

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПРОЗРАЧНЫХ МЕЛАМИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

В. В. Лебедев

Национальный Технический Университет «Харьковский Политехнический Институт»

61002 Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе 21, тел. 8 - 10 - 38 (057) 731-67-51

e-mail: [lebedev@kpi.kharkov.ua](mailto:lebedev@kpi.kharkov.ua)

В данной работе исследованы радиационные свойства прозрачных меламиноформальдегидных полимеров, предложенных в качестве полимерной основы для изготовления пластмассовых сцинтилляторов. Объектом исследования являлась отвержденная меламиноформальдегидная смола и меламиноформальдегидная смола, модифицированная различными гидроксилсодержащими модификаторами. Показано, что радиационная стойкость для данного вида полимерного материала значительно зависит от состава полимера и от технологии и температурного режима его получения.

### Введение

Развитие атомной энергетики, исследование космического пространства, применение радиоактивных изотопов в химии, биологии, медицине, поиск полезных ископаемых, требуют безукоризненных методов регистрации ионизирующих излучений. Одним из наиболее перспективных методов является сцинтилляционный, который заключается в трансформации энергии ионизирующего излучения в материале детектора в световую с последующей регистрацией ее фотозлектронным умножителем. Детектором ионизирующего излучения является сцинтиллятор.

Тенденция развития сцинтилляционного материаловедения на современном этапе также связана с важнейшей проблемой физики высоких энергий — созданием детекторов большого объема. Сцинтиллятор, как наиболее ответственный элемент таких детекторов, должен иметь большие размеры (длина 3-5 м), высокую прозрачность и радиационную стойкость, иметь необходимый уровень стабильности параметров на протяжении всего времени эксплуатации (не меньше как 10 лет).

Пластмассовые сцинтилляторы — это композиция, что состоит из полимера (полимерной основы) и органической флуоресцирующей добавки. Основными характеристиками пластмассовых сцинтилляторов является сцинтилляционная эффективность и световой выход [1].

Стойкость к влиянию ионизирующего излучения является важной эксплуатационной характеристикой сцинтилляторов. Из всех видов сцинтилляторов пластмассовые являются наиболее радиационно-стойкими. При прохождении через объем сцинтиллятора частицы ионизирующих излучений теряют часть своей энергии, что приводит к переходу молекул. Радиационная деструкция происходит на протяжении всего времени эксплуатации пластмассовых сцинтилляторов. Она приводит к разрушению полимерной основы и сцинтилляционных примесей. При радиационном разрушении полимерной основы в пластмассовых сцинтилляторах образуются радикалы. Радикалы, которые образовались, препятствуют радиационному переносу энергии в объеме пластмассовых сцинтилляторов и вызывают уменьшение длины угасания. Разрушение сцинтилляционных примесей приводит к уменьшению светового выхода.

Изучению стойкости пластмассовых сцинтилляторов к жесткому ионизирующему излучению посвящены многочисленные работы [2-3]. В этих работах в основном исследовали стойкость сцинтилляторов на основе полистирола к действию непрерывного  $\gamma$ -излучения, и только единичные работы посвящены изучению их стойкости к  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц.

С целью уменьшения радиационных дефектов в сцинтилляционном материале проводились многочисленные исследования, основными направлениями которых были [3-4]:

- 1) подбор люминесцентных примесей;
- 2) оптимизация их концентрации;
- 3) применение сшивающих агентов;
- 4) применение стабилизаторов;
- 5) введение усилителей диффузии;
- 6) изменение молекулярной массы и полидисперсности.

Проведенные эксперименты показали, что наилучший эффект дает использование усилителей диффузии. Была изучена зависимость радиационной стойкости сцинтилляторов от молекулярной массы и полидисперсности. Выявлено влияние молекулярно-массового распределения на радиационную стойкость полистирольных сцинтилляторов: с увеличением молекулярно-массового распределения радиационная стойкость падает, что связано с изменением свободного объема полимера, и, в конечном итоге, с количеством кислорода, что удерживается [5-7].

Не менее важным фактором, влияющим на радиационную стойкость сцинтиллятора, является мощность поглощенной дозы излучения и время ее поглощения. Показана зависимость радиационной стойкости от поглощенной дозы (си) при разных мощностях доз облучения: с увеличением мощности дозы от 0,1 к 0,25 кГр/год радиационная стойкость уменьшается. Это связано с тем, что за время облучения (100-400 часов) образцы успевают частично возобновить свои характеристики.

### Основная часть

Целью данной работы является исследование ранее полученных и исследованных меламиноформальдегидных композитов для сцинтилляционной техники [8-9].

Объектом исследования являлись меламиноформальдегидные полимеры на основе чистой меламиноформальдегидной смолы и смолы, мо-

дифицированной различными гидроксилсодержащими регентами: пропанолом, бутанолом, глицерином и пентаэритритом [10].

В качестве определяющих характерных показателей радиационной стойкости использовали:

коэффициент пропускания в области для длинны волны оптического излучения от 220 до 770 нм,

прочность при изгибе, МПа,

радиационная потеря массы, %,

Изменение интенсивности люминесценции, отн.ед.

Исследования проводили согласно методики изложенной в [11].

Проведенные исследования показали, что радиационная стойкость меламинаформальдегидных композитов уменьшалась в ряду: исходная меламинаформальдегидная смола – смола модифицированная: пропанолом – бутанолом – глицерином – пентаэритритом.

Максимальное падение после облучения было отмечено в интенсивности люминесценции, которая снижалась до 50% от начального уровня. Аналогично ухудшались коэффициенты пропускания для всех композиций до 30-35% уровня от начального. Прочностные свойства снижались на 20-30%. Радиационная потеря массы составляла менее 1% для всех композитов.

Отмечено то, что с повышением температуры отверждения композита, радиационная стойкость повышалась.

Так же методом ИК-спектроскопии были исследованы структурные изменения, происходящие в меламинаформальдегидных композитах под действием облучения.

## Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований определена радиационная стойкость для различных меламинаформальдегидных полимеров и изучены процессы, происходящие в материале под действием излучения. Определе-

ны предельно допустимые дозы облучения для каждого из исследуемых композитов.

## Список литературы

1. Гриньов Б.В., Сахно Т.В., Сенчишин В.Г. Оптично прозорі та флуоресцюючі полімери.-Х.:Інститут монокристалів, 2003.-576 с.
2. Безулий В.Д., Нагорная Л. Д. // Атомн. енергія. - 1964. Т. 17. № 1. С. 67-71
3. Senchishin V.G., Sakhno T.V., Pustovit S.V. Borisenko A.Yu. // Influence polyesterene scintillator production method on kinetics of photochemic dastruction of its material: ICP - XX International Conference Photochemistry, Moscow July 30 - August 4, 2001. P.457.
4. Barni E., Viscardi G., D'Ambrosio C, Leutz H., Puertolas D., Tailhardat, Destruel P. Jolinat P., Ghsten H. // Applied Spectr. - 1997. - V.51, N8. - P.5-8.
5. Borisenko A.Yu., Sakhno T.V., Senchishin V.G. Pustovit S.V. // Investigation the influence of thermo-and radiation macro-radicals on energy transfer luminescent polystyrene compositions: ICEPOM - 4 conferense abstrac 4-th International Conference on Electronic Processes in Organic Material Lviv(Ukraune) June 3 - 8, 2002. P.108 - 109.
6. Borisenko A.Yu., Senchishin V.G., Sakhno T.V. // Functional Material. - 2002. - N2. - P. 343-345.
7. Сенчишин В.Г., Борисенко А.Ю., Лебедев В.Н. // Прогнозирование изменения характеристик полистирольных сцинтилляторов в условиях радиационного старения: Тр. Междунар. конф. «XIV Международная конференция по физике радиационных явлений и радиационному материаловедению». - Харьков, 2000. - С. 322-324.
8. Авраменко В.Л., Лебедев В.В., Сенчишин В.Г. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - Харків: НТУ «ХПІ». - 2005. - №25. - с. 3-6
9. Авраменко В.Л., Лебедев В.В., Сенчишин В.Г., Тицька В.Д. - Хімічна промисловість України - Київ: ВАТ «Укрхімпроект». - 2006. - №4. - с. 5-7.
10. Торопцева А.М., Белогородская К.В., Бондаренко В.М. // Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. - Ленинград: Химия, 1972. - 416 с.
12. ГОСТ 25645.331-91 ССБТ Материалы полимерные. Требования к оценке радиационной стойкости. - введен 1.07. 1992 г.

## RESEARCH OF RADIATION FIRMINESS OF TRANSPARENT MELAMINE-FORMALDEHYDE POLYMERS

Vladimir Lebedev

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»

61002 Ukraine, Kharkov, street Frunze 21, tel. 8 - 10 - 38 (057) 731-67-51

e-mail: [lebedev@kpi.kharkov.ua](mailto:lebedev@kpi.kharkov.ua)

Radiation properties of the transparent melamine-formaldehyde polymers offered in quality polymeric basis for making of plastic scintillators are explored in this work. Plastic scintillator is composition, that consists of polymer (polymeric basis) and organic fluorescent addition. Scintillation efficiency and light output are basic properties of plastic scintillators. Firmness to influencing of ionizing radiation is important property of scintillators. From all types of scintillators the plastic are most radiation-proof. Cured melamine-formaldehyde resin and melamine-formaldehyde resin modified by different polyol modifiers was a research object. It is shown that radiation firmness for given types of polymeric material considerably depends on composition of polymer and from technology and temperature condition of its receipt. By the method IR-spectroscopy the structural changes in melamine-formaldehyde polymers under action of irradiation were explored. The maximal falling after the irradiation was marked in intensity of luminescence, which went down to 50% from an initial level. Like the coefficients of admission for all compositions got worse of a to 30-35% level from initial one. Mechanical properties went down on 20-30%. The radiation loss of mass made less than 1% for all polymers. With the increase of temperature of curing firmness rises. Thus, on the basis of the conducted researches radiation firmness for different melamine-formaldehyde polymers is determined and processes what is going on in material under action of radiation are studied. The limited doses of irradiation for each of explored polymers are determined.