



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1661702** **A1**

(51) **G 01 T 1/02**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

ВВЕЩАЮЩАЯ
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

1

- (21) 4304690/25
(22) 14.09.87
(46) 07.07.91. Бюл. № 25
(71) Институт механики металлополимер-
ных систем АН БССР и Филиал Научно-
исследовательского физико-химического
института им. И.Л.Карпова
(72) В.П.Селькин, В.Н.Адериха,
Ю.М.Плескачевский, Г.З.Гочалиев,
Б.И.Рубин, В.В.Смирнов, В.З.Гофштейн
и Е.Б. Дубова
(53) 621.386.82(088.8)
(56) Финкель Э.Э. и Брагинский Р.П.
Нагревостойкие провода и кабели с
радиационно-модифицированной изоля-
цией. - М.: Энергия. 1975, с. 179-180.
Авторское свидетельство СССР
№ 500704, кл. G 01 T 1/203, 1974.
Авторское свидетельство СССР
№ 1200694, кл. G 01 T 1/02. 1984.
(54) СПОСОБ ДОЗИМЕТРИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ

2

(57) Изобретение относится к технике
измерений ионизирующих излучений, бо-
лее конкретно к способам дозиметрии.
Целью изобретения является повышение
плоскости измерения поглощенной дозы.
Цель достигается тем, что после пред-
варительного облучения полиэтиленового
образца эталонным ионизирующим излу-
чением и его деформирования в образец
вводят сенсibilизатор радиационного
сшивания в количестве 0,2-15 мас.%,
помещая образец в сенсibilизатор или
его раствор, после чего облучают об-
разец измеряемым ионизирующим излу-
чением, нагревают до температуры вы-
ше температуры плавления полиэтилена
и измеряют его размеры, по относитель-
ному изменению которых судят о погло-
щенной дозе излучения. Изобретение
позволяет повысить точность измере-
ний в диапазоне дозы до 1 Мрад и рас-
ширить диапазон в области малых доз -
до 0,025 Мрад. 4 табл.

Изобретение относится к области
измерения параметров ядерных излуче-
ний и рентгеновских лучей, в частнос-
ти к измерению поглощенной дозы иони-
зирующего излучения, и может быть
использовано в радиационно-химичес-
кой и ядерной технологии, например
при радиационном модифицировании
полимерных материалов.

Целью изобретения является повыше-
ние точности измерений в области ма-
лых доз и повышение чувствительности
способа.

Сущность способа заключается в
следующем.

Сшитый предварительным облучением
и деформированный образец из полиэти-
лена обладает ориентированной прост-
ранственной молекулярной сеткой, ко-
торая обуславливает появление у него
"памяти" формы.

При облучении образца измеряемым
ионизирующим излучением вследствие
продолжения процессов сшивания в об-
разце образуется "вторичная" неори-
ентированная (недеформированная) мо-

09 **SU** (11) **1661702** **A1**

лекулярная сетка. Соотношение упругих свойств, зависящих от плотности поперечных связей сеток, ориентированной (первичной) и неориентированной (вторичной) сеток и определяет величину дозиметрического параметра данного способа, т.е. конечный размер образца.

Введение в образец после его предварительного облучения сенсibilизатора радиационного сшивания приводят к тому, что в присутствии сенсibilизатора при облучении образца измеряемым ионизирующим излучением его "вторичная" неориентированная сетка сшивается более интенсивно (т.е. при одних и тех же дозах измеряемого излучения плотность поперечных связей "вторичной" сетки в образце с сенсibilизатором будет выше, чем в образце без сенсibilизатора). В то же время сенсibilизатор не оказывает влияния на плотность поперечных связей "первичной" сетки и на ее упругие свойства.

Таким образом, введение сенсibilизатора радиационного сшивания в образец после его предварительного облучения ионизирующим излучением позволяет изменять чувствительность способа, усиливая дозиметрический отклик, за счет более интенсивного образования "вторичной" (неориентированной) сетки при неизменной "первичной" (ориентированной) в процессе облучения образца измеряемым ионизирующим излучением. Вследствие этого изменение дозиметрического параметра фиксируется при меньших дозах, причем в области малых доз (до 1 Мрад) за счет усиления дозиметрического отклика при сохранении абсолютной величины разброса показаний повышается точность измерения поглощенной дозы.

Способ осуществляют следующим образом.

Полиэтиленовый образец предварительно облучают эталонным ионизирующим излучением до заданной величины поглощенной дозы (5-100 Мрад), затем его нагревают до 110-300°C и в высокоэластическом состоянии деформируют на растяжение, сжатие или изгиб, после чего образец в деформированном состоянии охлаждают до температуры ниже температуры плавления кристаллической фазы полиэтилена, фиксируя степень деформации. Сенсibilиза-

тор радиационного сшивания вводят в полимер по известным методикам. Образец помещают в раствор, содержащий сенсibilизатор радиационного сшивания или непосредственно в сенсibilизатор (если он жидкий). Образец выдерживают в растворе до его равновесного набухания или до увеличения его веса на заданную величину, т.е. вводят определенное количество сенсibilизатора.

Если сенсibilизатор не является высоколетучим соединением и выдерживает воздействие высоких температур при деформировании (110°C и более), его введение можно осуществлять после предварительного облучения ионизирующим излучением до операции деформирования или непосредственно в процессе деформирования.

После введения сенсibilизатора образец удаляют из раствора и высушивают до полного удаления растворителя, т.е. до стабилизации веса образца (высушивание можно осуществлять как при комнатной, так и при повышенной температуре).

Затем облучают образец измеряемым ионизирующим излучением. При облучении гамма-излучением для поддержания постоянной концентрации сенсibilизатора в процессе облучения возможно проводить облучение образца непосредственно в растворе сенсibilизатора или в самом сенсibilизаторе, т.е. удалять образец из сенсibilизатора или его раствора только после облучения. После облучения образец извлекают из поля измеряемого ионизирующего излучения и нагревают до температуры выше температуры плавления кристаллической фазы полиэтилена. Происходит термическая усадка образца, степень которой зависит от величины поглощенной дозы измеряемого излучения. Затем измеряют конечный размер образца и по тарировочной таблице или графику определяют поглощенную дозу измеряемого ионизирующего излучения.

Пример 1. Образцы получают методом экструзии в виде пленки толщиной 300 мкм. Материал - полиэтилен низкой плотности марки 10803-02, температура плавления кристаллической фазы 105°C. Пленку предварительно облучают на ускорителе электронов "Электрон-111" до поглощенной дозы 20,0 Мрад. Затем пленку разрезают на

полоски шириной 7 мм и деформируют при $170 \pm 20^\circ\text{C}$ на специальном устройстве (продольная вытяжка до степени деформирования 170%, т.е. кратность вытяжки 2,7). После этого полоску охлаждают и разрезают на отрезки длиной 250 мм, которые используют в качестве образцов, после чего помещают образцы в сенсibilизатор (о-дихлорбензол) и выдерживают в нем при комнатной температуре ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) в течение 2 ч, т.е. до достижения равновесной степени набухания (около 15 мас.%). Содержание сенсibilизатора в образце определяют гравиметрически. Затем образцы облучают непосредственно в о-дихлорбензоле измеряемым ионизирующим излучением (гамма-излучение на установке РХМ-гамма-20), после чего извлекают их из о-дихлорбензола, нагревают до $170 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение 1 мин и измеряют штангенциркулем конечную длину. По конечным линейным размерам образцов для каждого примера осуществления способа строят тарировочную зависимость их относительной длины l/l_0 (где l - длина образца, облученного измеряемым ионизирующим излучением после термоусадки; l_0 - длина необлученного измеряемым ионизирующим излучением образца после термоусадки) от поглощенной дозы измеряемого ионизирующего излучения. Поглощенную дозу параллельно контролируют с помощью ферросульфатной дозиметрической системы.

Для сравнения параллельно облучают образцы без введения сенсibilизатора.

Тарировочная зависимость отношения l/l_0 от поглощенной дозы излучения при введении о-дихлорбензола дана в табл. 1.

Пример 2. Образцы получают, облучают эталонным излучением и деформируют, как в примере 1. Затем образцы помещают в сенсibilизатор (этиленгликольдиметакрилат) и выдерживают в нем при комнатной температуре до достижения равновесной степени набухания (2 ч). После этого образцы извлекают из сенсibilизатора, причем количество введенного сенсibilизатора (2 мас.%) определяют гравиметрически, затем совместно с контрольными образцами (без сенсibilизатора) облучают измеряемым ионизирующим излучением (излучение ускоренных электронов на ускорителе ЭЛВ-1). После облучения образец нагревают до $170 \pm 10^\circ\text{C}$ в те-

чение 1 мин, измеряют штангенциркулем их конечную длину и строят тарировочную зависимость.

Тарировочная зависимость отношения l/l_0 от поглощенной дозы излучения при введении этиленгликольдиметакрилата дана в табл. 2.

Пример 3. Образцы получают и деформируют как в примере 1. Доза облучения предварительным (эталонным) ионизирующим излучением составляет 5,3 Мрад. Сенсibilизатор - триаллилцианурат. Образцы помещают в раствор триаллилцианурата в толуоле и выдерживают до равновесной степени набухания (2 ч), после чего образцы извлекают и высушивают до постоянной массы, при этом введенное количество сенсibilизатора составляет в зависимости от температуры ($20-60^\circ\text{C}$) и концентрации раствора (2-40 мас.% триаллилцианурата) 0,1-3 мас.% (0,1 мас.% при 20°C и 2%-ной концентрации раствора, 0,2 мас.% при 20°C и 5%-ной концентрации раствора и 3 мас.% при 60°C и 40%-ной концентрации раствора), затем совместно с контрольными образцами (без сенсibilизатора) облучают в вакууме (10^{-1} Па) измеряемым ионизирующим излучением (гамма-излучение на установке РХМ-гамма-20).

После облучения образцы нагревают до $170 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение 1 мин, измеряют штангенциркулем их рабочую длину и строят тарировочную зависимость.

Тарировочная зависимость отношения l/l_0 поглощенной дозы излучения при введении триаллилцианурата дана в табл. 3.

Оптимальное количество вводимого в образцы сенсibilизатора (0,2-15 мас.%) обусловлено невозможностью введения в готовый образец (полиэтиленовая пленка) большего количества сенсibilизатора. Так, при равновесном набухании полиэтилена в о-дихлорбензоле максимально вводимое количество последнего составляет до 15 мас.%, а максимальное количество введения полифункциональных мономеров в готовый образец из раствора не превышает нескольких мас.%. Для определения минимального количества сенсibilизатора, обеспечивающего положительный эффект, проводят сравнение известного способа с предлагаемым при введении в образцы, изготовленные согласно приме-

ру 3, различного количества триаллил-
цианурата (наиболее эффективный сен-
сibilизатор радиационного сшивания).
Точность способа характеризуют по по-
грешности воспроизведения в серии из
10 измерений, определяемой по распе-
делению Стьюдента при доверительной
вероятности 0,99.

За минимальную дозу измеряемого
ионизирующего излучения принимают
поглощенную дозу излучения, при кото-
рой показания всех образцов в серии
отличаются от показаний образцов,
не облученных измеряемым излучением.

Таким образом, предлагаемый спо-
соб обладает высокой точностью изме-
рения поглощенной дозы в диапазоне
до 1 Мрад, имеет расширенный в область
малых доз (до 0,025 Мрад) диапазон
измерений поглощенной дозы ионизиру-
ющего излучения, а также имеет возмож-
ность введения сенсibilизаторов в го-
товые детекторы ионизирующего излуче-
ния, изготовленного согласно извест-

ному способу, и использование их в
более широком диапазоне доз.

Сравнительные результаты определе-
ния поглощенной дозы ионизирующего
излучения по известному и предлага-
емому способам даны в табл. 4.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ дозиметрии ионизирующего
излучения, включающий предварительное
облучение полиэтиленового образца
ионизирующим излучением, деформирова-
ние, облучение измеряемым ионизиру-
ющим излучением, нагрев до температу-
ры выше температуры плавления полиэти-
лена и измерение его размеров, по из-
менению которых судят о поглощенной
дозе излучения, отличающийся
с тем, что, с целью повышения чув-
ствительности способа и повышения точ-
ности измерений в области малых доз,
в образец после его предварительного
облучения вводят сенсibilизатор ра-
диационного сшивания в количестве
0,2-15 мас. %.

Т а б л и ц а 1

Поглощенная доза измеряемого из- лучения, Мрад	Образцы с введен- ным о-ди- хлорбен- золом	Образцы без сенсibilизи- затора
0	1,0	1,0
0,1	1,01	1,0
0,25	1,03	1,01
0,5	1,06	1,03
1	1,09	1,06
2	1,15	1,11
5	1,28	1,22

Т а б л и ц а 2

Поглощенная доза изме- ряемого из- лучения, Мрад	Образцы с введен- ным эти- ленгли- кольдими- такрилатом	Образцы без сенсibilиза- тора
0	1,0	1,0
0,1	1,01	1,0
0,5	1,06	1,03
1	1,11	1,07
2	1,18	1,12
5	1,34	1,24

Т а б л и ц а 3

Поглощенная доза иони- зирующего излучения, Мрад	Образцы с вве- денным триал- лилциануратом (3 мас.%)	Образцы без сен- сибили- затора
0	1,0	1,0
0,025	1,01	1,0
0,05	1,03	1,0
0,1	1,07	1,02
0,2	1,13	1,05
0,5	1,27	1,11
1	1,41	1,17

Т а б л и ц а 4

Характеристика	Показатели для способа						
	предлагаемого					известного	
	конт- роль	1	2	3	4	конт- роль	1
Поглощенная доза предва- рительного облучения, Мрад	5,3	5,3	5,3	20	20	5,3	20
Степень деформирования, %	170	170	170	170	170	170	170
Сенсибилизатор:							
о-дихлорбензол	-	-	-	-	+	-	-
этиленгликольдимета- крилат	-	-	-	+	-	-	-
триаллилцианурат	+	+	+	-	-	-	-
Содержание сенсибилиза- тора, мас. %	0,1	0,2	3	2	15	-	-
Минимально измеряемая поглощенная доза излуче- ния, Мрад	0,1	0,1	0,025	0,1	0,1	0,1	0,25
Погрешность воспроизведе- ния при величине поглощен- ной дозы около 0,5 Мрад, %	±10,1	±7,8	±2,9	±5,7	±5,2	±9,6	±10,4

П р и м е ч а н и е. "+" - присутствие сенсибилизатора.

"-" - отсутствие сенсибилизатора.

Составитель Б. Рахманов
Редактор С. Пекарь Техред Л. Сердюкова Корректор С. Шекмар

Заказ 2122

Тираж 314

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101