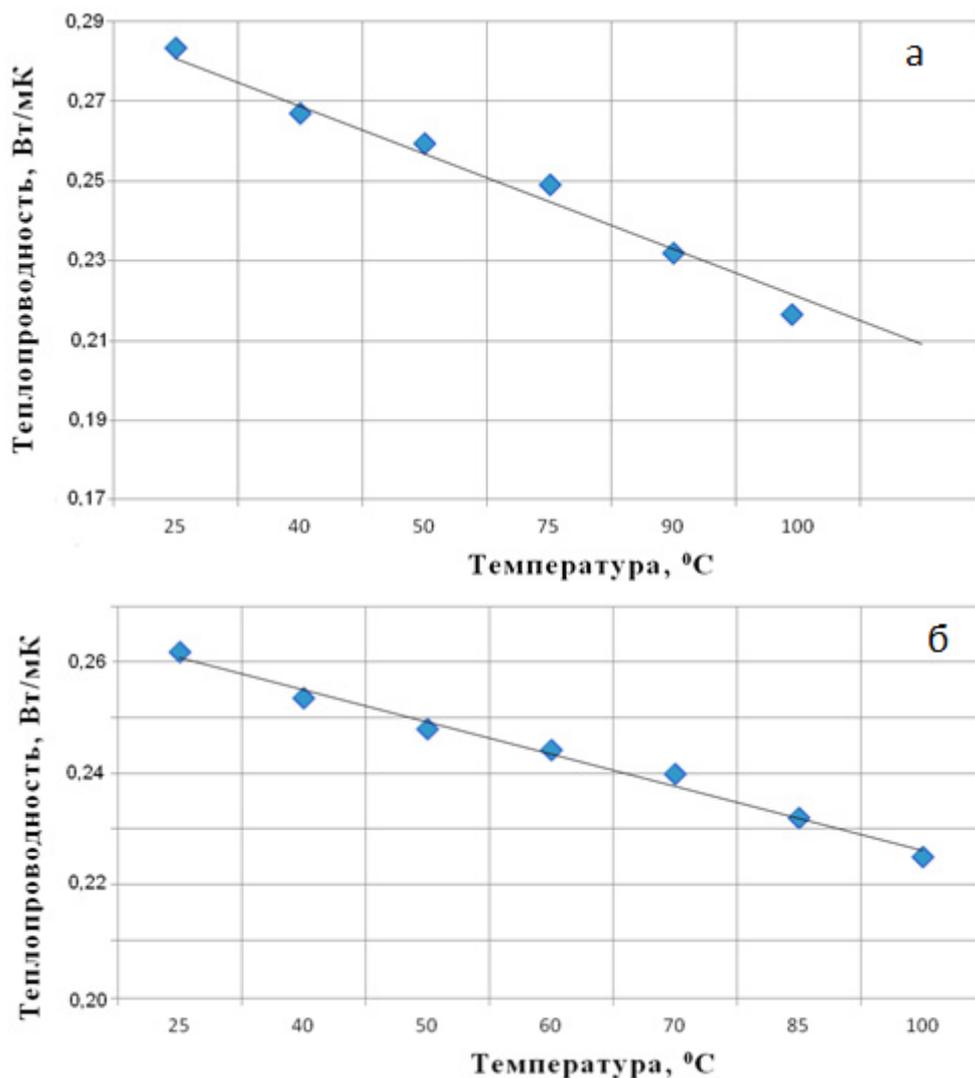


Рис. 2. Температурные зависимости теплопроводности чистого СВМПЭ (а) и чистого ПСФ (б)

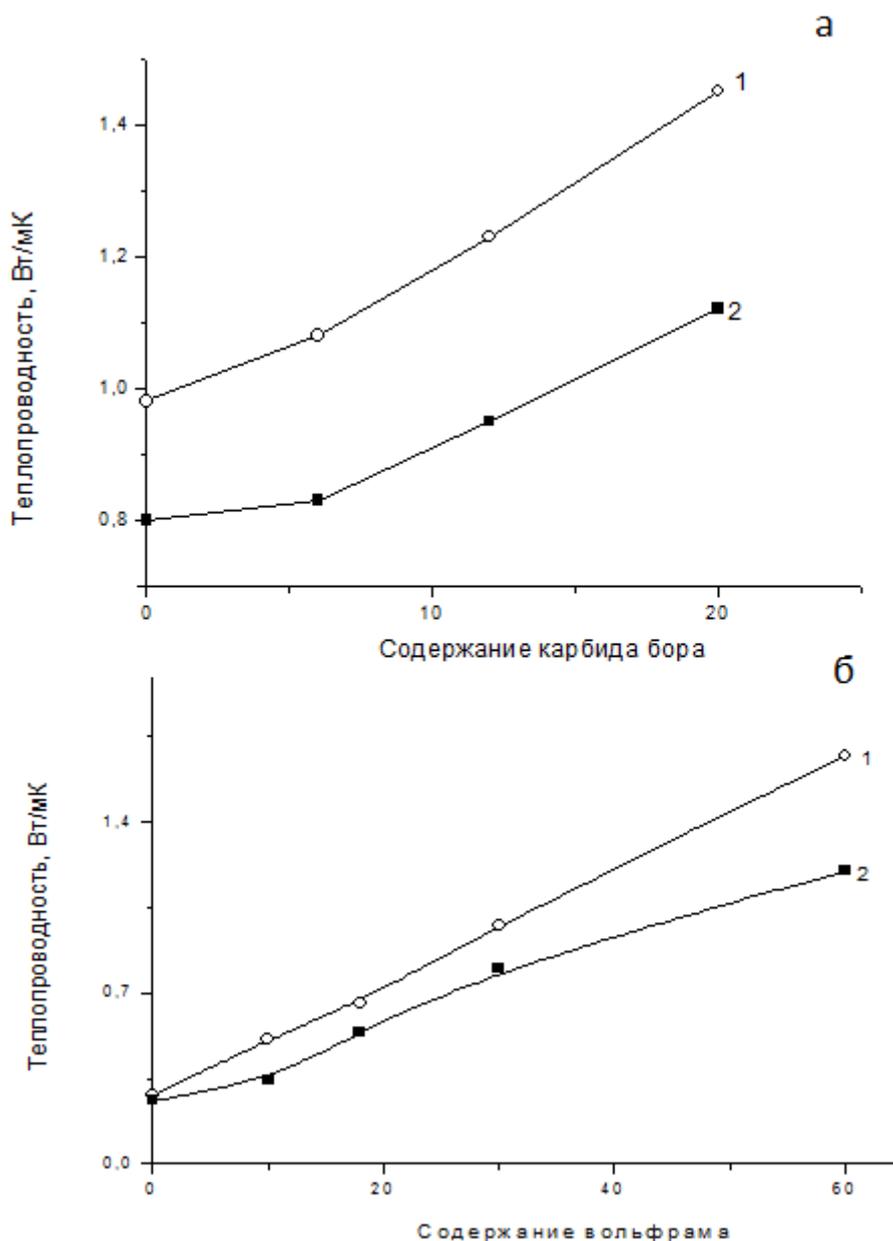


Рис. 3. Концентрационные зависимости теплопроводности для образцов (а) соержащих 30 масс. % W и (б) не содержащих карбида бора для композиционных материалов на основе СВМПЭ (1) и ПСФ (2)

Выводы

Представлена методика оценки теплопроводности полимер-матричных композитов на основе СВМПЭ и полисульфона с различным содержанием наполнителя.

По результатам исследований было выявлено, что с повышением концентрации наполнителя теплопроводность повышается, это связано с разницей в теплопроводности полимерной матрицы и неорганического наполнителя. Повышение значения теплопроводности лежит в допустимых пределах, что дает возможность использовать данный материал в качестве теплоизоляционного.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013 годы», ГК 16.513.11.3148 от 15.06.2012.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Дивин А.Г. Автоматизированная измерительная система для определения теплофизических характеристик полимерных материалов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2008. – Т. 74, № 8 – С. 42
- 2) Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. // Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Справочная книга, Издательство «Энергия», Ленинград, 1974.
- 3) Лунькова А.А. Исследование механических и трибологических свойств высокоэффективных радиационнозащитных материалов на полимерной основе // Вестник научно-технического развития. – 2012. – Т. 62, № 10 – С. 37-41

Рецензент: Калошкин Сергей Дмитриевич, Директор института новых материалов и нанотехнологий НИТУ «МИСиС», доктор физико-математических наук.