

УДК 535.37
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ
МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ КРАСИТЕЛЕЙ

В. И. ПОПЕЧИЦ
НИУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ им. А. Н. Севченко» БГУ
Минск, Беларусь

Для проведения неразрушающего радиационного контроля структуры материалов и изделий используются различные источники ионизирующих излучений, методы, приборы и установки [1, 2]. Растворы органических красителей имеют интенсивные полосы поглощения в видимой области спектра [3], что определяет возможность их применения в качестве детекторов радиационной дозы. Под воздействием ионизирующего излучения происходит изменение цвета многокомпонентного раствора, зависящее от исходной концентрации и химической природы красителей, физико-химических свойств растворителя, радиационной дозы воздействовавшего на раствор ионизирующего излучения [4, 5].

Если между источником ионизирующего излучения и многокомпонентным жидким или твердым раствором красителей поместить материал или изделие, то изменение цвета раствора в определенном месте раствора будет коррелировать с величиной радиационной дозы, воздействовавшей на данный участок раствора и, следовательно, по цветовой структуре отпечатавшегося на растворе изображения материала или изделия можно судить о внутренней структуре объекта [5, 6]. Глаз человека точнее реагирует на изменение цвета, чем на изменение контраста черно-белого изображения (градации серого цвета) [7].

В работе исследованы спектрально-оптические и определенные физико-химические свойства необлученных и облученных многокомпонентных растворов красителей различных классов с целью создания на их основе регистрирующих сред, перспективных для неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий. Растворы облучались на гамма-установке "МРХγ-25М", в которой в качестве источника гамма излучения используется ^{60}Co , а также на рентгеновской установке ДРОН 2 (напряжение на рентгеновской трубке – 22 кВ, электрический ток в трубке – 10 мА).

В идеальном случае многокомпонентные растворы красителей, регистрирующие ионизирующие излучения, должны иметь достаточно высокий радиационно-химический выход, который не должен зависеть, в широких пределах, от вида излучения, его энергии, концентрации реагентов, температуры и любых других условий, которые могут изменяться во время облучения исследуемого образца (рН раствора, содержание растворенных газов и т. п.). Кроме того, они должны быть достаточно стабильными до облучения и после него. Для практических применений желательно, чтобы

для их приготовления можно было применять реактивы обычной степени чистоты и, чтобы аналитические методики для определения радиационно-химического превращения не были трудоемкими.

Простейшим многокомпонентным раствором является трехкомпонентный раствор, состоящий из растворителя и двух красителей, один из которых поглощает в длинноволновой области видимого спектра, а другой – в коротковолновой. При увеличении времени облучения раствора (дозы облучения) изменяется его цвет, приближаясь к цвету раствора более радиационно-стойкого красителя. При использовании трехкомпонентного раствора красителей в качестве регистрирующей среды для целей радиационного контроля необходимо, чтобы красители в данном растворе имели интенсивные электронно-колебательные полосы поглощения в видимой области спектра, хорошо растворялись в выбранном растворителе, химически не взаимодействовали друг с другом и с образующимися продуктами радиационной деструкции красителей, имели существенно различающиеся скорости радиационной деструкции (в этом случае изменения цвета соседних участков раствора будут наиболее чувствительны к изменению величин радиационной дозы, воздействовавших на эти участки), обладали низким фэдингом, т. е. чтобы изменения цвета облученных участков раствора после прекращения воздействия радиации были минимальными.

На рис. 1 в полулогарифмическом масштабе представлена зависимость нормированной интенсивности поглощения в максимуме длинноволновых полос поглощения красителей от времени облучения трехкомпонентного раствора.

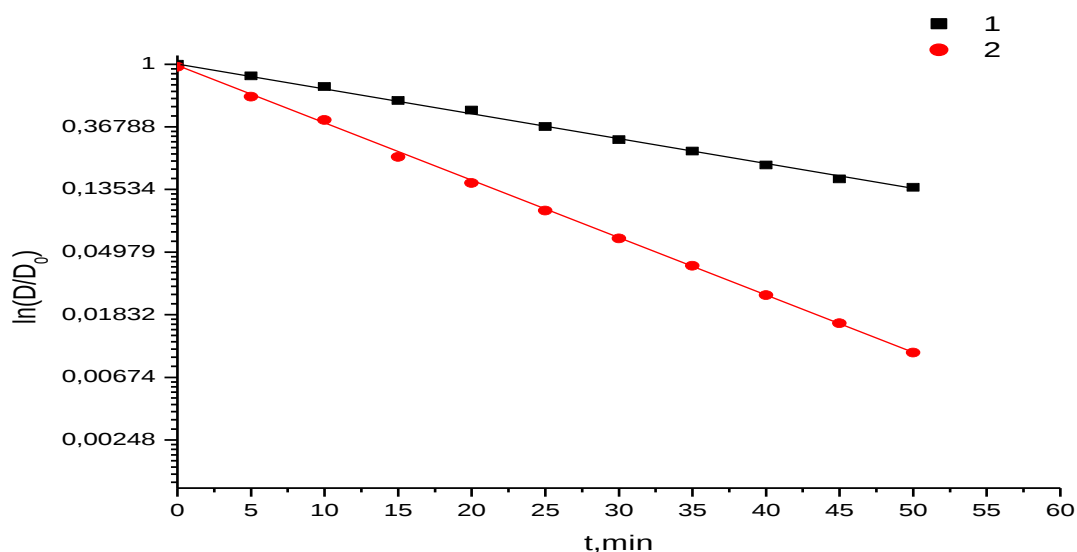


Рис. 1. Зависимость нормированной интенсивности поглощения в максимуме длинноволновых полос раствора трипафлавина (1) + малахитовый зеленый (2) в воде от времени облучения раствора. Мощность экспозиционной дозы облучения – 0,63 Гр/с

Исходя из критериев отбора многокомпонентных водных растворов красителей для целей неразрушающего радиационного контроля, а именно: хорошая растворимость красителей в воде, большие коэффициенты экстинкции красителей в видимой области спектра, отсутствие химического взаимодействия красителей в растворе между собой и с продуктами радиационной деструкции красителей, сильно различающиеся скорости радиационной деструкции красителей в растворе, низкий фэдинг и т. д., были подобраны определенные пары красителей и проведенные испытания с различными тестовыми структурами (тестовые структуры накладывались на растворы красителя и облучались на рентгеновской установке ДРОН 2) показали, что данные многокомпонентные растворы вполне пригодны для использования в качестве визуализаторов жестких излучений при проведении неразрушающего контроля материалов и изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пикаев, А. К.** Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А. К. Пикаев. – М. : Наука, 1985. – 375 с.
2. **Попечиц, В. И.** Визуализаторы ионизирующих излучений на основе растворов арилметановых красителей / В.И.Попечиц // Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ, 2011. – С. 57–58.
3. **Бахшиев, Н. Г.** Введение в молекулярную спектроскопию / Н. Г. Бахшиев. – Л. : Изд. ЛГУ, 1987. – 215 с.
4. **Попечиц, В. И.** Визуализаторы ионизирующего излучения на основе многокомпонентных растворов красителей / В. И. Попечиц // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БНТУ, 2012. – С. 128–133.
5. **Попечиц, В. И.** Неразрушающий контроль материалов и изделий с помощью многокомпонентных растворов красителей / В. И. Попечиц // IV Конгресс физиков Беларуси: сб. науч. тр. НАН Беларуси. – Минск, 2013 – С. 200–201.
6. **Попечиц, В. И.** Дефектоскопия материалов и изделий с помощью многокомпонентных растворов красителей / В. И. Попечиц // Достижения физики неразрушающего контроля: Сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : Институт прикладной физики НАН Беларуси, 2013. – С. 284–289.
7. Цвет в ЖК дисплее, модели цвета, цветовосприятие / Л. В. Кухарчик [и др.]. – Минск : Изд. БГУ, 2003. – 199 с.

E-mail: Papechyts@bsu.by