

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043741**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.06.19**

(51) Int. Cl. **B01D 15/08** (2006.01)  
**C22B 60/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202290590**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.12.29**

---

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИТТРИЯ-90**

---

(43) **2023.06.15**

(96) **2021000148 (RU) 2021.12.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ -  
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.И.  
ЛЕЙПУНСКОГО" (АО "ГНЦ РФ -  
ФЭИ") (RU)**

(56) RU-C1-2385754  
US-A-5368736

PICHESTAPONG Pipat et al.: "Separation of Yttrium-90 from Strontium-90 by Extraction Chromatography Using Combined Sr Resin and RE Resin", Energy Procedia, 2016, 89, 366-372

(72) Изобретатель:  
**Шаповалов Владимир Владимирович,  
Кузнецов Андрей Александрович,  
Тогаева Наталья Роальдовна (RU)**

(57) Способ получения иттрия-90 включает последовательное разделение находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате и очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры.

**B1**

**043741**

**043741**

**B1**

Изобретение относится к радиохимии и может быть использовано для получения радиофармпрепаратов на основе иттрия-90 для радионуклидной терапии злокачественных новообразований.

Известен способ получения иттрия-90 посредством разделения материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 [А.Б. Малинин, Л.Н. Курчатова, И.Н. Тронова и др., "Генератор иттрия-90 высокой радионуклидной чистоты", Радиохимия, 1984, т. 26, № 4, с. 500].

Способ включает получение иттрия-90 посредством разделения материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 последовательно на двух хроматографических колонках с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты.

Недостаток известного технического решения заключается в том, что в нем не предусмотрена очистка полученного иттрия-90 от органических примесей, в частности от ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, которая может смываться с колонок.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному техническому решению является способ получения иттрия-90 [патент РФ № 2385754 "Способ получения препарата на основе иттрия-90", опубл. 10.04.2010].

Способ включает последовательное разделение находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате и очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей на хроматографической колонке с катионообменной смолой, в частности, от ди-2-этилгексилфосфорной кислоты и октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате, которые могут смываться с колонок.

Недостаток известного технического решения заключается в том, что очистка находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей на хроматографической колонке с катионообменной смолой является сложным процессом, включающим сорбцию иттрия-90 из раствора на хроматографической колонке, промывку хроматографической колонки с сорбированным иттрием-90 промывным раствором и десорбцию иттрия-90, сорбированного на хроматографической колонке десорбирующим раствором.

Технический результат - упрощение технологии получения иттрия-90.

Для достижения технического результата в способе получения иттрия-90, включающего последовательное разделение находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей, предлагается очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей проводить на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры.

Гидрофильная макропористая смола полиакрилатной структуры сорбирует органические примеси и не сорбирует иттрий-90, что позволяет исключить при очистке находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей операции сорбции, промывки и десорбции иттрия-90.

Рекомендуется при выделении иттрия-90 променять следующие азотнокислые растворы:

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией от 0,1 до 0,5 М;

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией от 0,1 до 0,5 М;

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией от 2 до 10 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией от 0,1 до 0,5 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией от 0,1 до 0,5 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией от 2 до 10 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией от 2 до 10 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией от 2 до 10 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией от 0,05 до 0,5 М;

при очистке иттрия-90 от органических примесей сорбировать органические примеси на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,05 до 0,5 М.

В рекомендуемых условиях коэффициенты распределения стронция-90 и иттрия-90 являются оптимальными для решения задачи их разделения и последующей очистки полученного иттрия-90 от неактивных примесных катионов и органических примесей.

В частных случаях реализации способа предлагается

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,2 М;

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией 0,2 М;

при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией 8 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,2 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией 0,2 М;

при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией 8 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов сорбировать иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 8 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывать азотнокислым раствором с концентрацией 8 М;

при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов десорбировать иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией от 0,05 М;

при очистке иттрия-90 от органических примесей сорбировать органические примеси на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,05 до 0,5 М;

в качестве гидрофильной макропористой смолы полиакрилатной структуры использовать смолу Prefilter Resin.

Сущность изобретения поясняется блок-схемой способа получения иттрия-90, представленной на чертеже.

Способ включает последовательное разделение находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате и очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры.

При разделении находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке, для чего пропускают через хроматографическую колонку азотнокислый раствор с концентрацией от 0,1 до 0,5 М, содержащий стронций-90 и дочерний иттрий-90. При прохождении азотнокислого раствора с концентрацией от 0,1 до 0,5 М, содержащего стронций-90 и иттрий-90, через хроматографическую колонку иттрий-90 сорбируется твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, а стронций-90 остается в растворе. Далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор с концентрацией от 0,1 до 0,5 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор с концентрацией от 2 до 10 М, и получают азотнокислый раствор иттрия-90 со следами стронция-90.

При очистке находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты корректируют концентрацию и объем азотнокислого раствора иттрия-90, для чего полученный раствор, содержащий иттрий-90, упаривают досуха и растворяют сухой остаток в азотнокислом растворе с концентрацией от 0,1 до 0,5 М необходимого объема, сорбируют иттрий-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, для чего скорректированный азотнокислый раствор, содержащий иттрий-90, с концентрацией от 0,1 до 0,5 М пропускают через хроматографическую колонку, далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор с концентрацией от 0,1 до 0,5 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через на нее азотно-

кислый раствор с концентрацией от 2 до 10 М, и получают очищенный от следов стронция-90 азотнокислый раствор иттрия-90.

При очистке полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке, для чего пропускают через хроматографическую колонку очищенный от следов стронция-90 азотнокислый раствор иттрия-90 с концентрацией от 2 до 10 М. При прохождении азотнокислого раствора иттрия-90 с концентрацией от 2 до 10 М через хроматографическую колонку иттрий-90 сорбируется твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате, а неактивные примесные катионы большинства химических элементов остаются в растворе. Далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор с концентрацией от 2 до 10 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор с концентрацией от 0,05 до 0,5 М, и получают очищенный от следов стронция-90 и неактивных примесных катионов азотнокислый раствор иттрия-90.

При очистке находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры пропускают через хроматографическую колонку очищенный от следов стронция-90 и неактивных примесных катионов азотнокислый раствор, содержащий иттрий-90, с концентрацией от 0,05 до 0,5 М, при этом органические примеси сорбируются из раствора гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры, а иттрий-90 свободно проходит через хроматографическую колонку (таким образом исключается необходимость проведения операций сорбции, промывки и десорбции иттрия-90 при очистке находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей), и получают очищенный от следов стронция-90, неактивных примесных катионов и органических примесей азотнокислый раствор иттрия-90.

Пример конкретного осуществления способа получения иттрия-90.

Разделяют находящиеся в азотнокислом растворе материнский стронций-90 и дочерний иттрий-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты: сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, для чего пропускают через хроматографическую колонку объемом 5 мл азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 0,2 М, содержащий 10 Ки стронция-90 и 10 Ки иттрия-90, далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 0,2 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 8 М и получают азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90 объемом 100 мл с концентрацией 8 М со следами стронция-90.

Очищают находящийся в азотнокислом растворе иттрий-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты: корректируют концентрацию и объем азотнокислого раствора иттрия-90, для чего полученный раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90, объемом 100 мл с концентрацией 8 М упаривают досуха на электроплитке и растворяют сухой остаток в азотнокислом растворе объемом 100 мл с концентрацией 0,2 М, сорбируют иттрий-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, для чего скорректированный азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90, объемом 100 мл с концентрацией 0,2 М пропускают через хроматографическую колонку объемом 5 мл, далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 0,2 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 8 М и получают очищенный от следов стронция-90 азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90, объемом 100 мл с концентрацией 8 М.

Очищают полученный находящийся в азотнокислом растворе иттрий-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате: сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке, для чего пропускают через хроматографическую колонку с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате объемом 5 мл очищенный от следов стронция-90 азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90 объемом 100 мл с концентрацией 8 М, далее промывают хроматографическую колонку с сорбированным на ней иттрием-90, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 8 М, затем десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки, для чего пропускают через нее азотнокислый раствор объемом 100 мл с концентрацией 0,05 М и получают очищенный от следов стронция-90 и неактивных примесных катионов азотнокислый раствор содержащий до 10 Ки иттрия-90 объемом 100 мл с концентрацией 0,05 М.

Очищают находящийся в азотнокислом растворе иттрий-90 от органических примесей на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры Prefilter Resin:

пропускают через хроматографическую колонку объемом 2 мл очищенный от следов стронция-90 и неактивных примесных катионов азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90, объемом 100 мл с концентрацией 0,05 М и получают очищенный от следов стронция-90, неактивных примесных катионов и органических примесей азотнокислый раствор, содержащий до 10 Ки иттрия-90, объемом 100 мл с концентрацией 0,05 М.

В результате получен раствор иттрия-90, при очистке которого от органических примесей исключены операции сорбции, промывки и десорбции иттрия-90.

Достигнут технический результат - упрощение технологии получения иттрия-90.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения иттрия-90, включающий последовательное разделение находящихся в азотнокислом растворе материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от следов стронция-90 на второй хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе ди-2-этилгексилфосфорной кислоты, очистку полученного находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от неактивных примесных катионов на хроматографической колонке с твердым экстрагентом на основе октил(фенил)-N-N-диизобутилкарбамоилметилфосфиноксида в трибутилфосфате и очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей, отличающийся тем, что очистку находящегося в азотнокислом растворе иттрия-90 от органических примесей проводят на хроматографической колонке с гидрофильной макропористой смолой полиакрилатной структуры.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,2 М.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывают азотнокислым раствором с концентрацией 0,2 М.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при разделении материнского стронция-90 и дочернего иттрия-90 десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией 8 М.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,2 М.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывают азотнокислым раствором с концентрацией 0,2 М.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от следов стронция-90 десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией 8 М.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов сорбируют иттрий-90 на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 8 М.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов хроматографическую колонку с сорбированным иттрием-90 промывают азотнокислым раствором с концентрацией 8 М.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от неактивных примесных катионов десорбируют иттрий-90 с хроматографической колонки азотнокислым раствором с концентрацией 0,05 М.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что при очистке иттрия-90 от органических примесей сорбируют органические примеси на хроматографической колонке из азотнокислого раствора с концентрацией 0,05 М.

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве гидрофильной макропористой смолы полиакрилатной структуры используют смолу Prefilter Resin.

