химии и химического материаловедения СО РАН, Институт катализа СО РАН; Ч.Н. Барнаков [и др.]. - Опубл. в Б.И., 2011. - № 26.

5. Патент № 2456235, РФ, МПК С 01 В 31/04, С 25 В 1/00 Способ получения пенографита / Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Институт катализа СО РАН; Ч.Н. Барнаков [и др.]. - Опубл. в Б.И., 2012. - № 20.

6. *Хохлова Г.П.* Влияние природы и количества катализатора на фазовую структуру углеродного материала, полученного низкотемпературной каталитической графитацией каменноугольного пека // Хохлова Г.П., Малышева В.Ю., Барнаков Ч.Н., Попова А.Н., Исмагилов З.Р. // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2013. - № 5 - С. 21-24.

7. Патент № 2233794, РФ. Способ получения пенографита и пенографит, полученный данным способом. / В.В. Авдеев [и др.] // Опубл.2004. (РЖХим, 2005, 12-19Л 306 П).

Авторы статьи

Хохлова
Галина Павловна
к.х.н., доцент, с.н.с. ИУХМ СО РАН
e-mail: gkhokhlova@yandex.ru

Барнаков
Чингиз Николаевич
д.х.н. ,в.н.с., зав. лаб. ИУХМ СО РАН
e-mail: barnakov@rambler.ru

Хицова
Людмила Михайловна
ведущий технолог КемНЦ СО РАН, ИУХМ СО РАН
e-mail: hitluda@mail.ru

Малышева
ВалентинаЮрьевна
ведущий технолог ИУХМ СО РАН,
e-mail:v23091@yandex.ru

Исмагилов
Зинфер Ришатович
чл.-корр. РАН, д.х.н., директор ИУХМ СО РАН
e-mail:IsmagilovZR@iccms.sbras.ru

УДК 54-386

Е.В. Черкасова, А.А. Осипенко

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕРМОИНДИКАТОРЫ

В России в настоящее время отсутствует серийное производство цветовых индикаторов температуры, которое удовлетворяет современным требованиям науки и химической технологии. Разнообразие производственных процессов не позволяет в полной мере удовлетворить потребность в эффективных методах и средствах измерения температуры. Имеющаяся систематизация и классификация термоиндикаторных устройств не позволяет учесть все особенности и практические требования, предъявляемые к этим объектам.

Современные тенденции развития технологии термоиндикаторных материалов направлены на усовершенствование термочувствительных составов, оптимизацию технологии их изготовления и повышение точности измерения. В качестве сенсорных компонентов термодатчиков наиболее эффективными являются композиции на основе координационных соединений металлов, отличающиеся большим разнообразием форм и составов.

Предлагаемые термоиндикаторные композиции на основе координационных соединений металлов являются наиболее перспективными в практическом плане материалами, так как обладают комплексом уникальных свойств, главные из которых:

- яркая окраска пигментов и чёткие температуры переходов;
- способность обратимо изменять окраску при определённой температуре, диапазон изменения температуры зависит от состава композиции и охватывает область от 45 до 220 ºС;
- устойчивость при хранении длительный период времени и термическая стабильность в условиях эксплуатации;
- отсутствие составляющих, обладающих токсичностью и агрессивностью по отношению к поверхности контролируемого материала;
- возможность измерения температуры труднодоступных поверхностей любой формы и величины, непосредственное измерение температурного поля и распределения тепловых нагрузок;
- растворимость в органических растворителях и индифферентность к наиболее часто применяемым наполнителям и связующим;
- долговечность термочувствительного покрытия;
- термопигменты - экологически чистые материалы, безопасны в процессе изготовления и эксплуатации, не требуют специальных мероприятий по утилизации.

Свойства предлагаемых термоиндикаторов обусловливают перспективу их применения в качестве термических сенсоров и открывают широкие возможности для исследования тепловых явлений и процессов.

По принципу действия термоиндикаторы подразделяются на четыре основных типа: термохимические индикаторы, термоиндикаторы плавления, жидкокристаллические и люминесцентные термоиндикаторы. Наиболее обширную группу

№ п/п	**Наименование показателей**	«Обратимый хромовый термоиндикатор»	«Термоиндекс»
1	Форма выпуска	Термопорошок	Термопорошок
2	Термочувствительное вещество	Комплексное соединение хрома (III)	Кадмий каприновокислый
3	Диапазон изменения окраски, ºС	50-220	75-82
4	Характеристика термоперехода	Обратимый	необратимый
5	Область применения	Определение градиента температур поверхности	Определение градиента температур поверхности

составляют термохимические индикаторы, изменение цвета которых происходит за счёт того или иного химического воздействия компонентов. Эти изменения окраски могут происходить быстро или медленно, обратимо или необратимо. Цвет и температура перехода зависят от химического состава термоиндикаторов.

Для неорганических веществ термохромный переход обусловлен изменением чаще всего изменением кристаллической структуры. Температура, характеризующая термохромный переход, может значительно изменяться при диспергировании вещества в твёрдой матрице или при смешивании с другими веществами. Температура термохромного перехода является функцией скорости нагревания или охлаждения и для одного и того же вещества может незначительно изменяться.

Проведённые исследования показывают, что разрабатываемые термочувствительные составы обладают рядом преимуществ по сравнению с аналогами, так как обладают способностью обратимо изменять окраску, доступны в получении и удобны в использовании на практике.

Термочувствительные вещества получены по реакциям:

$K_3[Cr(NCS)_6]\cdot 4H_2O + Ln(NO_3)_3\cdot 6H_2O + 8(\varepsilon\text{-}C_6H_{11}NO) =$

$= [Ln(\varepsilon\text{-}C_6H_{11}NO)_8][Cr(NCS)_6]\downarrow + 3KNO_3 + 10H_2O$ [1]

$K_3[Cr(NCS)_6]\cdot 4H_2O + 6(\varepsilon\text{-}C_6H_{11}NO) + 3HCl =$

$= (C_6H_{12}NO)_3[Cr(NCS)_6]\cdot 3(\varepsilon\text{-}C_6H_{11}NO)\downarrow + 3KCl + 4H_2O$ [2]

В качестве сырья для приготовления термочувствительных составов используются химические вещества и материалы, выпускаемые серийно отечественными производителями. Технология синтеза пигментов, изучения их состава, физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик предусматривает применение стандартных операций, устройств, лабораторного оборудования и методического обеспечения.

Сравнение характеристик разработанного «Обратимого хромового термоиндикатора» со свойствами имеющегося на рынке аналога – термокраски «Термоиндекс» приведено в таблице:

Сравнительная характеристика свойств обратимого хромового термоиндикатора и термокраски «Термоиндекс»

В отличие от технологии неорганических пигментов, технология производства термочувствительных композиций на основе координационных соединений металлов с органическими и неорганическими лигандами в целом является менее энерго- и трудозатратной, так как производимые материалы относятся к продуктам малотоннажной химии и удешевляют производство термоиндикаторных устройств. Вместе с тем, разрабатываемая технология достаточно гибкая в аппаратурном оформлении и позволяет получать широкий ассортимент термоиндикаторов различного состава, формы и диапазона действия при сохранении малых масштабов производства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биметаллический цветовой индикатор температуры / Е.В. Черкасова, Т.Г. Черкасова//Патент №2415146 Российская Федерация: МПК[51] CO7F 11/00; заявитель и патентообладатель Кузбас.гос.техн.ун-т.- №2009125505/04; заявл. 03.07.2009; опубл. 27.03.2011, Бюл.№9.-4с.

2. Обратимые биметаллические термоиндикаторы/ Е.В. Черкасова, Т.Г. Черкасова, Э.С. Татаринова// Пат. 2301974 Российская Федерация: МПК[51] GO1R 11/12; заявитель и патентообладатель Кузбас. гос. техн. ун-т. - №2005139906/28; заявл. 20.12.05; опубл. 27.06.2007, Бюл. №18. – 3с.

Авторы статьи:

Черкасова
Елизавета Викторовна,
канд. хим. наук, доцент каф. химии и технологии неорганических веществ и наноматерилов КузГТУ
E-mail: cherkasovaliza@mail.ru

Осипенко
Алеся Александровна,
магистр каф. Химии и технологии неорганических веществ и наноматерилов КузГТУ,
E-mail: Lesenok7985@mail.ru