

СТЕКЛА ДЛЯ ИНДИКАЦИИ ПЫЛЕВЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Т.К.Павлушкина, канд. техн. наук;
И.В.Морозова, (e-mail: stateglass@co.ru)
ОАО «Институт стекла» (Россия, г. Москва)

Ключевые слова: стекло, микросферы, изотопы, облучение, радиоактивность, твердые аэрозоли, пыль.

Наиболее эффективным индикатором пылевых загрязнений является радиоактивная стеклянная пыль, которую с успехом можно использовать для индикации пылевых загрязнений, изучения поведения твердых аэрозолей, обнаружения вредных для здоровья людей пылей в незараженных, помещениях, а также для определения количества пыли, оседаемой на фильтре и проходящей через него. Активные частицы могут быть получены либо нанесением на поверхность частиц радиоактивного изотопа из раствора, либо облучением пыли в атомном реакторе.

Для вышеуказанных целей широко используются порошки силикатных стекол, активированные радиоактивными окислами. Стеклянная пыль оплавляется при высокой температуре в присутствии радиоактивных окислов, которые сорбируются на поверхность частиц. Радиоактивная пыль не всегда плотно прилипает к стеклу, может отслаиваться в процессе работы, тем самым загрязняя приборы и контролирующие устройства.

Стеклянная пыль, активированная путем нанесения на ее поверхность радиоактивного изотопа из раствора, может быть использована только для измерения сил адгезии в воздушной среде, так как в жидкой среде радиоактивные изотопы переходят в раствор, что делает невозможным определение числа частиц радиометрическим методом.

Наиболее перспективным материалом для вышеуказанных целей являются фосфатные стекла, содержащие в своем составе большое количество фосфорного ангидрида, в которых, при облучении потоком нейтронов, образуется радиоактивный изотоп фосфора P^{32} с β излучением и периодом полураспада 14,22 дня. Этот короткоживущий изотоп позволяет эффективно обнаруживать пылевые загрязнения, не представляя опасности для обслуживающего

персонала, так как облучение стеклянного порошка проводится на последней стадии его подготовки к использованию в эксперименте.

Стекло, предназначенное для изучения поведения твердых аэрозолей, должно быть легкоплавким, чтобы при температурах не выше 1000° из стеклянной пыли оплавлялись микрошарики. В состав стекла не должны входить окислы, дающие при облучении нейтронами собственные изотопы, чтобы не загрязнять излучение радиоактивного фосфора.

К оксидам модификаторам структуры стеклообразной матрицы, не дающим радиоактивные изотопы, можно отнести оксиды алюминия и магния. При облучении других оксидов образуются долгоживущие изотопы (табл. 1).

Таблица 1

	Изотопы							
	Na ²²	Na ²⁴	K ⁴²	Ca ⁴⁵	Co ⁶⁰	Zn ⁶⁵	Sr ⁸⁹	Zr ⁹⁵
Период полураспада	2,58 года	14,90 часа	12,52 часа	164 дня	5,24 года	245 дней	50,5 дня	65 дней
Вид излучения	β^+, γ	β^-, γ	β^-, γ	β^-	β^-, γ	β^+	β^-, γ	β^-, γ

Стекла тройной алюмомагниевофосфатной системы являются довольно тугоплавкими и температура их лежит в пределах 1470-1500°С.

Нами выбрана тройная система P₂O₅ – MgO – SiO₂ и проведен синтез серии стекол.

Магневосиликофосфатные стекла являются легкоплавкими, температура их варки не превышает 1350°С, температура оплавления составляет 800-1000°С. Синтезированные стекла химически устойчивы и не кристаллизуются во время их вторичной термообработки.

Варки проводили в кварцевых тиглях. Стекла хорошо воспроизводятся при различных условиях варки, как в газовой печи, так и в лабораторной электропечи с карбидкремневыми нагревателями, что подтверждается проведением полного химического анализа синтезированных составов.

Осветленные однородные стекла выработывали в виде гранулята путем отливки в воду.

Высушенный гранулят измельчали в шаровой мельнице с уралитовыми мелющими телами до тонины помола не более 40 мк. Фракцию стеклопорошка менее 20 мк отсеивали.

Далее стеклянная пыль смешивалась с измельченным глиноземом, имеющим размеры частиц не более 20 мк.

Полученная смесь обжигается в муфельной электропечи при температуре 800-950°C и толщине слоя не более 10 мм в течение 30 мин. При этом частицы стекла оплавляются, превращаясь в микросферы.

После охлаждения смесь помещается в воду, где путем осаждения стеклянная пыль отделяется от глинозема.

Подготовленное таким образом стекло, облучается в нейтронном потоке $0,5 \cdot 10^{12}$ нейтрон в течение трех часов, создавая активность порядка 100 микрокюри/г стекла.

В стекле создается значительная концентрация радиоактивного изотопа фосфора P^{32} с периодом полураспада 14,22 дня.

Гамма-спектральный анализ излучения активированных нейтронами стекол показал, что они не содержат неучтенных примесей, в количествах, приводящих к образованию в них при нейтронной активации радиоактивных загрязнений, существенных по сравнению с бета-активностью наводимого радиофосфора, уровень которой отвечает расчетной величине.

Образование в стекле короткоживущего изотопа с β -излучением, позволяет его использовать в качестве индикатора поведения твердых аэрозолей, миграции пылей, адгезии порошков и пыли в экспериментальных и производственно-технических условиях. Весьма эффективно использование радиоактивной стеклянной пыли при исследовании работы фильтрующих установок, позволяющее количественно определять частицы, проходящие через фильтры и осаждаемые на них.

Обнаружение и количественное определение пылевых загрязнений «радиоактивной индикацией» обеспечивает высокую чувствительность этого метода, причем возможно обнаружение пыли в микроколичествах, не доступных к исследованию другими известными методами: весовым, люминесцентным и т.д.

Разработанные нами составы магнийсиликофосфатных стекол рекомендованы к использованию в научных и производственно-технических исследованиях поведения твердых аэрозолей в различных технологических процессах.

2013 г.