



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 62026

(13) C2

(51) 7 G21F5/005

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

## (54) ЗАХИСНИЙ КОНТЕЙНЕР

1

2

(21) 2001129066

(22) 26 12 2001

(24) 15 12 2003

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р.

(72) Алексєєв Юрій Сергійович, Джур Євген Олександрович, Кабардін Микола Костянтинович, Крикун Юрій Олександрович, Кучма Леонід Данилович, Межуєв Микола Миколайович, Ткаченко Володимир Іванович, Якушкін Михайло Олександрович

(73) Алексєєв Юрій Сергійович, Джур Євген Олександрович, Кабардін Микола Костянтинович, Крикун Юрій Олександрович, Кучма Леонід Данилович, Межуєв Микола Миколайович, Ткаченко Володимир Іванович, Якушкін Михайло Олександрович

(56) Патент РФ №2076360, G21F1/12, G21F5/005, публ. 27 03 97

(57) Захисний контейнер, виконаний як вертикальний циліндричний стакан з двошарової оболонки, в якій як внутрішній захисний шар використаний композит з наповнювачем, а зовнішній шар оболонки виконаний з поліетилену, причому стакан обладнаний кришкою з байонетним затвором, який відрізняється тим, що як наповнювач використана суміш залізного сурику із силікатною масою і порошком вольфраму при наступному співвідношенні компонентів, мас. %

залізний сурик	1,5-3,0
порошок вольфраму	8-10
силікатна маса	решта

Винахід відноситься до переносних захисних контейнерів і призначений для транспортування радіоактивних, токсичних, легкоокислюючихся і т.п. продуктів у різних галузях народного господарства, де потрібно надійна, герметична тара невеликої ваги для транспортування, збереження, а при необхідності, поховання токсичних хімічних і радіоактивних відходів.

Відомі контейнери, в яких зберігаються, транспортуються і направляються на остаточне поховання в цементуємі свердловини радіоактивні відходи, що повинні мати надійну антикорозійну ізоляцію і достатню механічну міцність, щоб довгостроково витримувати вплив водню, що утворюється при розвитку корозії, а також вплив випромінювань, температури і хімічних реакцій у контейнері.

Крім цього, відомо, що контейнери для транспортування і збереження токсичних хімічних і низькоенергетичних радіоактивних відходів повинні задовольняти наступним вимогам попереджати проникнення шкідливих речовин і випромінювань у навколишнє середовище, гарантувати захист обслуговуючого персоналу від випромінювання, бути придатним для транспортування і проміжного збереження, відрізнятися невеликою вагою. До контейнерів тривалого збереження і поховання пред'являються більш жорсткі норми по їхній ме-

ханічній міцності, корозійній стійкості і радіаційному захисту. Для цих цілей застосовують багатошарові контейнери.

В даний час використовуються багатошарові резервуари у формі паралелепіпедів, що мають прямокутний поперечний переріз чи циліндричні резервуари, що містять кільцеві порожнини для розміщення шкідливих відходів.

Такі конфігурації мають дуже істотний недолік, що полягає в тому, що корисний об'єм збереження в резервуарах подібного типу дуже обмежений.

Відомий контейнер для радіоактивних відходів, що містить двошаровий корпус, внутрішній шар якого виконаний з бетону, зовнішній шар виконаний з армоцементу зі ступенем армування по площі перетину 3-12% (див. патент РФ №2064695, МПК<sup>6</sup> G21F5/00, опубл. 27 07 96).

Однак бетон недостатньо стійкий до випуджування, не має прийнятну радіаційну і теплову стабільність, і без додаткового захисту не вирішує проблеми збереження і транспортування токсичних хімічних і низькоенергетичних радіоактивних відходів.

Відомі маси для виготовлення захисних бетонів [Корольов К.М. Виробництво бетонної суміші і розчину М, "Вища школа", 1970, С 17-22], що включають зв'язне (вапняно-кремнеземисте, шла-

(13) C2

(11) 62026

(19) UA

ко-портланд цемент) і заповнювач (барит, магнетит, та ін.)

Недопоміжкою виробів з цих захисних бетонів є низькі фізико-механічні властивості, унаслідок чого вони не можуть бути використані при виготовленні контейнерів для радіоактивних відходів

Найбільш близьким по технічній суті і результату, що досягається, є захисний контейнер [п. РФ №2076360, МПК<sup>6</sup> G21F1/12, G21F5/005, опубл. 27.03.97], що включає корпус у вигляді вертикального стакана, що має двошарову оболонку, зовнішній шар якої виконаний з поліетилену. Внутрішній шар оболонки виконаний з композита. В відомому контейнері використовують композит наступного складу (мас. %) полістирол-10-15, поліметилсилікат свинцю-інше

Захисні властивості відомого контейнера вище захисних властивостей контейнера, корпус якого має шар з бетону, зокрема, при шарі зі змістом 8-10% полістиролу, а інше-поліметилсилікат свинцю (ПС)

Однак, відома конструкція захисного контейнера володіє рядом недоліків

По-перше, процентний зміст цього заповнювача в радіаційнозахисному будівельному матеріалі досить високий і складає 90-92%, що позначається на зниженні міцності виробу з цього матеріалу. По-друге, цей склад містить свинець, що є токсичним матеріалом і вимагає при його використанні додаткових заходів, що локалізують чи усувають цей недолік. Цілком зрозуміло, це веде до подорожчання контейнера в цілому

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення контейнеру шляхом виконання його конструкції з використанням нового нетоксичного матеріалу, що володіє високою надійністю, невисокою вартістю, з утворенням оптимально використовуваного об'єму, що забезпечує тривале збереження токсичних хімічних і низькоенергетичних радіоактивних відходів

Поставлена задача вирішується тим, що захисний контейнер, виконаний у вигляді вертикального циліндричного стакана з двошаровою оболонкою, в якій як внутрішній захисний шар використовується композит з заповнювачем, і зовнішнього шару оболонки, виконаного з поліетилену, і поставлений кришкою з байонетним затвором, відповідно до винаходу як заповнювач використовується суміш залізного сурик із силікатною масою і порошком вольфраму при наступному співвідношенні компо-

нентів (мас. %)

Залізний сурик	1,5-3,0
Порошок вольфраму	8-10
Силікатна маса	Інше

Виконання зовнішнього шару корпуса з заповнювачем у вигляді суміші залізного сурик і силікатної маси з порошком вольфраму при наступному співвідношенні компонентів (мас. %), - залізний сурик-1,5-3,0, порошок вольфраму-8-10, інше-силікатна маса, -забезпечить зменшення товщини стінки контейнера, за рахунок чого збільшиться корисний об'єм, при збереженні високих радіаційної і теплової стабільності без додаткового захисту. Розподіляючись по всьому обсязі силікатної маси сегреговані частки залізного сурик з розмірами від десятків до сотень мікрметрів додають матеріалу властивість аномально сильно (тобто з істотним відхиленням від відомої залежності Бугера) послабляти гамма-випромінювання і підвищують радіаційно-захисні властивості

Унаслідок того, що сурик залізний містить масову частку окису заліза від 65-67%, відбувається ефект відповідно до відкриття «Явище аномальної зміни інтенсивності потоку квантів проникаючого випромінювання моно- і багатоелементними середовищами» (Диплом №57 Міжнародної Асоціації авторів наукових відкриттів) Відкриття відноситься до фізики полідисперсних середовищ, зокрема, взаємодії з ними гамма-випромінювання. Автори відкриття досліджували діапазон полідисперсних часток розміром від 10 до 1000мкм, що широко використовується в сучасній технології і не вимагає ніяких спеціальних обмежень при виготовленні, транспортуванні, збереженні і використанні. Експериментально доведено, що при взаємодії радіоактивного випромінювання з полідисперсними середовищами спостерігаються істотні відхилення від відомої залежності Бугера, тобто має місце ослаблення радіоактивного випромінювання. Причиною цього є самоорганізація моно- і полідисперсних часток у систему енергетично взаємозалежних ансамблів завдяки сегрегації шляхом перемішування сухої багатоелементної полідисперсної суміші

Силікатну масу одержують шляхом змішування піску, до складу якого входять  $Si_2$ ,  $AlO_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Ti_2$ ,  $MnO$  з вапняком, до складу якого входять  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SO_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , домішки сухої породи

Середні типові співвідношення вищевказаних компонентів приведені в табл. 1

Таблиця 1

Склад силікатної маси

Пісок	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$FeO$	$TiO_2$	$MnO$	Разом
%	74,98	2,35	2,94	0,35	0,14	0,02	80,5
Вапняк	$CaO$	$MgO$	$SO_2$	$K_2O$	$Na_2O$	Домішки порожньої породи	
%	14,7	0,62	0,03	0,22	0,16	3,77	19,5

Залізний сурик є природним залізо-оксидним пігментом і являє собою сполучення  $\alpha-Fe_2O_3$  65-95% по масі з домішками 5-35%  $SiO_2$  і  $Al_2O_3$

Середні співвідношення вищевказаних компонентів у сурику залізного приведені в табл. 2 (ДСТ 8135-74 ізм. №3 марка «К»)

Таблиця 2

Сурик	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	pH-води	Маслоємність	Cl	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Укривистість, гм	Разом
%	67,46	7,0	10,0	0,2	0,1	0,5	14,24	100

Перед використанням сурик залізний подрібнюють і вилуджують з нього частки з розміром  $d_{cp}=2,5\pm 1\text{ мкм}$

У порівнянні з відомим внутрішній шар, що заявляється, за рахунок складу наповнювача з компонентів низької собівартості дозволяє одержати якісно новий ефект аномально сильно послабляти гамма-випромінювання і підвищувати радіаційно-

захисні властивості контейнерів, зберігаючи при цьому їхню високу міцність

Для визначення оптимального співвідношення компонентів у вигляді сурику залізного і силікатної маси проведені іспити міцності оболонки контейнера, відповідно до винаходу. Результати іспитів приведені в табл. 3, з якої видно, що оптимальний зміст сурику залізного в складі складає-1,5-3,0%

Таблиця 3

Результати іспитів на стиск захисного контейнера з зовнішнім шаром, до складу якого входить сурик залізний

N	0	1	2	3	4	5
Відсоток сурику залізного від загальної маси наповнювача	0	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
Міцність на стиск, МПа	15,0	17,0	18,0	20,0	17,0	15,0

Для порівняння в табл. 4 приведені результати аналогічних іспитів зразків відомого контейнера, внутрішній шар якого виконаний з композита, наповненого полімерсилікатом свинцю (ПС)

З порівняння даних табл. 3 і табл. 4 очевидно, що при збільшенні процентного змісту сурику у наповнювачі від 1,5 до 3,0% міцність контейнера, відповідно до винаходу, зокрема, контейнера з оболонки із суриком залізним, набагато перевищує міцність відомого

При цьому загальновідомо, чим з більшої кількості шарів виконаний корпус контейнера, чим більше процентний уміст радіаційно-захисного на-

повнювача в загальній масі складу, тим вище його захисні властивості, але й тим вище його вага і вартість. Це протиріччя вирішується в конструктивному виконанні контейнера, відповідно до виконання оболонки стаканів із шару з наповнювачем заявленого складу. У табл. 5 приведені порівняльні значення коефіцієнтів ослаблення гамма-випромінювання для контейнера з оболонкою при змісті пропонованого складу наповнювача у виді суміші сурику залізного, порошку вольфраму і силікатної маси і контейнера з внутрішнім шаром з наповнювачем ПС

Таблиця 4

Результати іспитів на стиск контейнерів із зовнішнім шаром із ПС

N	0	1	2	3	4	5
Відсоток ПС від загальної маси складу	0	10	30	50	70	90
Міцність, МПа	15,0	17,7	17,0	13,0	11,5	7,7

Таблиця 5

Коефіцієнти ослаблення в геометрії вузького пучка для наповнювача у виді суміші порошку вольфраму, сурику залізного, силікатної маси і наповнювача ПС, при змісті останніх у загальній масі

Тип наповнювача	Джерело випромінювання (енергія, МэВ)								
	Рентг. трубка (0,15)			Cs-137 (0,661)			Co-60(1,25)		
	Товщина, мм			Товщина, мм			Товщина, мм		
	20	50	90	20	50	90	20	50	90
Суміш	6,6	40,50	3944	1,56	2,66	3,57	1,36	2Д4	3,23
ПС	3,7	31	570	1,45	2,54	5,55	1Л	1,74	2,48

З табл. 5 видно, що радіаційно-захисні властивості контейнера, зокрема з внутрішнім шаром зі змістом сурику залізного від 1,5 до 3,0%, вище

захисних властивостей шару з ПС, зокрема, із внутрішнім шаром зі змістом ПС 90% при  $E=0,15\text{ МэВ}$  в 1,78-7

при  $E=0,661\text{ МЕВ}$  в 1,1-1,4

при  $E=1,25\text{ МЕВ}$  в 1,2-1,3

При цьому, як видно з табл 3 і табл 4 міцність контейнера на стиск, зокрема, контейнера при змісту сурику залізного від 1,5 до 3,0%, вище в 2,2 рази відповідних контейнерів з ПС, зокрема, контейнера при змісті ПС - 90%

Вибір оптимального складу для внутрішнього шару захисного контейнера обумовлений гранично-можливою стабільною дозою гамма-випромінювання і міцністю шару на стиск

Унаслідок відсутності свинцю і його з'єднань, зовнішній шар корпусу нетоксичний і не вимагає додаткових заходів по безпеці, що знижує вартість контейнеру і підвищує його економічність

Відсутність свинцю і його з'єднань не знижує міцність контейнеру. Тому що додавання залізного сурику до основного складу підвищує також його атмосферо-, корозійно- і термостійкість

За рахунок цього збільшується надійність контейнера, що володіє одночасно високими радіаційно-захисними властивостями і міцносними характеристиками для тривалого збереження токсичних хімічних і низькоенергетичних радіоактивних відходів

Додавання порошку вольфраму від 8 до 10% забезпечує оптимальну масу контейнера, при якій

забезпечується можливість збереження його конструктивної цілісності при всіх можливих аварійних ситуаціях, для чого не потрібно використання додаткових елементів, що підсилюють чи захищають корпус, чим досягається підвищення надійності в експлуатації контейнера і збільшує термін його служби

Конструкція контейнера, що заявляється, у зв'язку з простотою на кресленні не показана

Контейнер виготовляється і експлуатується таким способом

Відібрані компоненти в складі, відповідно до винаходу, змішуються і формується циліндрична стакан і кришка. Кришка герметично кріпиться до стакану за допомогою байонетного затвора

Конструктивне виконання заявленого контейнеру дозволить одержати легкі, міцні, корозійностійкі ємності з високою теплопровідністю. Забезпечення радіаційного захисту і конструктивне виконання контейнеру, робить його універсальним для транспортування, збереження і довгострокового поховання хімічних і низькоенергетичних радіоактивних відходів

Новий склад зовнішнього шару корпусу контейнера дозволяє значно знизити собівартість виробництва контейнера і, відповідно, розширити ефективність його застосування