

ДОЗИМЕТРЫ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ СОЛИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем
имени А.Н.Севченко» Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь. parachyts@bsu.by

Показано, что внесение в многокомпонентные растворы красителей солей серной кислоты в качестве добавок увеличивает скорость деструкции красителей в водных растворах и, следовательно, увеличивает чувствительность данных растворов к воздействию на них рентгеновского излучения.

При воздействии ионизирующего излучения на растворы красителей происходит их необратимое обесцвечивание, вызванное изменением состава и структуры молекул красителей в результате взаимодействия последних с кислород содержащими радикалами и ион-радикалами, образующимися вследствие радиолитического распада растворителей [1].

Для использования красителей в составе многокомпонентного раствора, применяемого в качестве дозиметра ионизирующего излучения, 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 деструкции (в этом случае изменение цвета раствора будут наиболее чувствительным к изменению величины радиационной дозы, воздействовавшей на раствор) [2].

В данной работе изучены процессы, происходящие в многокомпонентных водных растворах органических красителей различных классов, содержащих добавки солей серной кислоты (MnSO_4 , FeSO_4 , CuSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), при облучении растворов рентгеновским излучением. Для исследования влияния добавок солей серной кислоты на спектральные характеристики облученных рентгеном растворов были приготовлены водные растворы двух красителей (один краситель поглощал в длинноволновой области видимого спектра, другой – в коротковолновой). Максимальная оптическая плотность таких трехкомпонентных растворов в видимой области спектра составляла 2,1. Затем в полученный трехкомпонентный раствор объемом 15 мл добавлялись 5 мл воды или 5 мл водного раствора соли серной кислоты концентрации 1 моль/л, соответственно.

Трехкомпонентные растворы красителей, содержащие и не содержащие добавки солей серной кислоты облучались на рентгеновском дифрактометре «Дрон 2М» при мощности тока, проходящего через рентгеновскую трубку 200 Вт (напряжение на рентгеновской трубке составляло 20 кВ, электрический ток в рентгеновской трубке – 10 мА) в течение 20 минут. Расстояние от рентгеновской трубки до облучаемых образцов составляло 15 см. Затем на спектрофотометре PV 1251 «Solar» записывались спектры поглощения не облученных и облученных растворов.

В качестве примера на рисунке 1 представлены нормированные спектры поглощения не облученного водного раствора красителей кислотный алый ($\lambda_{\text{max}} = 530$ нм) + метиленовый голубой ($\lambda_{\text{max}} = 680$ нм) (кривая 1) и облученного рентгеном этого трехкомпонентного раствора, не содержащего (кривая 2) и содержащего добавку соли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (кривая 3). Из рисунка видно, что скорость радиационной деструкции красителей в растворах, содержащих добавку соли серной кислоты, возрастает. Это можно объяснить присутствием в растворе анионов SO_4^{2-} , которые при радиолитическом расходе раствора образуют кислородсодержащие радикалы и ион-радикалы, обладающие высокой химической активностью. Взаимодействие последних с

молекулами красителей приводит к нарушению π -электронной цепи сопряжения и смещению полос поглощения этих продуктов реакции в УФ-область спектра, что способствует уменьшению интенсивности длинноволновых полос поглощения растворов в видимой области спектра.

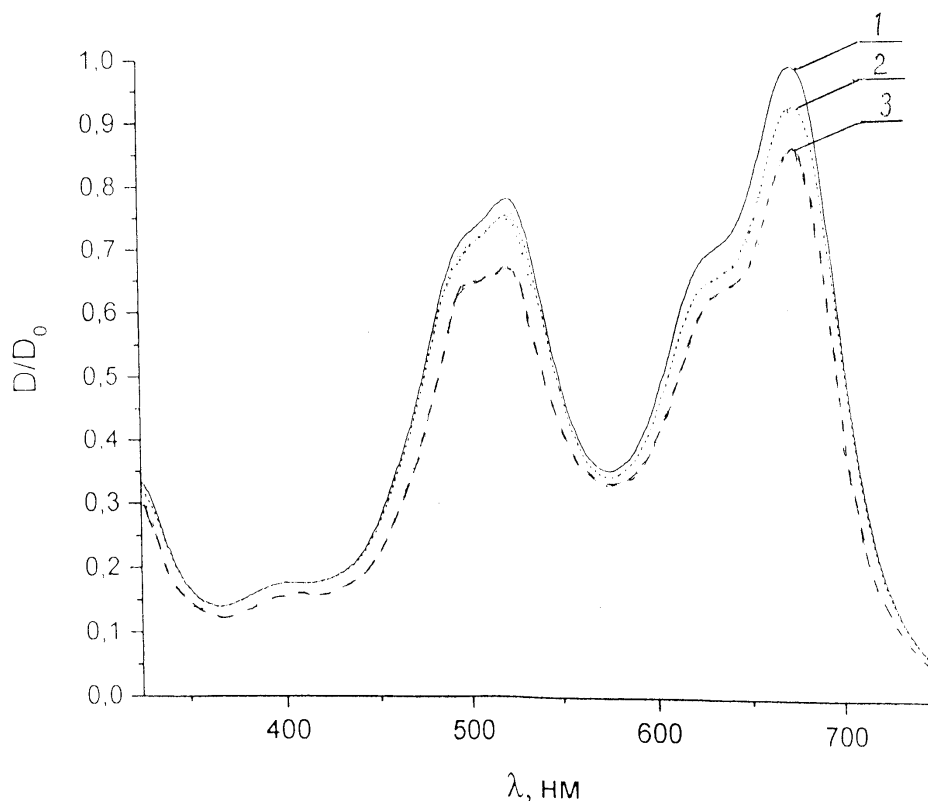


Рисунок 1 – Нормированные спектры поглощения (D/D_0) водного раствора кислотный ализин + метиленовый голубой: до облучения рентгеном (1), после облучения рентгеном (2), после облучения рентгеном с добавлением $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (3)

Подобные зависимости скорости радиационной деструкции красителей в растворах, содержащих добавку солей серной кислоты, наблюдались и для других трехкомпонентных водных растворов красителей. При указанной концентрации солей серной кислоты, добавляемых в трехкомпонентные растворы разных красителей, увеличение скорости радиационной деструкции красителей составляло 1 ÷ 15 %.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о том, что скорость необратимой радиационной деструкции красителей в водных растворах возрастает при добавлении в растворы солей серной кислоты. Причем это возрастание скорости радиационной деструкции зависит от химической природы красителя. Следовательно, подбором красителей и добавлением в растворы солей серной кислоты можно улучшить цветоконтрастные характеристики облученных растворов, что важно при применении многокомпонентных растворов красителей в качестве дозиметров рентгеновского излучения.

Список литературы

1. Попечиц, В.И. Влияние гамма-облучения на спектры поглощения растворов кислотных красителей // Журнал прикладной спектроскопии. – 2003. – Т. 70, № 1. – С. 34 – 37.
2. Попечиц, В.И. Спектроскопическое исследование радиационной устойчивости растворов красителей // Спектроскопия и люминесценция молекулярных систем / БГУ, НАН Беларуси. Минск: Изд. БГУ, 2002. С. 275 – 286.