



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
 ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
 (ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1565230

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Способ радиоизотопной дефектоскопии"

Автор (авторы): Бекман Игорь Николаевич, Дзелме Юрис Робертович и Шырряев Александр Анатольевич

Заявитель: **ЛАТВИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. П. СТУЧКИ**

Заявка № **4440869** Приоритет изобретения **6 мая 1988г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

15 января 1990г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

Ю. Селлер
Земель

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ ПРИ ГКНТ СССР
ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ №448

(19) SU 1565230 A1

(51)5 G 01 N 23/00

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4440869/24-25

(22) 06.05.88

(71) Латвийский государственный университет им. П. Стучки

(72) **И.Н. Бекман, Ю.Р. Дзелме и А.А. Швыряев**

(53) 620.179.15 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1316390, кл. G 01 N 23/00, 1985.

Авторское свидетельство СССР № 1440176, кл. G 01 N 23/00, 1987.

(54) СПОСОБ РАДИОИЗОТОПНОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

(57) Изобретение относится к контролю материалов и изделий, конкретнее к радиоизотопным методам дефектоскопии, и может быть использовано при определении параметров дефектности в органических и неорганических материалах с использованием газообразных радиоактивных изотопов. Целью изобретения является повышение экспрессности контроля глубины залегания и определения структуры дефектов. Способ осуществляется следующим образом. Контролируемый объект насыщают радиоактивным газом, испускающим α -частицы. В процессе насыщения и (или) десорбции газа регистрируют распределения частиц по энергии. Определяют местоположение по энергетической шкале максимумов в указанных распределениях. По энергии границы максимума судят о глубине залегания дефекта, а по интенсивности максимума - об объеме дефекта. Измеряя кинетику изменения интенсивности максимумов определяют пути диффузии газа в объекте и, как следствие, наличие сообщающихся между собой дефектов.

1 з.п. ф-лы, 8 ил.

Изобретение относится к контролю материалов и изделий, в частности к радиоизотопным методам дефектоскопии, и может быть использовано при определении параметров дефектности в органических и неорганических материалах с использованием газообразных радиоактивных изотопов.

Целью изобретения является повышение экспрессности контроля глубины залегания и определения структуры дефектов.

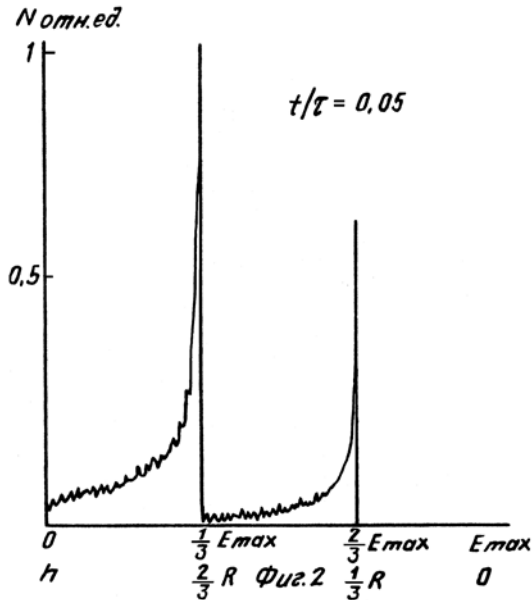
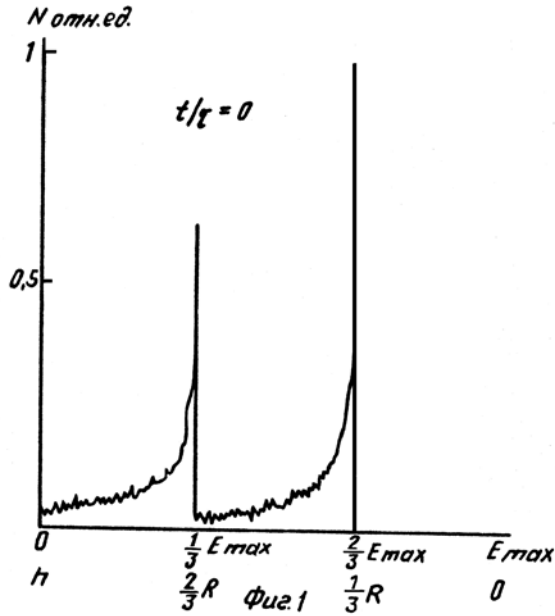
На фиг.1-3 приведены Графики распределения α -частиц по энергиям для несвязанных друг с другом дефектов, расположенных на глубине $1/3R$ и $2/3R$, где R - длина пробега частиц, для разных значений t/τ , где t - время, τ - постоянная времени изменения интенсивности максимумов в спектре частиц; на фиг.4 - то же, зависимости интенсивности α -частиц от времени для несвязанных дефектов; на фиг.5-7 - то же, распределения α -частиц для связанных друг с другом дефектов; на фиг.8 - то же, зависимости интенсивности частиц от времени для связанных дефектов.

Способ осуществляется следующим образом.

Объект насыщают радиоактивным газом, например ^{222}Rn , излучающим α -частицы. При помощи спектрометра α -частиц регистрируют распределение количества частиц от их энергии, выделяют группы частиц, имеющих распределение по энергии вида

$$N(E,t) = \frac{C(t) \cdot V \cdot A \cdot h}{2a \cdot \left(R - \frac{E}{a}\right)^2} \quad (1)$$

где $N(E,t)$ - поток частиц с энергией E , расп/с; R - длина пробега альфа частиц, м; h - глубина залегания дефектов, м; E - энергия частицы, Дж; a - коэффициент связи длины трека альфа-частиц и их энергии, Дж/м; $C(t)$ - концентрация радиоактивного газа в дефекте, моль/см³; V - объем дефекта, м³; A - активность радиоактивного газа, расп/(с*моль).



По максимальным значениям энергии определяют глубину залегания дефекта.

Кроме того, измерения зависимости количества регистрируемых частиц от их энергий проводят при нескольких значениях времени сорбции и(или) десорбции и по характерным временам (постоянным времени) изменения интенсивности излучения α -частиц определяют эффективное сечение трубки диффузионного потока

$$S = \frac{hV}{D\tau} \quad (2)$$

где τ - постоянная времени изменения интенсивности максимумов в спектре частиц, с; D - коэффициент диффузии, м²/с; S - эффективное сечение трубки диффузионного потока, м², причем по кинетике изменения интенсивности излучения α -частиц судят об эффективности путей диффузии между выделенными дефектами на разной глубине.

Измерение зависимости частиц от их энергии во время сорбции и(или) десорбции позволяет по абсолютной интенсивности излучения после достижения насыщения определить емкость дефекта V , а по максимальной энергии - глубину залегания h .

В случае, когда имеется два несвязанных дефекта, активности которых $a_1(t)$ и $a_2(t)$ от времени десорбции подчиняются уравнениям

$$a_1(t) = a_{01} \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) \quad (3)$$

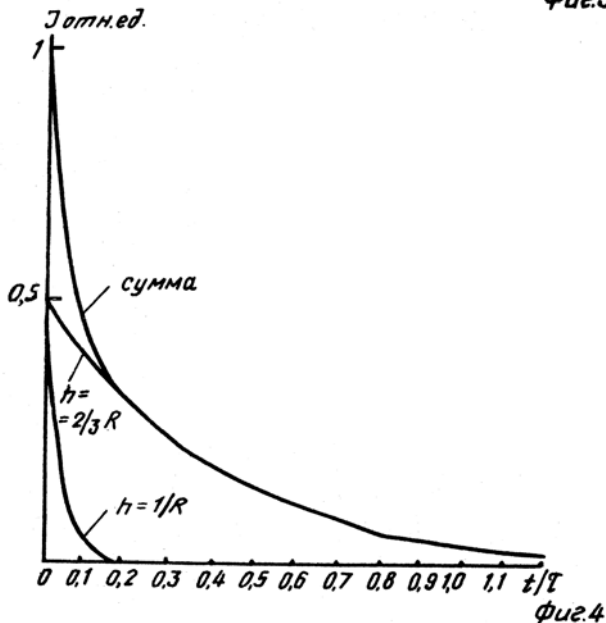
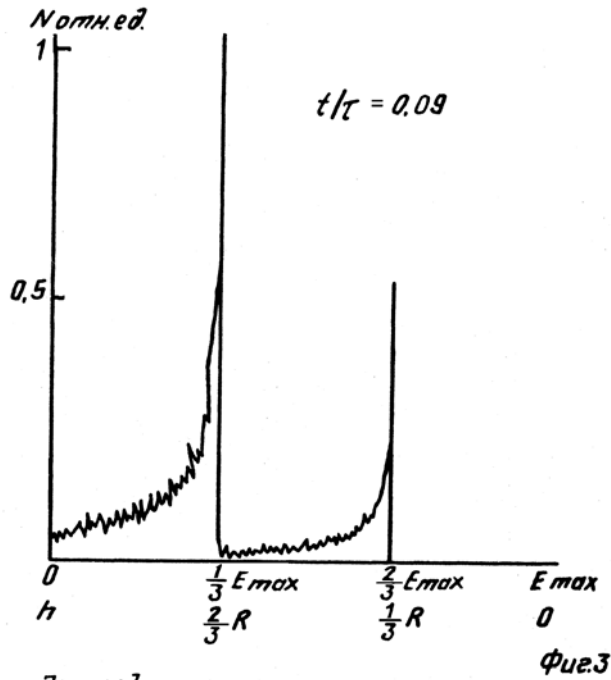
$$a_2(t) = a_{02} \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \quad (4)$$

где a_{0i} - начальная активность радиоактивного газа, расп/с; τ_i ; $\tau_i = \frac{h_i V_i}{D_i S_i}$; D_i - коэффициент диффузии,

м²/с; h - глубина залегания дефекта, м; V - объем дефекта, м³; S_i - эффективное сечение трубки диффузионного потока, м²; $a_i = C_i \cdot V_i \cdot A$; C_i - концентрация радиоактивного газа, моль/м³; A - активность радиоактивного газа, расп/(с*моль). Для случая двух связанных дефектов активность дефектов от времени зависит согласно уравнениям

$$a_1(t) = \frac{a_0}{\sqrt{\frac{1}{\tau_1^2} + \frac{1}{4\tau_2^2}}} \left(s_1 e^{s_2 t} - s_2 e^{s_1 t} \right) \quad (5)$$

$$a_2(t) = \frac{a_0}{\sqrt{\frac{1}{\tau_1^2} + \frac{1}{4\tau_2^2}}} \left(\left(s_1 + \frac{1}{\tau_1} \right) e^{s_2 t} - \left(s_2 + \frac{1}{\tau_2} \right) e^{s_1 t} \right) \quad (6)$$



где

$$s_{1,2} = -\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{2\tau_2} \pm \sqrt{\frac{1}{\tau_1^2} + \frac{1}{4\tau_2^2}}$$

Методом наименьших квадратов определяют соответствие уравнений (3), (4) или (5), (6) кинетике изменения активности и определяют параметры τ_i . Если измеренные кинетики описываются уравнениями (3), (4), то дефекты не связаны. Если измерениям соответствуют уравнения (5), (6), то первый дефект связан только со вторым, а второй с поверхностью образца и десорбции описывается уравнениями

$$\frac{dC_1}{dt} = -\frac{C_1 - C_2}{\tau_1} \quad (7)$$

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{C_1 - C_2}{\tau_1} - \frac{C_2}{\tau_2} \quad (8)$$

Определив параметры τ_1 и τ_2 , определяют эффективные сечения трубки диффузионного потока

$$S_i = \frac{h_i V_i}{D_i \tau_i}$$

По величине сечения судят о характере и величине физического пути диффузии.

По величине максимальной активности a_{0i} , определяют объем дефекта

$$V_i = \frac{a_{0i}}{C_0 A} \quad (9)$$

где C_0 – максимальная концентрация сорбирующегося газа в дефекте, моль/л.

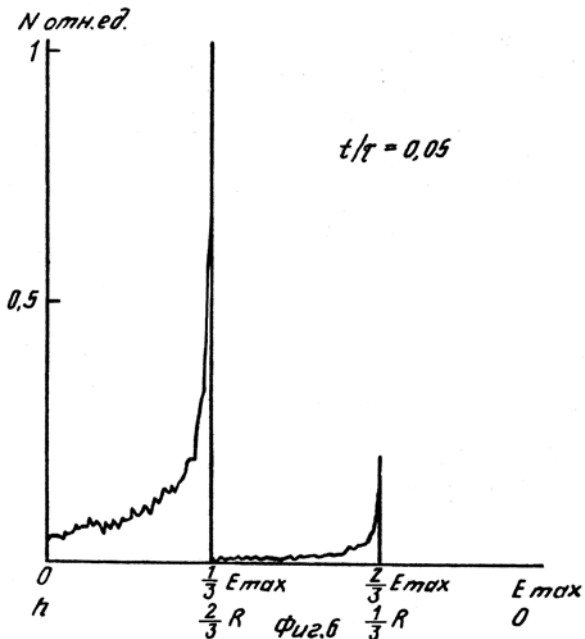
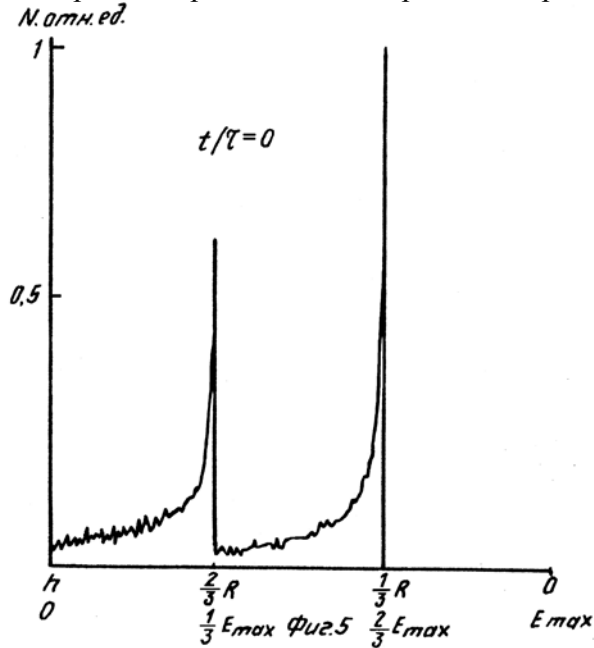
Зная коэффициент диффузии, определяют эффективное сечение трубки диффузионного потока. Если коэффициент диффузии неизвестен, то определяют только

величину D^*S , характеризующую скорость заполнения дефекта газом.

Наличие связей между дефектами в виде путей диффузии приводит к отклонению кинетики от простой суммы экспонент. Изменение кинетики сорбции и(или) десорбции радиоактивного газа с различными дефектами и сопоставление с уравнениями, описывающими

диффузионный массоперенос, позволяет определить наличие и эффективность путей диффузии между дефектами.

Использование способа позволяет обнаружить дефекты не только типа пор, но и дефекты типа трещин в различных материалах и прогнозировать взаимодействие материалов со средой.



Трещины проявляются как определяемые по кинетике сорбции и (или) десорбции эффективные пути диффузии между порами и поверхностью образца и между отдельными порами. Применение способа не требует проведения длительной экспозиции с последующей обработкой фотопластины, поэтому измерения могут быть существенно ускорены, что дает возможность исследовать кинетику сорбции и десорбции, и получить информацию о путях диффузии между дефектами типа пор.

Формула изобретения

1. Способ радиоизотопной дефектоскопии, включающий насыщение контролируемого объекта (α -активным газом, регистрацию α -частиц, выходящих из контролируемого объекта, отличающийся тем, что, с целью повышения экспрессности контроля глубины залегания и определения структуры дефектов, в процессе насыщения объекта и(или) десорбции газа с его поверхности, регистрируют распределение α -частиц по энергиям выделяют максимумы в указанных распределениях, фиксируют максимальные значения энергии частиц и их интенсивность в каждом максимуме, глубину залегания h дефектов определяют по максимальным значениям энергии частиц в каждом максимуме, а объем V и сорбционную емкость дефекта определяют с учетом указанных значений энергии частиц по интенсивности максимумов после достижения насыщения дефектов газом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что фиксируют изменения интенсивности максимумов в спектре частиц при нескольких

значениях времени насыщения и(или) десорбции, определяют постоянные времени τ изменения интенсивностей максимумов, вычисляют эффективное сечение S трубки диффузионного потока α -активного газа из дефекта по соотношению $S = \frac{hV}{D\tau}$, где D - коэффициент диффузии, и с учетом характера изменения интенсивности излучения во времени определяют наличие или отсутствие диффузионных потоков между выявленными дефектами.

