

8.3. Радиоактивные излучения. Действие радиации на вещества

Под радиоактивностью обычно понимают самопроизвольное превращение неустойчивых изотопов одного вещества в изотопы другого; процесс обычно сопровождается испусканием элементарных частиц и жесткого электромагнитного излучения. Из элементарных частиц чаще всего наблюдается излучение электронов, нейтронов и альфа-частиц. Радиоактивные излучения могут инициировать различные химические реакции; поглощение этого излучения живыми тканями может привести к их необратимому изменению.

Воздействие излучений на металлы изменяет многие физические свойства их – увеличивает остаточное сопротивление, ускоряет наступление фазовых переходов, увеличивает модуль упругости, предел текучести (нейтронное излучение). Вызванные облучением изменения механических свойств устойчивы и отжигаются лишь при температурах рекристаллизации.

Воздействием излучения на неметаллы (соли, кварц и т.п.) изменяет их кристаллическую структуру, приводит к уменьшению плотности (кварц – на 4%), изменению модуля упругости твердости и т. п. Повышение температуры при облучении, как правило, уменьшает величину радиационных нарушений (см. напр., Динс Д., Винхиард Д. Радиационные эффекты в твердых телах, 1960 г.).

При воздействии излучения на диэлектрики также возникает ряд интересных и важных явлений. Изменяется электропроводность диэлектриков; величина и знак этого изменения сильно зависят от дозы облучения. Сильно изменяются коэффициенты преломления, оптическая прозрачность, диэлектрическая проницаемость. Для большинства диэлектриков обнаружен рост тангенса угла диэлектрических потерь и снижение их электрической прочности.

Еще более резко сказывается действие излучения на полупроводники. Известно, что электрические и оптические свойства полупроводников резко изменяются даже при незначительных нарушениях кристаллической структуры, что и предопределяет большую чувствительность полупроводников к действию излучений (см. напр., Вавилов В.С. Успехи физических наук, 1961, т.75, № 2, стр. 263).

В полимерах облучение вызывает ряд радиационно-химических реакций - образование химических связей между молекулами (сшивание), деструкция молекул, образование или разрыв двойных связей, выделение газообразных продуктов. В результате изменяются электрические и механические свойства; направление этих изменений зависит как от строения полимера, так и от состава и дозы облучения. См. например, сборники статей: Влияние ядерных излучений на материалы, 1961 г.; Воздействие радиоактивных излучений на электроизоляционные материалы, 1959 г.

Широкую область применения ядерных излучений составляют методы изучения характеристик веществ по поглощению в этих веществах тех или иных компонентов ядерных излучений (нейтронный карротаж, см. сборник статей под ред. Алексеева Ф. Ядерная геофизика при поисках полезных ископаемых. -М.-Л., 1960 г.; определение толщин и т.д.). Кроме того, информацию о составе и строении вещества можно подучить, исследуя радиоактивное излучение самого вещества (гамма-карротаж, см. Филиппов Е.М. Прикладная ядерная геофизика, 1962 г.).

О действии ядерных излучений на биологические объекты можно прочесть в книге Александра П.А. «Ядерное излучение и жизнь», 1959 г.

Примеры

А.с. 120675:

Способ определения угла стачивания и поверхностного или межфазового натяжения непрозрачных систем при высоких температурах фотографированием контура осуществляют в пучках мягких гамма-лучей, полученных от радиоактивных изотопов, например, иридия – 192, тулия – 170 или европия – 154 или 156.

А.с. 241010:

Способ получения политиокарбонилфторида полимеризацией тиокарбоналфторида, отличающийся тем, что, с целью упрощения процесса и получения более чистого полимера, полимеризацию осуществляют под действием гамма-излучения.

Патент США 3560765:

Перед упаковкой в транспортировочный картонный контейнер торец каждой банки покрывают чувствительной к облучению эмульсией. Банки, упакованные в контейнер, облучают рентгеновскими или гамма-лучами. При этом покрытые эмульсией торцы банок облучаются через экран с прорезями, имеющими форму маркировочных обозначений (например, цены). Таким образом, маркировка упакованных в картонный контейнер банок осуществляется без вскрытия контейнера и последующей индивидуальной маркировка каждой банки.

А.с. 120006:

Применение для определения чистоты обработанной поверхности альфа излучения изотопов, сфокусированный пучок которого, отраженный от расположенной под углом контролируемой поверхности, фиксируют счетчиком.

А.с. 323737:

Способ определения моющих свойств присадок в маслах, отличающийся тем, что, с целью более полной оценки моющих свойств присадок, в исследуемое масло вводят радиоактивную сажу, полученную смесь фильтруют через порошок окиси металла и в фильтре регистрируют количество радиоактивной сажи, по которому судят эффективности моющих свойств присадок.

А.с. 120273:

Способ изготовления электретов путем воздействия на твердый диэлектрик высокого напряжения, отличающийся тем, что, с целью обеспечения объемной поляризации, диэлектрик одновременно с приложением высокого напряжения облучают гамма, бета и рентгеновскими лучами.

А.с. 234740:

Способ определения концентрации пылевых частиц с осаждением этих частиц в осадительном устройстве, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона измерений, в исследуемый газ добавляют радиоактивный газ, например радон, а после осаждения части определяют их радиоактивность, по величине которой судят о концентрации пылевых частиц в газе.

Патент США 3562523:

Способ определения содержания остаточных масел в формации ввода подачи воды или заводнения нефтеносного пласта состоит в измерении распада тепловых нейтронов сначала при наличии воды, содержащейся в данной формации, а затем после замены этой воды водой, которая имеет существенно отличающееся сечение захвата и которая берется из зоны лежащей, по крайней мере, в радиусе действия регистрирующего инструмента.

Патент США 3557366:

Для обеспечения непрерывной индикации угла атаки тела, движущегося в воздухе со сверхзвуковой скоростью, на противоположных поверхностях передней кромки тела расположены источники ядерного излучения. Эти источники направлены таким образом, чтобы ядерное излучение падало на ударную волну, создаваемую этим телом. Часть ядерного излучения отражается от этой ударной волны по направлению к детекторам, которые смонтированы на тех же поверхностях, что и источники ядерного излучения. Выходные сигналы детекторов поступают в вычислительное устройство, а затем на показывающее устройство.

Патент США 3560158:

Смесь, состоящую из соединений, содержащих активный атом водорода, пропускают через стационарную подложку с нанесенным на неё тритием, обеспечивая эффективный обмен активного атома водорода с тритием. Обнаруживают и измеряют радиоактивность полученных соединений, содержащих тритий, а затем используют замеры для определения в смеси количества соединения, содержащего активный атом водорода.

А.с. 347305:

Способ очистки хлора от водорода, отличающийся тем, что, с целью упрощения процесса сжигения хлора, очистку его осуществляют путем воздействия ионизирующего излучения.