

УДК 535.37  
ВИЗУАЛЬНЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ РАСТВОРОВ  
КРАСИТЕЛЕЙ И ПИГМЕНТОВ

В.И. ПОПЕЧИЦ, О.Н. КРАВЦОВА  
Научно-исследовательское учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
им.А.Н.Севченко» БГУ  
Минск, Беларусь

Твердые и жидкие растворы органических красителей и пигментов имеют интенсивные электронно-колебательные полосы поглощения в видимой области спектра. При воздействии на растворы гамма-излучения происходит необратимое обесцвечивание растворов, т. е. уменьшение интенсивности полос поглощения. Поэтому растворы органических красителей и пигментов могут использоваться в качестве дозиметров радиационной дозы, воздействовавшей на раствор. При этом растворы красителей и пигментов должны обладать определенными свойствами: скорость обесцвечивания раствора должна быть пропорциональна величине радиационной дозы, фэдинг раствора должен быть достаточно низким, т. е. интенсивность полосы поглощения раствора не должна изменяться после прекращения гамма-облучения, в многокомпонентном растворе красители и пигменты не должны химически взаимодействовать друг с другом и с продуктами радиационной деструкции красителей и пигментов.

В данной работе исследовано влияние гамма-излучения  $^{60}\text{Co}$  на электронно-колебательные спектры поглощения растворов ряда спектроскопически чистых ксантеновых и кислотных красителей: уранин, эозин, трипафлавин, производные родамина, кислотный алый, кислотный ярко-голубой 3, кислотный желтый светопрочный и др., а также пигментов: медь серноокислая, кобальт хлористый, никель хлористый и др. Исследование проводилось с целью выяснения радиационной стойкости красителей и пигментов в жидких и твердых растворах, механизмов радиационных процессов, происходящих в растворах при гамма-облучении, возможности создания на основе растворов простых, удобных в применении, дешевых детекторов дозы и мощности дозы гамма-излучения. В качестве жидких растворителей использовались: дистиллированная вода, этанол, изопропанол, диметиламин и др., которые предварительно очищались по стандартным методикам. Для получения твердых растворов применялся поливиниловый спирт и полистирол. Оптическая плотность в максимуме длинноволновой полосы поглощения свежеприготовленных необлученных жидких растворов составляла 2,3–2,4; окрашенных полимерных пленок 0,9–1,1. Твердые и жидкие растворы красителей в специальных кюветах облучались на гамма-установке "МРХγ-25М", в которой источником гамма-излучения являлся  $^{60}\text{Co}$  (энергия гамма-квантов 1,09 МэВ). Мощность дозы облучения для каждого раствора имела определенное значение из диапазона



2,5–0,5 Гр/с. Непосредственно после облучения, а также через определенные промежутки времени после облучения, на спектрофотометре PV 1251 "Solar" регистрировались электронно-колебательные спектры поглощения растворов. Погрешность измерений спектров не превышала 3 %.

С увеличением времени облучения растворов происходило уменьшение интенсивности длинноволновых полос спектров поглощения красителей и пигментов (формы полос практически не изменялись), а в коротковолновой области спектров возникали полосы поглощения продуктов радиационной деструкции. Радиационное обесцвечивание растворов являлось необратимым и происходило по экспоненциальному закону.

При радиоллизе растворителей, молекулы которых содержат кислород образуются кислородсодержащие радикалы и ион-радикалы, а также относительно стабильный продукт – пероксид водорода. При хранении облученных растворов красителей и пигментов в темноте в течение длительного времени (до 80 суток) у некоторых из них практически не наблюдалось уменьшения интенсивности длинноволновых полос поглощения растворов, т. е. эти растворы обладали низким фэдингом.

Проведенные исследования показали, что по визуально определяемому (на основе сравнения с предварительно построенной градуировочной цветовой шкалой) изменению цвета растворов ряда красителей и пигментов можно судить о величине интегральной радиационной дозы воздействовавшей на раствор. Точность такого визуального определения радиационной дозы, согласно проведенным оценкам, составляет около 15 %. При записи спектров облученных растворов на спектрофотометре точность измерения радиационной дозы примерно равна точности регистрации спектров поглощения, т.е. 3 %. Для практического применения достаточно нескольких капель раствора, помещенных в стеклянный сосуд объемом около 1 мл, т.е. детекторы интегральной радиационной дозы на основе растворов красителей очень дешевы и удобны в использовании. Чтобы устранить деструкцию красителей под воздействием видимого и ультрафиолетового света, стеклянный сосуд с раствором следует обернуть черной бумагой или поместить в непрозрачный полиэтиленовый пакет. Времена полуобесцвечивания растворов красителей и пигментов в значительной степени зависят от химической природы красителя и применяемого растворителя. Так, например, времена полуобесцвечивания родамина С в воде и в матрице поливинилового спирта различаются в 220 раз. Поэтому, для различных диапазонов дозы и мощности дозы можно подобрать соответствующие красители и растворители. Водные и спиртовые растворы красителей и пигментов могут успешно использоваться для визуального определения интегральной радиационной дозы в диапазоне 30–5000 Гр, а окрашенные полимерные пленки – 3000–400000 Гр.