



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47769 (13) U
(51) МПК
G01T 1/16 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАВІТАЦІЙНИЙ СПОСІБ МОНІТОРИНГУ РАДІАЦІЙНОГО ЗАРАЖЕННЯ СЕРЕДОВИЩА

1

2

(21) u200908418

(22) 10.08.2009

(24) 25.02.2010

(46) 25.02.2010, Бюл. № 4, 2010 р.

(72) ІВАНОВ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н. КАРАЗІНА

(57) 1. Кавітаційний спосіб моніторингу радіаційного зараження середовища, що ґрунтується на визначенні кавітаційних параметрів зразка рідини, який **відрізняється** тим, що зразок рідини герметизують, розміщують у моніторинговому середовищі й, періодично вимірюючи у зазначеному зраз-

ку рідини поріг кавітації та інтенсивність кавітаційних шумів, судять про радіаційну забрудненість середовища та визначають дозу іонізуючого випромінювання, що поглинена цим зразком рідини за час експонування у моніторинговому середовищі, відповідно.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що, для покращення чутливості вимірювань, з метою створення, завдяки дії радіаційного випромінювання, додаткових центрів кавітації, як зразок рідини використовують радіаційно-нестабільну рідину, наприклад, таку низькомолекулярну сполуку, як мономер, що радіаційно полімеризується.

Корисна модель відноситься до способів виявлення радіоактивних випромінювань та може застосовуватись при розробці кавітаційних методів дозиметрії і дозиметрів, які крім своєї основної задачі - визначення і контролю параметрів випромінювання, можуть застосовуватись для моніторинга радіаційних забруднень, викликаних як природними, так і техногенними причинами.

Відомі способи дозиметрії засновані на використанні фізичних, хімічних, біологічних та інших ефектах проникаючого іонізуючого випромінювання. Відомі дозиметри підрозділяються на дозиметри з газоподібною робочою речовиною (іонізаційні камери, газорозрядні лічильники), твердотілі, в яких використовують люмінесцентні, сцинтиляційні, та напівпровідникові матеріали, та ті, в яких використовують рідину (бульбашкові камери, акустичні детектори та ін.). Всі методи дозиметрії та відповідні їм типи дозиметрів мають свої специфічні галузі використання.

Відомі способи детектування радіоактивних випромінювань за впливом на процес акустичної кавітації в рідині. Наприклад, встановлено /1/, що поріг кавітації 121 в рідині при дії на цю рідину проникаючого випромінювання знижується. Проведені теоретичні оцінки /3/ показують, що енергії, яка виділяється від радіоактивного розпаду радіонуклідів, достатньо для утворення в рідині (зокрема у воді) мікробульбашок, які будучи зародками кавітації, знижують енергетичний поріг її виник-

нення, при створенні в об'ємі рідини зусиль, що розтягують. Ці данні дозволяють зв'язати деякі параметри кавітації рідини, як з фактом її радіаційного опромінювання, так і з деякими параметрами цього опромінювання. Наприклад, подібне детектування здійснювалося при розміщенні в кавітаційне акустичне поле тест-зразка, коли за його ерозією судили об інтенсивності радіоактивного випромінювання /4/.

Усі відомі кавітаційні способи не є однозначні для моніторинга радіаційної дії, тому що на величину порогу кавітації в досліджуваній рідині, крім рівня радіації, впливає ще багато різних факторів. Це призводить до значного ускладнення в вимірюваннях та інтерпретації результатів, що у принципі не дозволяє провадити кавітаційний моніторинг радіаційно заражених середовищ відомими способами, тим більш у експрес-режимі.

Найбільш близьким аналогом за технічною суттю до корисної моделі, що пропонується, є кавітаційний спосіб контролю радіаційного зараження середовища /5/, що ґрунтується на визначенні кавітаційних параметрів зразка рідини.

Реалізований відомий спосіб був наступною послідовністю операцій.

У вимірювальну кювету, що представляє собою ультразвуковий кавітатор, послідовно заливали різні зразки води: дистильованої, з артезіанської свердловини та із свердловини Чорнобильської зони відчуження. Для кожного зразка води вимірю-

UA (13)

47769 (11)

UA (19)

вали поріг кавітації, а про радіаційне зараження досліджуваного зразка води судили за мінімальним вимірним значенням порога кавітації. В наведеному способі неоднозначність у інтерпретації та визначенні радіаційного зараження рідини частково компенсувалась тим, що досліджували тільки зразки води, які попередньо ретельно фільтрували та під час вимірювань видержували в однакових зовнішніх фізичних умовах. Це дозволило поставити у відповідність результати вимірювань до зразка «чистої» (радіаційно не опроміненої) рідини - дистильованої воді.

Недоліками способу, прийнятого за найближчий аналог, є те, що він не може бути використаний для експрес-аналізу радіаційного зараження середовища, тому що складний у технічному виконанні. Він не забезпечує моніторингу радіаційного зараження в рухомому потоці, наприклад, у річці, так як потребує проведення вимірювань в кюветі (постійні зовнішні фізичні умови) та тільки за умов використання відфільтрованої рідини. Також зазначений спосіб не дозволяє контролювати середовища невідомого або мінливого хімічного складу, наприклад, рідини, що знаходиться безпосередньо в свердловині, тому, що у такому випадку, залишається невизначеним значення порогу кавітації, починаючи з якого можливо достовірно контролювати факт радіаційного зараження. Зазначений спосіб також не дозволяє провадити моніторинг газових середовищ, тому що кавітація в газах не спостерігалась.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомого кавітаційного способу контролю радіаційного зараження середовища, у якому за рахунок створення сукупності нових ознак було б спрощене практичне здійснення способу, отримана можливість контролю й виміру в потоках, а також у середовищах невідомого хімічного складу, у тому числі й газових.

Для вирішення поставленого завдання в кавітаційному способі контролю радіаційного зараження середовища, що ґрунтується на визначенні кавітаційних параметрів зразка рідини, згідно з корисною моделлю, спочатку зразок рідини герметизують, потім його розміщують у моніторинговому середовищі й, періодично вимірюючи у зазначеному зразку рідини поріг кавітації та інтенсивність кавітаційних шумів, судять, за порогом кавітації про радіаційну забрудненість середовища, а за інтенсивністю кавітаційних шумів про дозу іонізуючого випромінювання, що поглинена цим зразком рідини за час експонування у моніторинговому середовищі, відповідно.

А також для підвищення чутливості вимірювань, завдяки створенню через дію радіаційного опромінення додаткових центрів кавітації, в якості зразка рідини, використовують радіаційно-нестабільну рідину, наприклад, радіаційно полімеризовану низькомолекулярну сполуку (мономер).

Суть пропонованої корисної моделі в наступному. Загерметизований зразок рідини (ЗЗР), що занурюють, на відміну від моніторингового середовища, має стабільні, наперед задані параметри кавітації (поріг, інтенсивність), тому що його хімічний склад і газонасиченість постійні, а не контро-

льовані домішки або вилучені, або відсутні. Коли ж радіонукліди із зараженої контрольованої рідини створюють вторинний радіаційний фон в об'ємі ЗЗР, то поріг кавітації стандартного зразка рідини понизиться й по його зміні можна буде судити про радіаційне зараження моніторингового середовища. Щоб підвищити чутливість і точність кавітаційного способу детектування іонізуючих випромінювань, у ЗЗР бажано використовувати радіаційно-нестабільні рідини, наприклад мономери, що радіаційно зшиваються, типу метилметакрилату. Справа в тому, що процес зшивки низькомолекулярних ланцюжків енергетично більш вигідне, чим радіаційне утворення бульбашки /3/, тобто перетворення енергії іонізуючого випромінювання на утворення центрів кавітації, якими в цьому випадку є радіаційно утворені обривки ланцюжків полімеру в мономері, відбувається більш ефективно. Зародки полімеризації, що радіаційно утворилися в ЗЗР, ще більше понизять поріг кавітації, у порівнянні з вихідним мономером, а їхня загальна кількість збільшить її інтенсивність, що полегшить процес фіксування величини цього порога й дозволить визначити поглинену в ЗЗР дозу іонізуючого випромінювання, що пропорційна числу мономерів, що зшилися.

Таким чином, сукупність істотних ознак способу, що заявляється, дозволяє використати його для експрес-контролю радіаційного зараження середовища за рахунок спрощення його практичної реалізації, для моніторингу в потоках середовищ, що рухаються, і в середовищах мінливого, або невідомого хімічного складу, у тому числі газах.

Одержуваний технічний результат може бути ефективно використаний для моніторингу (довгострокового спостереження) екологічної обстановки у водних басейнах рік, озер і т.п., контролю за зміною радіаційної обстановки у водах об'єкта «Укриття» Чорнобильської зони відчуження, контролю стічних вод з підприємств, пов'язаних з радіоактивними відходами, та на підприємствах, що використовують у своєму технологічному колі радіоактивні джерела.

Пропонований спосіб може бути реалізований наступним чином.

До ультразвукового кавітатора, що представляє собою запаяну ампулу з рідкою радіаційно-нестабільною речовиною (ЗЗР), наприклад, метилметакрилатом, з попередньо впаяними до ампули випромінювачем і приймачем ультразвукових хвиль, які мають відповідні вхідні й вихідні електричні контакти, приєднують генератор і приймач електричних коливань. Підвищуючи електричну напругу від генератора, що подається на вхід випромінювача ультразвукових хвиль, домагаються ультразвукової кавітації в ЗЗР. Початок (поріг) кавітації фіксують по появі на виході приймача ультразвукових хвиль відповідних електричних коливань - специфічного кавітаційного шуму, який, у свою чергу обробляється приймачем електричних коливань. Виміряні поріг кавітації, що характеризується електричною напругою від генератора, при якому виникає кавітаційний шум, та початкова інтенсивність цього шуму є паспортними характери-

стиками використаного ультразвукового кавітатора. Для розширення можливостей і підвищення точності вимірів радіаційних забруднень даним способом бажано паспортизувати кавітатор кривій $U(T)$, де U - напруга генератора, при якій ультразвуковий приймач фіксує кавітаційний шум, T - температура ЗЗР. Потім кавітатор занурюють у контрольовану рідину, наприклад у свердловину, і після закінчення заданого для виміру часу ЗЗР знов кавітирують і вимірюють новий поріг кавітації та інтенсивність кавітаційного шуму. По різниці порогів судять про радіаційне зараження контрольованої рідини, а по інтенсивності кавітаційного шуму про поглинену в ЗЗР дозу випромінювання. Випромінювач і приймач ультразвукових хвиль бажано виконувати на основі п'єзокераміки, як найбільше температурно- й радіаційно-стабільного матеріалу.

Отже, запропонований спосіб забезпечує оперативне і достовірне виявлення радіаційної токсичності природних і стічних вод, що вкрай важливо, наприклад, при виникненні аварійних ситуацій.

Джерела інформації:

1. В.Д. Воловик, С.И. Иванов, Г.Ф. Попов. Акустическая кавитация от импульсных пучков заряженных частиц и гамма-квантов в некоторых конденсированных средах. Тезисы докладов VI международного симпозиума по нелинейной акустике. Москва, 1975, С. 291-294.

2. Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. Кавитация. Изд-во «Мир», Москва, 1974.

3. С.И. Иванов, А.Т. Каминский, В.Б. Шостак. Радиационно-стимулированная кавитация в контроле радиоактивного заражения жидкостей. Тезисы доповідей Наукової конференції "9 років після Чорнобильської аварії". Київ, ІЯД НАН України, 1995, С 13-15.

4. А. С. СССР №409569. Способ детектирования радиоактивных излучений. Оpubл. Б.И. №19 от 03.12.74.

5. С. И. Иванов. Акустические шумы от радиационно-индуцированной кавитации. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, №490, серія фізична «Ядра, частинки, поля» вип. 3 /11/, 2000, С 80-82.