

## Полифункциональные термостойкие композиционные материалы на основе фосфатных связующих

*К.Н. Ланко*

*Белорусский государственный университет*

[lapkokn@bsu.by](mailto:lapkokn@bsu.by)

Более сорока лет на кафедре общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета разрабатываются различные термостойкие материалы на основе фосфатных клеевых композиций (ФКК).

ФКК состоят из связующего и наполнителя, которые смешиваются в определенных соотношениях непосредственно перед изготовлением материалов. В качестве связующего применяются фосфорная кислота, алюмофосфатные растворы, модифицированные различными добавками, в качестве наполнителей используются оксиды алюминия, хрома, железа, титана циркония, силикаты алюминия, циркония, природные минералы, отходы производств, причем степень использования отходов может достигать более 50 % от массы новых материалов.

Производство ФКК безотходно и не требует сложного оборудования и может быть организовано на любом предприятии строительного комплекса. После формования изделий или нанесения составов (покрытия, краски) производится их отверждение при комнатной температуре (от нескольких часов до нескольких суток) и, если необходимо, термообработка изделия до 50–300 °С.

Использование ФКК позволяет создать широкий ассортимент термостойких материалов с рабочими температурами до 1600 °С. К этим материалам относятся:

- теплоизолирующие и огнезащитные покрытия;
- клеевые композиции для склеивания металлов, керамики, стекла, дерева, графита;
- огнеупорные материалы – футеровки, бетоны, цементы, кладочные растворы;
- композиционные материалы, в т.ч. и текстолиты;
- краски;
- компаунды.

Важнейшие физико-технические характеристики разработанных материалов на основе фосфатных связующих (в зависимости от их состава) приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Основные физико-технические характеристики фосфатных материалов

Максимальная рабочая температура, °С	1600
Температура отверждения материалов, °С	20 – 300
Коэффициент линейного термического расширения, К <sup>-1</sup>	1÷9·10 <sup>-6</sup>
Теплопроводность, Вт/м·К	0.2 – 1
Диэлектрическая проницаемость при частоте 10 <sup>10</sup> Гц	3 – 5
Электрическая прочность, кВт/мм	1.5 – 3
Удельное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом·м	10 <sup>8</sup> – 10 <sup>12</sup>
Предел прочности при сжатии, МПа	до 300
Предел прочности при отрыве, МПа	до 15

Конкретная область применения материалов, условия их эксплуатации, достижение определенных физических, химических и механических характеристик определяются составом и соотношением основных компонентов: связующего и наполнителя. Так в зависимости от наполнителя это могут быть радиопрозрачные или радиопоглощающие материалы, диэлектрики или проводники, теплопроводящие или теплоизолирующие материалы, материалы для защиты от электромагнитного и ионизирующего излучения. Материалы могут быть эффективно применены в металлургии, производстве огнеупоров, стекол, керамики, строительных материалов, в авиационной и ракетно-космической технике.

Разработанные материалы имеют ряд технических преимуществ – они негорючи, нетоксичны, экологически чисты. По ряду составов получены авторские свидетельства и патенты. Некоторые из разработанных составов успешно использованы в узлах ракетно-космической системы «Энергия-Буран».

В последнее время разработаны и получены борсодержащие композиционные материалы, обладающие высокими прочностными свойствами ( $\sigma_{сж} > 300$  МПа) и рабочими температурами до 1000 °С в окислительной атмосфере, причем содержание бора в образцах может достигать более 80 масс. % [1]. Такие композиты могут рассматриваться как эффективные материалы для защиты от нейтронов и коллимации нейтронных пучков. Также их применение перспективно с точки зрения получения абразивных материалов.

Использование многослойных углеродных нанотрубок в качестве функциональной добавки (до 2 % МУНТ) позволило получить новый термостойкий электропроводящий материал, обладающий достаточной механической прочностью ( $\sigma_{сж} > 50$  МПа) и высокими значениями проводимости, который может быть использован в области электромагнитных, авиационных и космических технологий [2].

## Список использованных источников

1. Кужир, П.П. Термостойкие фосфатные композиции, модифицированные микроструктурными соединениями бора и углеродными нанотрубками для использования в прикладной ядерной физике [Текст] / П.П. Кужир, К.Н. Лапко, С.А. Максименко, В.А. Ломоносов, О.А. Ивашкевич, А.И. Лесникович, А.Н. Окотруб, П.В. Седышев, В.Н. Швецов // Докл. НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56, № 3. – С. 68-72.

2. Электропроводящий термостойкий фосфатный композиционный материал: пат. РБ, МКП Н 01 В 1/18, С 04 В 28/34, В 82 У 30/00 / О.А. Ивашкевич, К.Н. Лапко, А.И. Лесникович, В.А. Ломоносов, П.П. Кужир, С.А. Максименко, Л.Г. Булушева, А.В. Окотруб; заявители Учреждение БГУ «НИИ физико-химических проблем»; НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ; Учреждение РАН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения РАН. – № а 20120073; заявл. 19.01.2012; опубл. 23.12.2013 // Нац. центр интеллект. собственности.