

ВИЗУАЛИЗАТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Введение. В видимой области спектра жидкие и твёрдые растворы органических красителей в органических и неорганических растворителях имеют интенсивные электронно-колебательные полосы поглощения [1; 2]. В работах [3—6] было показано, что под воздействием ионизирующего излучения (рентгеновское и гамма-излучение) большинство многокомпонентных растворов красителей изменяют цвет. Данное изменение 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 определённом месте будет коррелировать с величиной радиационной дозы 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.).

Многокомпонентные растворы красителей, используемые в качестве визуализаторов ионизирующего излучения, должны иметь достаточно высокий радиационно-химический выход, не зависящий 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 растворённых газов и т. п.). Для практического применения желательно, чтобы для их приготовления можно было использовать реактивы обычной степени чистоты. Красители в данном растворителе не должны химически взаимодействовать друг с другом и с продуктами радиационной деструкции красителей. Для надёжности проводимых измерений интегральной радиационной дозы необходимо, чтобы многокомпонентные растворы органических красителей, обладали достаточно низким фэдингом, т. е. не обесцвечивались после прекращения воздействия на растворы ионизирующего излучения. Для обеспечения необходимого цветового контраста входящие в многокомпонентный раствор красители должны иметь существенно различающиеся по величине скорости радиационной деструкции (в этом случае изменения цвета соседних участков раствора будут наиболее чувствительны к изменению величин радиационной дозы, воздействовавших на эти участки).

В работах [5—8] установлено, что необратимая радиационная деструкция органических красителей (радиационное обесцвечивание) в конденсированных средах вызывается окислением красителей кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами ($\text{OH}^\cdot$, $\text{OH}_2^\cdot$, $\text{HO}_2^\cdot$ и др.), образующимися в результате радиолиза растворителей. В обесцвечивании растворов красителей принимает также участие относительно стабильный продукт радиолиза растворителей — пероксид водорода.

Основная часть. В данной работе исследованы спектрально-оптические и определённые физико-химические свойства необлучённых и облучённых многокомпонентных растворов красителей различных классов в целях создания на их основе визуализаторов ионизирующего излучения, 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 1,0...0,5 Гр/с. На спектрофотометре PV 1251 SOLAR перед облучением, непосредственно после облучения и через определённое время после облучения записывались спектры поглощения растворов. Оптическая плотность растворов составляла 2,2...2,5.

Простейшим многокомпонентным раствором является трёхкомпонентный раствор, состоящий из растворителя и двух красителей, один из которых поглощает в длинноволновой области видимого спектра, а другой — в коротковолновой. Представлены спектры поглощения необлучённого и облучённого в течение различного времени водного раствора двух красителей: трипафлавин + малахитовый зелёный (рисунк 1). Видно, что при увеличении времени облучения раствора (дозы облучения) изменяется его цвет, приближаясь к цвету раствора более радиационно-стойкого красителя (трипафлавина). Для твёрдых 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 водно-этанольных растворов.

Из исследованных трёхкомпонентных растворов по цветовому контрасту наиболее пригодными для радиационной дефектоскопии оказались растворы следующих пар красителей: трипафлавин +

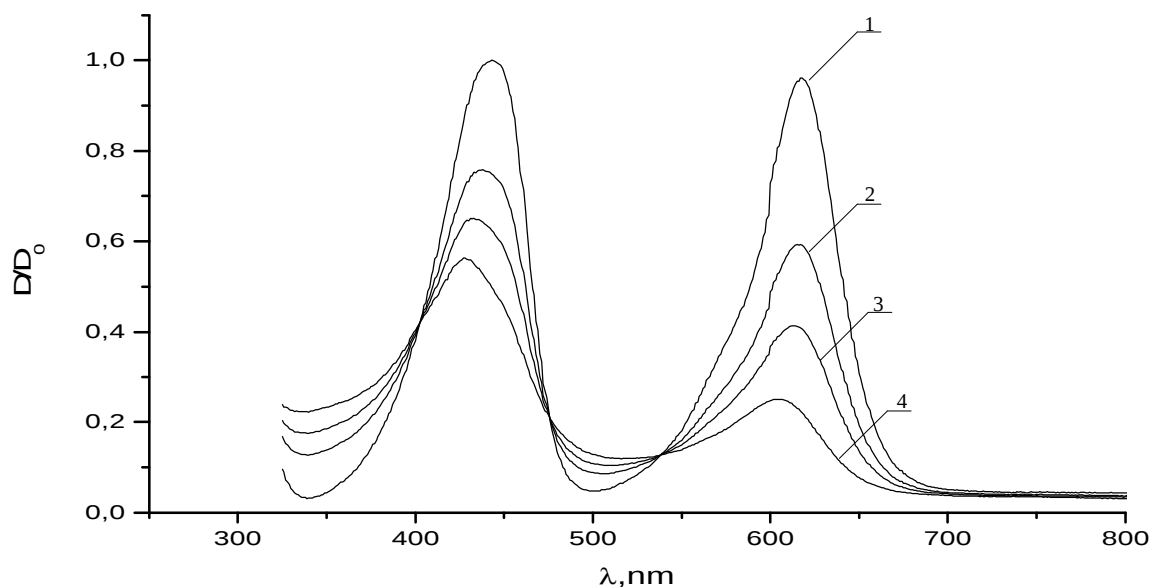


Рисунок 1 — Спектры поглощения водного раствора триафлавин + малахитовый зелёный: необлучённый раствор (1), облучённый в течение 5 (2), 10 (3) и 15 (4) минут. Мощность экспозиционной дозы облучения — 0,63 Гр / с

+ малахитовый зелёный, триафлавин + метиленовый голубой, кислотный алый + метиленовый голубой, фуксин основание + метиленовый голубой, флуоресцеин + метиленовый голубой, эозин натрий + малахитовый зелёный, эозин натрий + кислотный ярко-голубой 3, эозин натрий + кислотный зелёный антрахиноновый H2C, родамин С + малахитовый зелёный, родамин С + бриллиантовый зелёный, родамин 6Ж + кислотный ярко-голубой 3, кислотный жёлтый светопрочный + кислотный зелёный антрахиноновый H2C, кислотный жёлтый светопрочный + кислотный ярко-голубой 3, ланазоль оранжевый + кислотный ярко-голубой 3, ланазоль оранжевый + кислотный зелёный антрахиноновый H2C. Указанные красители в водных и водно-этанольных растворах также химически не взаимодействовали друг с другом и с образующимися в растворе продуктами радиационной деструкции красителей. 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).

Исследования фэдинга наполовину радиационно обесцвеченных водных и водно-этанольных растворов по поглощающему в длинноволновой области видимого спектра красителю, а также влияния 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 материалов и изделий.

Заключение. Исследования влияния ионизирующих излучений на спектрально-оптические характеристики многокомпонентных растворов красителей различных классов показали, что некоторые растворы могут быть перспективными для использования в качестве визуализаторов ионизирующего излучения при проведении неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий.

Список цитируемых источников

1. Теренин, А. Н. Фотоника молекул красителей и родственных органических соединений. / А. Н. Теренин. — Л. : Наука, 1967. — 616 с.
2. Степанов, Б. И. Введение в химию и технологию органических красителей / Б. И. Степанов. — М. : Химия, 1977. — 488 с.
3. Попечиц, В. И. Влияние гамма-облучения на спектральные характеристики растворов ксантовых красителей / В. И. Попечиц // Вестн. БГУ. Сер. 1. — 2008. — № 2. — С. 49—52.
4. Исследование воздействия высокоэнергетического излучения на вещество с целью создания новых материалов и технологий / В. К. Гончаров [и др.] // Вестн. БГУ. Сер. 1. — 2010. — № 1. — С. 3—10.
5. Попечиц, В. И. Применение многокомпонентных растворов красителей для неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий / В. И. Попечиц // Взаимодействие излучений с твёрдым телом : материалы 9-й Междунар. конф. / Белорус. гос. ун-т. — Минск : [б.и.], 2011. — С. 444—445.
6. 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. / Белорус. нац. техн. ун-т. — Минск : [б.и.], 2012. — С. 128—133.

7. Попечиц, В. И. Неразрушающий контроль материалов и изделий с помощью многокомпонентных растворов красителей / В. И. Попечиц // IV Конгресс физиков Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси. — Минск : [б.и.], 2013. — С. 200—201.

8. Попечиц, В. И. Регистрирующие материалы на основе органических красителей для радиационной дефектоскопии / В. И. Попечиц // Оптика и фотоника-2013 : материалы II Междунар. конф. / Самарканд. гос. ун-т им. Алишера Навои. — Самарканд : [б.и.], 2013. — С. 23—26.

Материал поступил в редакцию 03.03.2014 г.

УДК 631.371

Е. В. Соловей, А. И. Войнич, В. В. Пашкевич

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ЭЛЕКТРОТРАКТОР «БЕЛАРУС-3023»

Введение. Электромеханическая трансмиссия — это будущее тракторостроения. Дизельный двигатель передаёт только вращательное движение электрогенератору, работая в оптимальном по топливной эффективности режиме всё время; тяговый двигатель приводит в движение все четыре колеса трактора.

Основная часть. Преимущества такого трактора: электрическому приводу для передачи усилия не нужны валы, шестерни, подшипники, масло и фильтры, он передаёт всю силу уже с первого оборота и очень тонко управляется. А электрическая энергия от электрогенератора может быть использована для электроприводов различных вспомогательных механизмов.

К задачам, которые требуется ещё решить, относится то, что нужно обезопасить водителя от высокого напряжения, составляющего в тракторе 850 вольт, произвести все необходимые компоненты в меньшем размере и создать оптимальное управление системой. Так как на рынке мало подобных примеров, то справиться с этими трудностями будет непросто.

На предоставленном нам тракторе «Беларус-3023» использован стандартный задний мост, усилие на который передаёт тяговый двигатель. Между дизелем (6-цилиндровый двигатель по выбору от Detroit Diesel с 221 кВт / 300 л. с. или от Deutz с 223 кВт / 303 л. с.) и задним мостом (у трактора «Беларус-3022» там расположены сцепление и коробка передач) у нашего находится мотор-генератор и тяговый двигатель (рисунок 1).

Генератор производит электрический ток напряжением 850 вольт, которое электрическим тяговым электродвигателем приводит в движение трактор с полной мощностью от 0 до 40 км / ч.

Для того чтобы оптимизировать КПД, все существующие на сегодняшний день прототипы оснащены ещё четырёхступенчатым дополнительным редуктором между тяговым электродвигателем и задним мостом.

К началу серийного производства этот редуктор планируется упростить до двух ступеней: от 0 до 20 км / ч — для полевых работ, от 0 до 40 км / ч — для транспортных работ.

На тракторе установлены: двигатель Detroit Diesel S40E 8,7 LTA M146 с 221 кВт / 300 л. с. при 2 200 мин⁻¹ или Deutz BF06M1013FC с 223 кВт / 303 л. с. при 2 300 мин⁻¹, топливный бак 500 л; бесступенчатая электромеханическая коробка передач с электроприводом переменного тока 800 В, 2 механических диапазона с фрикционными гидроуправляемыми муфтами от 0 до 20 и от 0 до 40 км / ч; задний ВОМ 1 000/1 000Е механический, опция — электрический ВОМ с 1 000 мин⁻¹; гидравлика EHR, 10 000 Н, 205 бар, 120 л / мин, передний подъёмник с EHR и 5 000 Н опция.

Габариты и масса трактора следующие: длина 640 см, ширина 263 см и высота 325 см, база трактора 326 см, порожний вес 12 500 кг, максимально допустимая масса 18 000 кг, полезная нагрузка 5 500 кг. Шины в основной комплектации: передние — 540/65 R 30, задние — 580/70 R 42 (рисунок 2).

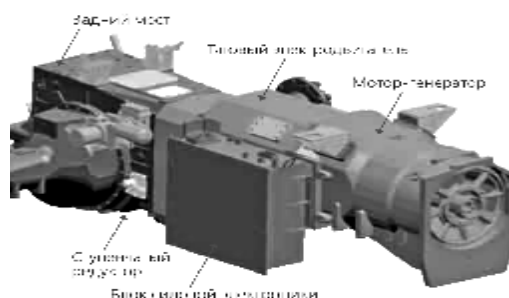


Рисунок 1 — Схема электромеханической трансмиссии трактора «Беларус-3023»