



УКРАЇНА

(19) UA (11) 66435 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
G21H 5/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ РАДІОАКТИВНОГО ГАЗУ ФТОР  $F^{18}$  З ЧИСТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ ФТОРУ  $F^{19}$

1

2

(21) u201103396

(22) 22.03.2011

(24) 10.01.2012

(46) 10.01.2012, Бюл.№ 1, 2012 р.

(72) ПОНОМАРЕНКО ПАВЛО АФІНОГЕНОВИЧ,  
БЕЗОТОСНИЙ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПРОМИС-  
ЛОВОСТІ

(57) Спосіб отримання радіоактивного газу фтору  $F^{18}$  з чистого природного газу фтору  $F^{19}$ , заснова-

ний на ядерній технології, який відрізняється тим, що чистий фтор  $F^{19}$  в газоподібному стані поміщають в контейнер, розміщений в експериментальному каналі дослідницького реактора, де його опромінюють потоком нейтронів  $E \approx 2$  MeV, а опромінений продукт без витримки вилучають і отримують чистий радіоактивний газ фтор  $F^{18}$  за фізичною схемою ядерної технології  $F^{19} + n \rightarrow n2nF^{18}$ .

Корисна модель належить до ядерних технологій отримання радіоактивних газів у чистому вигляді, а саме, до отримання чистого радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  з чистого природного газу фтору  $F^{19}$ .

Масовий вміст фтору  $F^{19}$  в земній корі досить великий і складає 0,095 %. Через високу хімічну активність фтор  $F^{19}$  у вільному стані не зустрічається. Фтор  $F^{19}$  як домішка входить до складу багатьох мінералів, міститься в підземних водах, в морській воді [1].

Радіоізоотоп фтор  $F^{18}$  використовується при позитронно-емісійній томографії (ПЕТ), вона ж - двофотонна емісійна томографія - радіонуклідний метод томографії дослідження внутрішніх органів людини або тварини. Фтор  $F^{18}$  відзначається оптимальними характеристиками для використання в ПЕТ: найбільшим періодом напіврозпаду і найменшою енергією випромінювання. З одного боку, відносно невеликий період напіврозпаду фтору  $F^{18}$  дозволяє отримувати ПЕТ-зображення високої контрастності при низькому дозовому навантаженні на пацієнтів. Низька енергія позитронного випромінювання забезпечує високе просторове розв'язання ПЕТ-зображень. З іншого боку, період напіврозпаду фтору  $F^{18}$  достатньо великий, щоб забезпечити можливість транспортування радіофармпрепаратів (РФП) на основі фтору  $F^{18}$  з централізованого місця виробництва в клініки й інститути, що мають ПЕТ-сканери, а також розширити часові межі ПЕТ-досліджень і синтезу РФП [2].

Радіоізоотоп фтор  $F^{18}$  отримують на циклотроні опромінюванням сполук кисню дейтронами або протонами [3]. При використанні чистої води, поміщеної в контейнер з матеріалу, що не призводить до радіоактивних забруднень при опромінюванні, отримують радіохімічно чистий радіоізоотоп фтор  $F^{18}$  без носія. Для підвищення виходу радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  як мішень застосовують воду, збагачену до 3 % за киснем  $O^{18}$  [4]. Вищі виходи радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  отримують, опромінюючи воду  $\alpha$ -частинками з енергією 30 MeV. Воду поміщають для опромінювання в спеціальний контейнер з титану з віконцем. У результаті радіолізу під дією потоку  $\alpha$ -частинок утворюються водень і кисень, які рекомбінують на спеціальному каталізаторі, вмонтованому в мішень [5].

Відомий спосіб отримання радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  в ядерному реакторі, використовуючи послідовні ядерні реакції, при опромінюванні нейтронами кисневих сполук літію. Під дією потоку нейтронів в кисневих сполуках літію утворюються тритони, які далі реагують з киснем  $O^{16}$  за реакцією  $O^{16}(t, n) \rightarrow F^{18}$ . Цей спосіб має певні переваги перед отриманням радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  на циклотроні. Він заснований на реакції найбільш поширеного (99,7575 %) ізоотопу кисню  $O^{16}$  [6].

Недоліком способу є: необхідність використання мішеней, виготовлених особливим чином: плавлений  $LiNO_3$  у вигляді гранул в оболонках з поліетилену або  $Li_2CO_3$ ; складний процес хімічної очистки і осадження носія із застосуванням катіо-

(19) UA (11) 66435 (13) U

нообмінної колонки.

Існуючі способи отримання фтору  $F^{18}$  дорогі, енергоємні і вимагають створення складних технологічних процесів.

Суть винаходу полягає в створенні високоефективного, надійного способу отримання чистого радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  з чистого природного фтору  $F^{19}$  на основі ядерної технології.

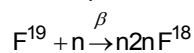
Технічна задача досягається завдяки тому, що чистий фтор  $F^{19}$  в газоподібному стані поміщають в контейнер, розміщений в експериментальному каналі дослідницького реактора, де його опромінюють потоком нейтронів, а опромінений продукт без витримки вилучають і отримують чистий радіоактивний газ фтор  $F^{18}$ .

Спосіб отримання радіоактивного газу фтор  $F^{18}$  з чистого природного фтору  $F^{19}$  на основі ядерної технології полягає в наступному.

Вхідним продуктом є чистий газ фтор  $F^{19}$  - газ ясно-жовто-зеленого забарвлення з подразним запахом. Порцію газу фтору  $F^{19}$  поміщають в контейнер, виготовлений з такого матеріалу, що не дає радіоактивних забруднень при опромінюванні в реакторі нейтронами спектру поділу. Контейнер екранують кадмієм і бором для надійного поглинання теплових і резонансних нейтронів.

Контейнер поміщають в експериментальний канал дослідницького реактора і піддають дії потоку нейтронів реакторного спектру. В результаті поглинання теплових і резонансних нейтронів на кадмієвому і борному екранах, фтор  $F^{19}$  зазнає дію потоку нейтронів спектру поділу  $E \approx 2$  МеВ. Під дією потоку нейтронів спектру поділу протікає реакція  $n2n$ , в результаті якої природний фтор  $F^{19}$  перетворюється на радіоізоотоп фтор  $F^{18}$ .

Схема реакції:



Використовуючи високу густину потоку нейтронів, наявну в дослідницькому ядерному реакторі, можна отримувати великі кількості чистого радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  без носія.

Опроміювання чистого природного фтору  $F^{19}$  в контейнері з матеріалу, що не дає при опроміню-

ванні в реакторі нейтронами спектру поділу радіоактивних забруднень, приводить до отримання чистого вихідного продукту. У декілька разів знижується енергоємність технологічного процесу, оскільки основне споживання електричної енергії при використанні пропонованого способу витрачається на підтримку заданого рівня потужності дослідницького ядерного реактора. Спрощується і здешевлюється реалізація технології виробництва радіоізоотопу фтор  $F^{18}$ .

Пропонований спосіб отримання радіоізоотопу фтор  $F^{18}$ , на відміну від існуючих методів, найбільш прийнятний і виправданий, оскільки не вимагає великих капіталовкладень при реалізації, достатньо простий і надійний в плані отримання чистого радіоізоотопу фтор  $F^{18}$ .

Ураховуючи, що радіоізоотоп фтор  $F^{18}$  слугує як робоче тіло для позитронно-емісійної томографії, пропонується ядерна технологія отримання чистого радіоізоотопу фтор  $F^{18}$  з чистого фтору  $F^{19}$  відрізняється екологічною чистотою, простотою реалізації і не вимагає залучення крупних капіталовкладень.

Спосіб, що заявляється, реалізований на дослідницькому реакторі ДР-100 в Севастопольському національному університеті ядерної енергії та промисловості.

Джерела інформації:

1. Танделов Ю. П. Фтор в системе почва-растение. - М.: Рос. акад. с.-х. наук, 2004.
2. Статус и перспективы развития ядерной медицины и лучевой терапии в России на фоне мировых тенденций. Аналитическая справка М., 2008 г.
3. Камен М. Радиоактивные индикаторы в биологии. Перев. с англ. М., издательство иностранной литературы 1948, стр. 222.
4. Carlson C.H. et al. Intern. J. Appl. Radiat. Isotopes, 4, 210 1959.
5. Clark J.C., Silvester D.J. Intern. J. Appl. Radiat. Isotopes, 17, 151 1966.
6. Левин В. И. Получение радиоактивных изотопов. М.: Атомиздат, 1972.