



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54408

(13) C2

(51) 7 G01T1/161

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ФАНТОМ ЛЮДИНИ

1

2

(21) 98073535

(22) 06 07 1998

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Перевозников Олег Миколайович, Ліхтарьов  
Ілля Аронович, Ленівий Леонід Миколайович, Лит-  
винець Леонід Олександрович(73) Науковий центр радіаційної медицини Ака-  
демії медичних наук України

(56) SU 1808214

US 5312755 17 05 1994

JP 10295692 10 11 1998

Дозиметрический и радиометрический контроль  
при работе с радиоактивными веществами и ис-точниками ионизирующих излучений. Методиче-  
ские указания. Под общей редакцией В.И. Гриш-  
мановского, Т.2, М. Энергоатомиздат, 1981, с. 68(57) Фантом людини, який має м'яку оболонку  
різних типорозмірів, заповнену наповнювачем з  
радіоактивною речовиною, який відрізняється  
тим, що оболонка виконана з вологонепроникного  
м'якого матеріалу - прогумованої тканини, а на-  
повнювач являє собою желеподібну масу агар-  
агару та хлорну ртуть у кількості 0,1 % від загаль-  
ної маси та радіоактивної речовини, наприклад,  
соку ягід, яка включає в себе, наприклад,  
радіонукліди цезію-137 та цезію-134

Винахід стосується ядерної фізики, а саме за-  
собів вимірювання іонізуючих випромінень, та мо-  
же бути використаний для контролю спектрометрів  
(лічильників) випромінювання людини (ЛВЛ) при  
визначенні складу інкорпорованих у тіло людини  
радіонуклідів у випадку радіаційних аварій та експлуатації ядерних об'єктів

Фантоми людини (контроль і джерела випро-  
мінювання, що моделюють тіло людини), для за-  
безпечення мінімальної похибки при проведенні  
вимірів повинні відповідати наступним основним  
вимогам

- за масою тіла та окремих органів, зросту та пропорціям відповідати «стандартній людині», т. т. бути антропоморфними,

- середня густина фантому повинна складати  $1\text{г/см}^3$ ,

- співвідношення основних хімічних елементів заповнювача (ефективний атомний номер) повинно бути близьким до біологічної тканини, бути радіаційно безпечним, можливість займати різноманітні положення (притаманна гнучкість),

- простота і надійність у експлуатації

Виготовити фантоми, що відповідають усім вимогам надзвичайно важко

Відомі гетерогенні антропоморфні фантоми з нерівномірним розподілом радіоактивної речовини, що мають тверду оболонку та наповнювач (GENNA ANALYTICAL METHODS IN WHOLE-BODY

COUNTING CLINICAL USES OF WHOLE-BODY COUNTING International Atomic Energy Agency, VIENNA, 1986 s, 1986)

Основним недоліком є складність їх виготовлення та висока вартість (до 1 млн. доларів США). Також їх жорсткість (не можливо надати потрібне положення на ЛВЛ різних типів при вимірах у положеннях лежачи, сидячи, сидячи-зігнувшись). Використання фантомів тільки одного розміру та маси - "стандартної людини". Вони недоступні для широкого використання

Відомі гомогенні фантоми з рівномірним розподілом радіоактивної речовини, не антропоморфні - еліптичні фантоми Буша, блочні, що представляють собою балони з пластику, які заповнені радіоактивним розчином або тканиноеквівалентним поліуретаном (Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений В.И. Гришмановского, Том 2, М. Энергоатомиздат, с. 68, 1981)

Недоліком є їх не антропоморфність і достатньо висока вартість радіоактивного наповнювача, їх жорсткість (не можливо надати потрібне положення на ЛВЛ різних типів при вимірах у положеннях лежачи, сидячи, сидячи-зігнувшись), використання фантомів тільки одного розміру та маси - "стандартної людини"

(13) C2

(11) 54408

(19) UA

Найбільш близьким за технічною сутністю до обговореного вище є фантом людини, який має м'яку оболонку, що виконана з текстилю різноманітних типорозмірів (моделюють різні вікові групи людей), що заповнена наповнювачем із твердої сипучої природної речовини, що структурно вміщує радіонукліди, наприклад, горох з радіоцезієм, який вирощено на території, на якій є радіоцезій (SU 1808214, МПК 5 G01T 1/161)

Недоліком відомого фантому є вологопроникливість оболонки та використання сипучого наповнювача, що вміщує радіонукліди, який є не тканиноеквівалентний (густина  $0,85\text{ г/см}^3$  замість  $1,0\text{ г/см}^3$ ), залежності маси від ступеню утрамбовки при заповненні, що призводить до похибки контролю не менш 10 - 15% і є радіаційно небезпечним

Технічною задачею винаходу є підвищення об'єктивності контролю та зниження похибки вимірів до 5 - 8% шляхом створення фантому людини, що є антропоморфним, гнучким, радіаційно безпечним, що моделює людей різних розмірів та мас, простим на виробництві та експлуатації, дешевим у виготовленні, доступним при проведенні масових вимірів

Поставлена технічна задача вирішується за рахунок того, що фантом людини має м'яку оболонку різних типорозмірів, заповнену наповнювачем з радіоактивною речовиною, причому оболонка виконана з волого не проникливого м'якого матеріалу - прогумованої тканини, а наповнювач представляє собою желеподібну масу агар-агару та хлорну ртуть у кількості 0,1% від загальної маси та радіоактивної речовини, наприклад соку ягід, яка включає в себе, наприклад радіонукліди цезію-137 та цезію-134

Радіоактивна речовина, що входить у склад желеподібної маси, замість радіоактивних дорогих промислових розчинів може бути використаний сік ягід, які зібрані на забруднених у результаті аварії на ЧАЕС території і містять у собі, наприклад радіонукліди цезію-137 та цезію-134

Фантом людини функціонує наступним чином

Елементи м'якої вологонепрониклової оболонки прогумованої тканини з формою частин тіла людини заповнюють наповнювачем - желеподібною масою із агар-агару з додаванням хлорної ртуті та радіоактивної речовини соку радіоактивних ягід. Желеподібна маса за фізичними якостями є практично тканиноеквівалентною речовиною і тим самим виконується основна вимога до заповнювачів фантомів

Замість радіоактивної речовини, наприклад радіоцезію, був використаний сік ягід, які були зібрані на забруднених територіях у результаті аварії на ЧАЕС. Цей сік не підходить для їжі та його вартість нульова, в той же час як вартість радіонуклідів, що виготовлені спеціально складає сотні тисяч гривень для одного фантому

Аналогічно функціонують фантоми з іншими варіантами наповнювача. У желатинову масу додається хлорна ртуть та радіоактивна речовина - сік радіоактивно-забруднених ягід. Або наповнювач виготовляється з цукру у вигляді цукрового сиропу з додаванням радіоактивної речовини - соку радіоактивно-забруднених ягід

Перелічені вище переваги фантому запропонованої конструкції дають великий ефект при проведенні масових вимірів населення на ЛВЛ при умовах ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, експлуатації та ремонтах ядерних об'єктів, коли потрібна велика кількість не високовартісних фантомів. Тому рішучим фактором стає вартість їх виготовлення при виконанні основних вимог до фантомів. Вартість запропонованого фантому нижча за вартість відомих типів у десятки разів. Причому фантоми дозволяють підвищити об'єктивність контролю за рахунок їх тканиноеквівалентності та гнучкості та понизити похибку вимірів до 5 - 7%, що є високим показником

Використання желеподібної маси як наповнювача, який вміщує радіонукліди, дозволяє у експедиційних умовах за короткий час без ризику радіоактивного забруднення формувати фантоми, покращуючи цим їх експлуатаційні якості та забезпечувати радіаційну безпеку робіт