

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

В.И. Попечиц

Научно-исследовательское учреждение "Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко" Белорусского государственного университета.
ул. Курчатова, 7, 220108, Минск, Беларусь, тел. 212-50-00; e-mail: papechyts@bsu.by

Исследованы спектрально-оптические и некоторые физико-химические характеристики ряда твердых и жидких многокомпонентных растворов органических красителей. Показано, что некоторые растворы могут использоваться в качестве регистраторов ионизирующих излучений для неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий.

Введение

Жидкие и твердые растворы органических красителей в органических и неорганических растворителях имеют интенсивные полосы поглощения в видимой области спектра. В работах [1 – 6] было показано, что под воздействием ионизирующего излучения многокомпонентные растворы красителей изменяют цвет. Изменение цвета раствора зависит от исходной концентрации и химической природы красителей, физико-химических свойств растворителя, спектрального состава и дозы воздействующего на раствор ионизирующего излучения.

Если между источником ионизирующего излучения и многокомпонентным раствором красителей поместить материал или изделие любого состава и структуры, то изменение цвета раствора в определенном месте будет коррелировать с радиационной дозой воздействующей на данный участок раствора. Таким образом, по цветовой структуре отпечатавшегося на растворе изображения материала или изделия можно судить о внутренней структуре объекта (о наличии полостей, вкраплений и т.п.).

Основная часть

В данной 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, наиболее пригодных для применения в проведении неразрушающего контроля материалов и изделий различной природы.

Многокомпонентные растворы красителей облучались на гамма-установке "МРХγ-25М", в которой в качестве источника гамма излучения используется ^{60}Co . Мощность дозы облучения изменялась в диапазоне 2 – 0,5 Гр/с. На спектрофотометре PV 1251 "Solar" перед облучением, непосредственно после облучения и через определенное время после облучения записывались спектры поглощения растворов. Оптическая плотность растворов составляла 2,2 – 2,5.

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. На рис. 1 представлены спектры поглощения водно-

го раствора двух красителей триафлавин + малахитовый зеленый необлученного и облученного в течение различного времени, из которого видно, что при увеличении времени облучения раствора (дозы облучения) изменяется его цвет, приближаясь к цвету раствора более радиационно-стойкого красителя (триафлавина).

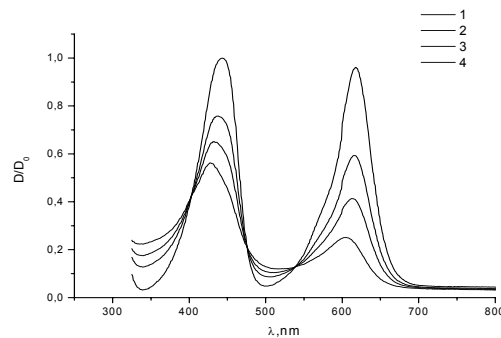


Рис. 1. Спектры поглощения раствора триафлавин + малахитовый зеленый в воде необлученный раствор (1), облученный в течение 5 (2), 10 (3), 15 (4) мин. Мощность экспозиционной дозы облучения – 0,63 Гр/с.

На рис. 2 в полулогарифмическом масштабе представлена зависимость нормированной (принятой за единицу для необлученного раствора) интенсивности поглощения в максимуме длинноволновых полос поглощения красителей от времени облучения трехкомпонентного раствора, из которого видно, что радиационная деструкция красителей экспоненциально зависит от времени облучения раствора.

Для твердых растворов исследованных красителей (в матрице поливинилового спирта, полистирола, полиметилметакрилата) характерные величины доз, необходимых для полубесцвечивания растворов, более чем на два порядка превосходят значения для водных или этанольных растворов [1 – 3].

При использовании трехкомпонентного раствора красителей в качестве регистрирующей среды для целей радиационного неразрушающего контроля необходимо, чтобы красители в данном растворе имели существенно различающиеся скорости радиационной деструкции (в этом случае изменения цвета соседних участков раствора будут наиболее чувствительны к изменению величин радиационной дозы, воздейству-

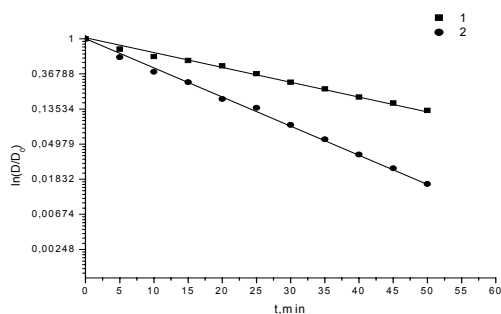


Рис. 2. Зависимость нормированной интенсивности поглощения в максимуме длинноволновых полос раствора фуксин основание (1) + метиленовый голубой (2) в воде от времени облучения раствора (в минутах). Мощность экспозиционной дозы облучения - 0,63 Гр/с.

ющей на эти участки). По этой характеристике из исследованных трехкомпонентных растворов наиболее пригодными оказались растворы следующих пар красителей: трипафлавин + малахитовый зеленый, кислотный алый + метиленовый голубой, фуксин основание + метиленовый голубой, флуоресцеин + метиленовый голубой, эозин + малахитовый зеленый, эозин + кислотный зеленый антрахиноновый H₂C, родамин С + малахитовый зеленый, родамин С + бриллиантовый зеленый. Указанные красители в водных и водно-этанольных растворах также химически не взаимодействовали друг с другом и с образующимися в растворе продуктами радиационной деструкции. Некоторые водные и водно-этанольные растворы пар красителей оказались непригодными для использования в качестве регистрирующих сред, так как красители химически взаимодействовали в растворе между собой. Образовывался осадок в виде хлопьев и раствор обесцвечивался. Например, водный раствор конго (красный + метиленовый голубой).

В результате исследования спектрально-оптических свойств облученных ионизирующим излучением растворов красителей установлено, что необратимая радиационная деструкция исследованных красителей (радиационное обесцвечивание) в конденсированных средах, вызывается окислением красителей кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами, а также относительно стабильным продуктом – пероксидом водорода, образующимся в результате радиолитического разложения растворителей [3 – 6].

При использовании многокомпонентных растворов в качестве регистраторов радиационной дозы важно также, чтобы растворы обладали низким фэдингом, т.е. чтобы изменения цвета облученных участков раствора после прекращения воздействия радиации были минимальными.

USING OF MANYCOMPOUNDS DYES SOLUTIONS FOR NONDESTRUCTIVE RADIATION DETECTION OF MATERIALS AND PRODUCTS

V.I. Papechits

A. N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems of Byelorussian State University, 220108, Minsk, Kurchatov st., 7; phone: 212-50-00; e-mail: papechits@bsu.by

The spectral-optical and some physical-chemical characteristics of a number of solid and liquid manycomponent solutions of organic dyes have been investigated. It is shown that some solutions may be used as recorders of ionizing radiation for nondestructive radiation detection of materials and products.

Исследования фэдинга наполовину радиационно обесцвеченных водных и водно-этанольных растворов по поглощающему в длинноволновой области видимого спектра красителю (см. рис. 3), а также влиянию пероксида водорода на спектрально-оптические свойства растворов исследованных красителей, показали, что растворы указанных выше пар красителей по этим характеристикам вполне пригодны для использования в качестве регистраторов радиационной дозы при проведении неразрушающего контроля.

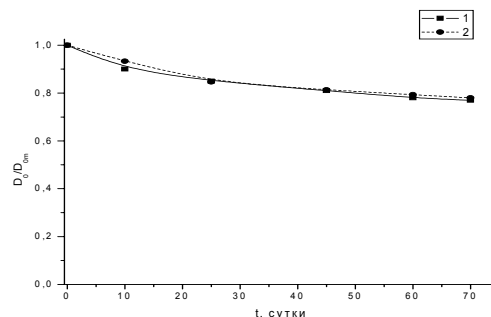


Рис. 3. Изменение нормированной интенсивности поглощения (D_m/D_{om}) водного раствора флуоресцеин (1) + метиленовый голубой (2) со временем (в сутках).

Заклучение

Исследование влияния ионизирующих излучений на спектрально-оптические характеристики многокомпонентных растворов красителей различных классов показали, что некоторые растворы (см. выше) могут быть перспективными для использования в качестве регистрирующих сред при проведении неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий.

Список литературы

1. Попечиц В.И. // Журнал прикладной спектроскопии. – 2003. – Т. 70, № 1. – С. 34 – 37.
2. Попечиц В.И. // Вестник БГУ. Серия 1. – 2008. – № 2. – С. 49 – 52.
3. Попечиц В.И. // Взаимодействие излучений с твердым телом: Материалы 8-й Междунар. конф. / Белорусский государственный университет. – Минск, 2009. – С. 346 – 347.
4. Попечиц В.И. // Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 10-й Междунар. научной конф. – Минск, 2010. Ч. 2. – С. 228.
5. Гончаров В.К., Козадаев К.В., Попечиц В.И., Пузырев М.В. // Вестник БГУ. Серия 1. – 2010. – № 1. – С. 3 – 10.
6. Попечиц В.И. // Приборостроение – 2010: Материалы 3-ей Междунар. научно-технической конф. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2010. – С. 111 – 112.