

УДК 535.37  
ВИЗУАЛИЗАТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ  
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ

В. И. ПОПЕЧИЦ

Научно-исследовательское учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
им. А. Н. Севченко» БГУ  
Минск, Беларусь

Для проведения радиационного неразрушающего контроля материалов и изделий используются различные источники ионизирующих излучений. Растворы органических красителей в органических и неорганических растворителях, а также в полимерных матрицах имеют интенсивные полосы поглощения в видимой области спектра, что определяет возможность их применения в качестве детекторов радиационной дозы. Под воздействием ионизирующего излучения жидкие и твердые многокомпонентные растворы красителей изменяют цвет. Изменение цвета раствора зависит от исходной концентрации и химической природы красителей, физико-химических свойств растворителя, спектрального состава и радиационной дозы воздействовавшего 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 величиной радиационной дозы, воздействовавшей на данный участок раствора. Таким образом, по цветовой структуре отпечатавшегося на растворе изображения материала или промышленного изделия можно судить о внутренней структуре объекта исследования (о наличии полостей, вкраплений и других дефектов). Глаз человека точнее реагирует на изменение цвета, чем на изменение контраста черно-белого изображения (градации серого цвета).

В данной работе проведено исследование радиационной стойкости, фэдинга и других характеристик жидких и твердых многокомпонентных растворов красителей различных классов с целью определения возможности их использования в качестве регистрирующих систем для визуального радиационного неразрушающего контроля внутренней структуры материалов и изделий. Объектами исследования служили жидкие и твердые многокомпонентные растворы органических красителей различных классов: арилметановые, ксантеновые, акридиновые, кислотные, тиазиновые, полиметиновые и др. Применялись спектроскопические чистые красители. В качестве растворителей использовалась дистиллированная вода, этанол, изопропанол, поливиниловый спирт и др.

При практическом применении многокомпонентных растворов красителей в качестве детекторов радиационной дозы важно, чтобы

растворы красителей обладали низким фэдингом. Для определения фэдинга растворов двух красителей были проведены исследования зависимости интенсивностей спектров поглощения наполовину обесцвеченных растворов (по красителю, имеющему более интенсивную полосу поглощения в видимой области спектра) в зависимости от времени хранения раствора в темноте. Растворы хранились в темноте, чтобы исключить их возможное фотохимическое обесцвечивание.

Проведенные исследования показали, что необратимая радиационная деструкция органических красителей в растворах происходит в результате окисления красителей короткоживущими кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами ( $\text{OH}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HO}_2$ , и др.), а также относительно стабильным продуктом радиолиза – пероксидом водорода, образующимся при радиолизе растворителей.

Исходя из критериев отбора многокомпонентных водных и водно-спиртовых растворов красителей для целей радиационной дефектоскопии, а именно: хорошая растворимость красителей в воде и спиртах, большие коэффициенты экстинкции красителей в видимой области спектра, отсутствие химического взаимодействия красителей в растворе между собой и с продуктами радиационной деструкции красителей, максимально различающиеся скорости радиационной деструкции красителей в растворе, низкий фэдинг, хорошие цветоконтрастные характеристики, наиболее эффективными оказались водные и водно-спиртовые растворы следующих пар красителей (один из которых поглощает в коротковолновой, а другой – в длинноволновой областях видимого спектра): кислотный желтый светопрочный + кислотный зеленый антрахиноновый Н2С, кислотный желтый светопрочный + кислотный ярко-голубой 3, трипафлавин + метиленовый голубой, кислотный алый + метиленовый голубой, флуоресцеин + метиленовый голубой, родамин 6Ж + кислотный ярко-голубой 3, эозин натрий + кислотный ярко-голубой 3, эозин натрий + кислотный зеленый антрахиноновый Н2С, ланазоль оранжевый + кислотный ярко-голубой 3, ланазоль оранжевый + кислотный зеленый антрахиноновый Н2С.

Проведенные с различными тестовыми структурами испытания (тестовые структуры накладывались на растворы красителя и облучались на рентгеновской установке ДРОН 2, напряжение на рентгеновской трубке равнялось 22 кВ, электрический ток в трубке – 10 мА) показали, что указанные выше растворы вполне пригодны для использования в качестве визуализаторов жестких излучений при проведении неразрушающего контроля материалов и изделий. Окрашенные вышеуказанными парами красителей полимерные пленки более удобны в использовании, но требуют примерно на два порядка большего времени экспозиции.