



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G21C 5/02 (2020.02)*

(21)(22) Заявка: 2020107625, 20.02.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.02.2020

Дата регистрации:  
29.06.2020

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 20.02.2020

(45) Опубликовано: 29.06.2020 Бюл. № 19

Адрес для переписки:  
121467, Москва, Г-467, а/я 58, Мельяну А.Р.

(72) Автор(ы):  
Линге Игорь Иннокентьевич (RU),  
Приходько Андрей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт проблем  
безопасного развития атомной энергетики  
Российской академии наук (ИБРАЭ РАН)  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: FR 2801133 A1, 18.05.2001. RU  
2056653 C1, 20.03.1996 C1. RU 2064695 C1,  
27.07.1996. RU 71467 U1, 10.03.2008. DE 68918816  
T2, 04.05.1995.

## (54) КОНТЕЙНЕР ДЛЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

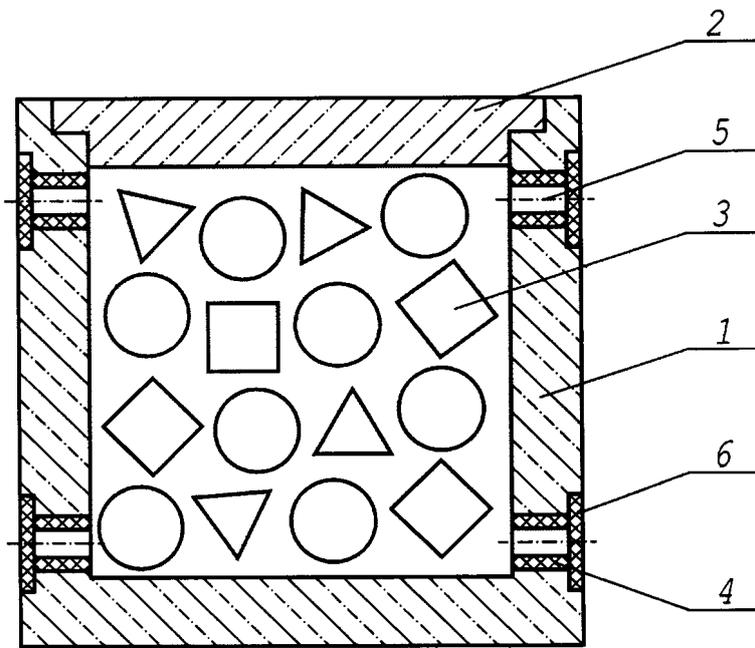
(57) Реферат:

Изобретение относится к техническим средствам, предназначенным для захоронения радиоактивных отходов (РАО), и может использоваться при консервации открытых поверхностных водоемов-хранилищ жидких РАО. Контейнер для РАО содержит выполненный из бетона корпус со съемной верхней частью в виде плоской крышки. На стенках корпуса размещены по меньшей мере два затвора с загрузочными отверстиями. Один затвор устанавливается со стороны верхней части корпуса. Другой затвор

расположен на боковой стенке со стороны нижней части корпуса. Каждый затвор содержит втулку, выполненную из натриевого бентонита. Осевой цилиндрический канал втулки образует загрузочное отверстие затвора. Втулка размещается в установочном отверстии, образованном в стенке корпуса. Изобретение позволяет повысить эффективность локализации высокоактивных РАО и безопасность обращения с РАО за счет автоматизации процесса загрузки контейнера. 6 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU  
2 7 2 4 9 6 6  
C 1

RU  
2 7 2 4 9 6 6  
C 1



Фиг. 1

RU 2724966 C1

RU 2724966 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G21C 5/02 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2020107625, 20.02.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**20.02.2020**

Registration date:  
**29.06.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **20.02.2020**

(45) Date of publication: **29.06.2020** Bull. № 19

Mail address:

**121467, Moskva, G-467, a/ya 58, Melyanu A.R.**

(72) Inventor(s):

**Linge Igor Innokentevich (RU),  
Prihodko Andrej Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
uchrezhdenie nauki Institut problem  
bezopasnogo razvitiya atomnoj energetiki  
Rossijskoj akademii nauk (IBRAE RAN) (RU)**

(54) **CONTAINER FOR RADIOACTIVE WASTES**

(57) Abstract:

FIELD: burial of radioactive wastes.

SUBSTANCE: invention relates to technical means intended for disposal of radioactive wastes (RAW) and can be used in conservation of open surface water reservoirs of liquid RAW. Container for RAW comprises case made from concrete with detachable top part in form of flat cover. On walls of housing there are at least two gates with loading openings. One gate is installed on the side of the upper part of the body.

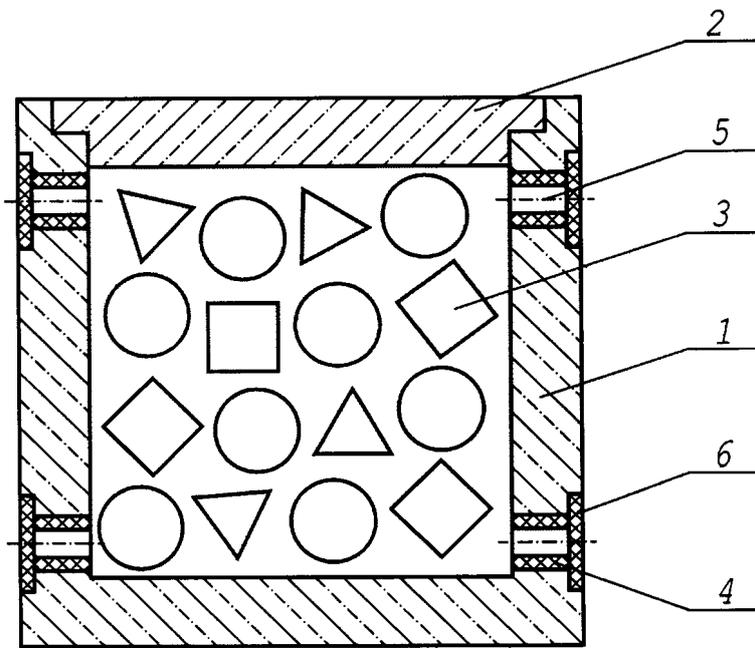
Other gate is located on the side wall on the side of the lower part of the case. Each gate includes bushing made from sodium bentonite. Axial cylindrical channel of the bushing forms a loading opening of the bolt. Sleeve is fitted in locating bore made in case wall.

EFFECT: invention increases localization efficiency of highly active RAW and safety of handling RAW due to automation of container loading process.

7 cl, 5 dwg

RU 2 724 966 C1

RU 2 724 966 C1



Фиг. 1

RU 2724966 C1

RU 2724966 C1

Изобретение относится к техническим средствам, предназначенным для захоронения радиоактивных отходов (РАО), и может использоваться при консервации открытых поверхностных водоемов-хранилищ жидких РАО с целью локализации и стабилизации подвижных иловых отложений, содержащих высокоактивные РАО.

5 При консервации поверхностных водоемов-хранилищ жидких РАО для создания покрывающих экранов требуется перемещение большого количества материалов, включая материалы, содержащие РАО. Обычно в водоемах-хранилищах имеются участки с повышенным количеством донных отложений, так называемых радиоактивных илов, с повышенным содержанием РАО и, соответственно, с высокой активностью.  
10 Для засыпки водоемов-хранилищ с такими участками необходимо создавать искусственные придонные пористые структуры (массивы) с целью стабилизации и локализации РАО.

В настоящее время пористые придонные структуры создаются посредством использования скальных пород (грунтов) и специальных пустотелых железобетонных  
15 блоков. Для этих целей могут использоваться также полые элементы, выполненные из бетона. Пористые придонные структуры позволяют локализовать донные отложения при реализации достаточно простых проектных решений. Данная технология применялась, например, при закрытии акватории промышленного водоема В-9 ПО «Маяк» (озеро Карачай).

20 Применение чистых (не содержащих РАО) материалов для консервации водоемов-хранилищ РАО, хотя и широко используется на практике, но экономически неэффективно. Применение для указанных целей загрязненных материалов или РАО низкой и средней активности, не оказывающих дополнительного негативного воздействия на внешнюю среду в области размещения пунктов консервации  
25 высокоактивных РАО и обладающих потенциалом стабилизирующего воздействия на текучую среду, содержащую консервируемые РАО, ранее детально не исследовалось в связи с отсутствием нормативного регулирования данной технологии.

Технологии с использованием РАО низкой и средней активности приобрели актуальность после вступления в силу в 2017 году федеральных норм и правил в области  
30 использования атомной энергии «Требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов» (НП-103-17). Согласно указанным требованиям в пунктах размещения особых РАО (ПРОРАО) допускается размещение РАО, образовавшихся при следующих условиях: эксплуатации или выводе из эксплуатации объектов  
35 использования атомной энергии, на котором образовались РАО; эксплуатации ПРОРАО; выполнении работ по реализации проекта перевода ПРОРАО в пункт консервации особых РАО (ПКОРАО); проведении реабилитации площадки размещения ПРОРАО.

Перед захоронением РАО проводят ряд технологических операций кондиционирования РАО, завершающим этапом которых является размещение  
40 предварительно обработанных РАО в радиационно-защитные контейнеры, предназначенные для хранения, транспортирования и последующего захоронения РАО. Такие контейнеры выполняются из высокопрочного и долговечного бетона. За счет применения контейнеров, при соблюдении установленных технологических требований, обеспечивается безопасный распад радионуклидов без выхода ионизирующего излучения  
45 в окружающую среду в процессе стабильного хранения, а также при возможных аварийных ситуациях.

В качестве упаковочных контейнеров могут использоваться контейнеры типа НЗК, предназначенные для размещения и безопасного длительного хранения РАО низкой и

средней активности (ГОСТ Р 51824-2001. Контейнеры защитные невозвратные для радиоактивных отходов из конструкционных материалов на основе бетона. Общие технические требования). Полезный объем контейнера НЗК составляет 1,5 м<sup>3</sup>. В полости контейнера могут размещаться цементированные и битумированные твердые РАО или РАО в виде солевого раствора (в бочках). При заполнении контейнера различными твердыми РАО незаполненный (свободный) объем контейнера составляет не менее 30% от полного объема полости контейнера.

В настоящее время известны различные конструкции радиационно-защитных контейнеров, предназначенных для хранения, транспортирования и последующего захоронения РАО. Так, например, в патенте JP 5901363 B2 (дата публикации: 06.04.2016) описана конструкция контейнера, предназначенного для хранения РАО.

Железобетонный корпус контейнера выполнен со съемной железобетонной крышкой, расположенной на верхней части корпуса. В крышке выполнено по меньшей мере одно отверстие с перемещаемым в горизонтальном направлении металлическим затвором. С помощью затвора обеспечивается легкий доступ к верхней части корпуса контейнера в процессе загрузки или выгрузки РАО.

Другой вариант конструкции контейнера для РАО представлен в патенте JP 6057514B2 (дата публикации: 11.01.2017). Контейнер выполнен по меньшей мере с одним затвором, предназначенным для заполнения полости контейнера РАО и его герметизации непосредственно на территории объекта использования атомной энергии, на котором образовались РАО. Затворы устанавливаются на верхней крышке и на боковых стенках корпуса контейнера. С целью усиления радиационной защиты в конструкции съемного затвора используется вставка-заглушка, состоящая из двух частей: пластинчатой и съемной соединительной части. Пластинчатая часть закрепляется на внешней поверхности контейнера. Площадь пластинчатой части превышает площадь съемной соединительной части. Пластинчатая и соединительная части могут быть выполнены из одного и того же материала: легкого или высокопрочного бетона. В других вариантах выполнения устройства указанные части могут выполняться из различных материалов: пластинчатая часть - в виде металлической плиты или из высокопрочного бетона, соединительная часть - из обычного или легкого бетона.

Более простая конструкция контейнера, включающего в свой состав затворы для загрузки РАО, описана в патенте FR 2801133 B1 (дата публикации: 15.02.2002). Данный контейнер, выбранный в качестве наиболее близкого аналога изобретения, содержит железобетонный корпус с отверстием, выполненным в его верхней части, и коническую вставку (крышку), герметично устанавливаемую в коническом канале отверстия. Затвор образован вставкой и смежной поверхностью канала. Герметизация затвора обеспечивается с помощью связующего вещества, заполняющего пространство между вставкой и поверхностью канала. С помощью затвора осуществляется быстрое заполнение полости контейнера твердыми и жидкими РАО и герметизация загрузочного отверстия. Достижимый при использовании известного технического решения результат заключается в сокращении времени нахождения оператора вблизи РАО в процессе загрузки контейнера.

Перечисленные выше технические решения применяются для загрузки твердых и жидких РАО в контейнер через открытое загрузочное отверстие затвора, при этом герметизация (закрытие) затвора осуществляется при непосредственном участии оператора в технологическом процессе. Такие контейнеры практически не применимы в случае необходимости локализации донных отложений в процессе консервации промышленных водоемов-хранилищ РАО. Для реализации указанных процессов

требуются технические средства, обеспечивающие автоматическую загрузку в полость контейнера высокоактивных илов, сконцентрированных на дне водоема-хранилища РАО.

После загрузки радиоактивных илов в свободный объем контейнера необходимо обеспечить изоляцию загруженных РАО от окружающей среды путем закрытия и герметизации затвора. Данные технологические операции должны производиться автоматически без непосредственного участия оператора. Необходимо также предусмотреть возможность предварительного частичного заполнения полости контейнера РАО средней и низкой активности с целью осуществления процесса погружения контейнера в водоеме-хранилище до достижения уровня донных иловых отложений.

Изобретение направлено на преодоление указанных выше технических проблем, связанных с обеспечением ряда требований, предъявляемых к конструкции контейнера для РАО. Необходимо обеспечить локализацию радиоактивных илов промышленных водоемов-хранилищ РАО при выполнении ряда технологических операций, включая погружение контейнера на дно водоема-хранилища, заполнение свободного объема контейнера высокоактивными жидкими РАО и изоляцию полости контейнера от окружающей среды.

При решении перечисленных задач достигаются следующие технические результаты: повышается эффективность локализации наиболее активной части жидких РАО; повышается безопасность обращения с РАО за счет изоляции от окружающей среды высокоактивных РАО непосредственно в ПКОРАО; повышается безопасность обращения с РАО за счет автоматизации технологического процесса и исключения участия оператора в операциях по загрузке РАО, обладающих наибольшей активностью; повышается эффективность использования объема полости контейнера за счет предварительного заполнения контейнера РАО, обладающими низкой и средней активностью, и их использования в качестве барьеров безопасности вместо «чистых» материалов.

Указанные технические результаты достигаются при использовании контейнера для РАО, выполненного согласно изобретению. Контейнер содержит изготовленный из бетона корпус со съемной частью и расположенные на стенках корпуса затворы с загрузочными отверстиями.

Контейнер включает в свой состав по меньшей мере два затвора, один из которых размещен на стенке корпуса со стороны верхней части корпуса, а другой - на боковой стенке корпуса со стороны нижней части корпуса. Каждый затвор содержит втулку с осевым каналом, выполненную из натриевого бентонита. Осевой канал втулки образует загрузочное отверстие затвора. Втулка затвора закрепляется в установочном отверстии, выполненном в стенке корпуса.

В зависимости от объема контейнера (размеров контейнера), формы корпуса и конструктивного выполнения контейнера возможны различные варианты выбора количества затворов и их расположения на стенках корпуса. В общем случае наиболее оптимальной формой контейнера является прямоугольный параллелепипед, в частности куб.

В случае использования контейнера в форме прямоугольного параллелепипеда объемом  $\sim 1,5 \text{ м}^3$  при диаметре загрузочных отверстий затворов  $\sim 50 \text{ мм}$  целесообразно использовать от 2 до 8 затворов. Возможны различные варианты выполнения контейнера в зависимости от выбранного количества затворов.

Контейнер может содержать восемь затворов, расположенных на стенках корпуса.

В этом случае на каждой боковой стенке корпуса симметрично устанавливаются два затвора: один затвор - со стороны верхней части корпуса, а второй - со стороны нижней части корпуса.

5 Контейнер может содержать пять затворов, расположенных на стенках корпуса. В данном варианте конструкции на каждой боковой стенке корпуса устанавливается один затвор со стороны нижней части корпуса, и один затвор размещается на верхней стенке корпуса, выполненной в виде съемной верней части корпуса.

10 При использовании двух затворов один затвор размещается на боковой стенке корпуса со стороны нижней части корпуса. Второй затвор устанавливается на верхней стенке корпуса, выполненной в виде съемной верней части корпуса.

15 Загрузка в контейнер донных иловых отложений, содержащих высокоактивные РАО, и изоляция РАО от окружающей среды осуществляется без участия оператора. Перед погружением контейнера в водоем-хранилище РАО производится частичное заполнение полости контейнера РАО, обладающими низкой и средней активностью. Загрузка может осуществляться через верхнюю съемную часть корпуса. После предварительной загрузки РАО до достижения отрицательной плавучести контейнера производят закрытие полости контейнера. Для этого на верхней части корпуса герметично устанавливается съемная крышка.

20 Подготовленный контейнер погружается в водоем-хранилище РАО и при отрицательной плавучести опускается на дно водоема, где и осуществляется заполнение свободного пространства контейнера радиоактивными иловыми отложениями. Заполнение свободного объема полости контейнера происходит через загрузочные отверстия затворов, расположенных на боковых стенках корпуса со стороны его нижней части, при одновременном вытеснении воздуха из полости контейнера через загрузочные  
25 отверстия затворов, расположенных со стороны верхней части корпуса. Данное расположение затворов и загрузочных отверстий является существенным для заполнения свободного пространства полости контейнера иловыми отложениями.

30 После заполнения свободного пространства полости контейнера радиоактивными иловыми отложениями из придонной части водоема-хранилища происходит автоматическое закрытие загрузочных отверстий затворов. Реализация данной операции связано с использованием затворов, в которых функцию отсечного клапана выполняет втулка, изготовленная из натриевого бентонита.

35 Бентониты относятся к природным глинистым материалам - гидроалюмосиликатам. Натриевые бентониты отличаются от других видов бентонитов преобладанием ионов натрия. Существенной особенностью натриевых бентонитов является высокая степень набухания (многократное увеличение собственного объема) в процессе гидратации при длительном нахождении в водной среде. Объем натриевого бентонита при гидратации увеличивается не менее чем в 16 раз. Индекс свободного набухания натриевых бентонитов составляет не менее 26 мл/2 г.

40 Принцип работы затворов контейнера основан на свойстве натриевого бентонита многократно увеличиваться в объеме при гидратации. В ограниченном пространстве при свободном набухании бентонита в водной среде образуется плотный гель, полностью перекрывающий загрузочное отверстие затвора и выполняющий функцию герметичной заглушки. Вследствие этого РАО, заполняющие свободное пространство  
45 полости контейнера, изолируются от окружающей среды.

При использовании затворов с втулками, выполненными из натриевого бентонита, погруженный в водоем контейнер заполняется через открытые загрузочные отверстия радиоактивным придонным илом, в котором сосредоточена основанная активность

РАО. После набухания бентонитовых втулок в процессе гидратации, который протекает в течение 24 часов, происходит закрытие затвора за счет перекрытия загрузочного отверстия разбухшим натриевым бентонитом. Плотные закрытые затворы обеспечивают надежную изоляцию РАО в полости контейнера от окружающей среды. Вследствие этого осуществляется эффективная локализация наиболее активной части РАО, находящихся в водоеме-хранилище. Для реализации данного процесса необходимо рассчитать объем предварительно загружаемых в контейнер РАО низкой и средней активности, обеспечивающих отрицательную плавучесть контейнера, и объем свободного пространства контейнера, который может быть заполнен жидкими РАО с повышенной активностью.

С помощью бентонитовых затворов обеспечивается автоматическая загрузка контейнера наиболее активной частью РАО и надежная изоляция РАО от окружающей среды. Технологический процесс локализации РАО из иловых отложений протекает без участия оператора, при этом в составе контейнера могут использоваться «грязные» материалы, в том числе твердые РАО низкой и средней активности, применяемые в качестве балласта при погружении контейнера в водоем-хранилище. Перечисленные технические преимущества позволяют повысить безопасность обращения с РАО и эффективность локализации РАО.

Для повышения эффективности использования свободного объема полости контейнера целесообразно использовать в составе затворов изолирующие мембраны, выполненные из водорастворимого материала. Такие мембраны герметично устанавливаются на стенке корпуса в области размещения затвора, обеспечивая изоляцию загрузочного отверстия. С помощью мембран осуществляется изоляция от водной среды поверхности бентонитовых втулок в процессе погружения контейнера. Применение мембран позволяет также изолировать внутреннюю полость контейнера до погружения на дно водоема-хранилища РАО.

В качестве водорастворимого материала мембраны могут использоваться желатин или водорастворимые полимерные композиции, описанные, например, в патентах US 3598428 и US 4380602. В рассматриваемом варианте конструкции контейнера используются изолирующие мембраны, выполненные в форме диска.

Полное растворение изолирующих мембран происходит в течение нескольких часов с момента контакта с окружающей водной средой. При использовании мембран загрузочные отверстия затворов открываются после погружения контейнера на дно водоема-хранилища и, соответственно, при контакте с придонными иловыми отложениями.

После растворения мембран начинается гидратация натриевого бентонита, из которого выполнены втулки. Использование мембран позволяет синхронизировать процесс автоматической загрузки радиоактивных илов с погружением контейнера в придонную область водоема-хранилища. В этом случае сокращается забор жидкости в контейнер из приповерхностного слоя водоема.

Далее изобретение поясняется описанием конкретных примеров выполнения контейнера для РАО. Представленные примеры осуществления изобретения относятся к предпочтительным вариантам конструкции контейнера при использовании затворов с изолирующими мембранами, выполненными из водорастворимого материала.

На прилагаемых поясняющих чертежах изображено следующее:

на фиг. 1 - схематичный разрез контейнера, содержащего восемь затворов, перед погружением в водоем-хранилище РАО;

на фиг. 2 - схематичный разрез контейнера, содержащего восемь затворов, после

закрытия затворов;

на фиг. 3 - схематичный разрез контейнера, содержащего пять затворов, перед погружением в водоем-хранилище РАО;

на фиг. 4 - схематичный разрез контейнера, содержащего пять затворов, после

5 закрытия затворов;  
на фиг. 5 - схематичный разрез затвора в исходном состоянии перед погружением контейнера.

В качестве первого примера осуществления изобретения рассматривается контейнер для РАО, содержащий восемь затворов, установленных на боковых стенках корпуса

10 (фиг. 1 и 2 чертежей). Корпус 1 контейнера выполнен из бетона со стальным каркасом в форме куба (частный случай прямоугольного параллелепипеда). Объем бетонного контейнера составляет  $1,5 \text{ м}^3$ , размер ребра корпуса - 1,15 м, толщина стенок корпуса - 100 мм. Корпус 1 выполнен со съемной верхней частью в виде съемной плоской крышки 2 квадратной формы.

15 Полость корпуса 1 перед погружением контейнера заполняется упаковками 3 с различными видами РАО, в том числе твердыми РАО, обладающими низкой и средней активностью. На боковых стенках корпуса 1 установлены восемь затворов. На каждой боковой стенке корпуса 1 симметрично установлены два затвора: один затвор размещен со стороны верхней части корпуса 1, выполненной в виде съемной плоской крышки 2,

20 а второй затвор - со стороны нижней части (основания) корпуса 1.

Каждый затвор содержит втулку 4, изготовленную из натриевого бентонита. В качестве натриевого бентонита используются, в частности, натриевые бентонитовые глины Даш-Салахинского или Курцовского природных месторождений. Бентонитовые глины Даш-Салахинского природного месторождения имеют следующий средний

25 химический состав (%):  $\text{SiO}_2$  - 58,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 13,4;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 4,7;  $\text{FeO}$  - 0,2;  $\text{TiO}_2$  - 0,39;  $\text{CaO}$  - 2,05;  $\text{MgO}$  - 2,3;  $\text{P}_2\text{O}_3$  - 0,11;  $\text{SO}_3$  - 0,3;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,4;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 2,3 (Bentonite: [сайт]. URL: <https://bentonit.ru/production/mines/>).

Бентонитовые глины Курцовского природного месторождения имеют следующий

30 средний химический состав (%):  $\text{SiO}_2$  - 48,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 14,66;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 3,19;  $\text{TiO}_2$  - 0,15;  $\text{CaO}$  - 4,22;  $\text{MgO}$  - 4,33;  $\text{CO}_2$  - 2,79;  $\text{SO}_3$  - 0,3;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,38;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,92 (Натриевые формы отечественных бентонитов и их физико-химические свойства / Д.П. Сало [и др.] // Труды ХФИ. Харьков, 1962. №2. С. 14; Электронный архив Национального фармацевтического университета: [сайт]. URL: <http://dSPACE.nuph.edu.ua/handle/123456789/2853>).

35 Втулки 4 могут быть изготовлены путем измельчения натриевых бентонитовых глин, предварительной сушки сырья и последующего прессования измельченного сухого сырья. Втулки 4 могут быть также изготовлены методом формования из натриевой бентонитовой глины с последующей сушкой изделия при температуре от  $100^\circ\text{C}$  до  $170^\circ\text{C}$ .

40 Внутренние цилиндрические каналы втулок 4 образуют загрузочные отверстия 5. Через отверстия 5 осуществляется заполнение свободного пространства полости контейнера иловыми радиоактивными отложениями при погружении контейнера на дно водоема-хранилища РАО.

Поверхность втулки 4 и загрузочное отверстие 5 каждого затвора изолированы от

45 окружающей среды мембраной 6, выполненной из водорастворимого материала. Мембрана 6 имеет форму диска. В рассматриваемом примере мембраны 6 выполнены из желатина. Мембраны 6 герметично устанавливаются на стенках корпуса 1 в области размещения затворов.

После погружения контейнера в водоем-хранилище РАО, растворения мембраны 6 и завершения процесса гидратации бентонита, из которого выполнена втулка 4, в загрузочном отверстии 5 каждого затвора образуется плотная заглушка 7 из разбухшего гелеобразного бентонита, которая герметично перекрывает загрузочное отверстие 5 (фиг. 2 чертежей).

В качестве второго примера осуществления изобретения рассматривается контейнер для РАО, содержащий пять затворов (фиг. 3 и 4 чертежей). На каждой боковой стенке корпуса установлен один затвор со стороны нижней части (основания) корпуса, и один затвор размещен со стороны верхней части корпуса. Корпус 8 контейнера в рассматриваемом примере выполняется из бетона (железобетонная конструкция) в форме куба. Размеры корпуса 8 соответствуют размерам корпуса контейнера, выполненного согласно первому примеру осуществления изобретения (фиг. 1 и 2 чертежей).

Корпус 8 выполнен со съемной верхней частью в виде плоской крышки 9 квадратной формы. Полость корпуса 8 перед погружением контейнера заполняется упаковками 10 с РАО, в том числе твердыми РАО, обладающими низкой и средней активностью.

Верхний затвор установлен в центре съемной плоской крышки 9. Четыре нижних затвора симметрично установлены на боковых стенках корпуса 8: по одному затвору на каждой стенке у нижней части (основания) корпуса. Каждый затвор содержит втулку 11, выполненную из натриевого бентонита, состав аналогичен первому примеру осуществления изобретения.

Внутренние цилиндрические каналы втулок И образуют загрузочные отверстия 12, через которые осуществляется заполнение свободного пространства полости контейнера высокоактивными иловыми отложениями после погружения контейнера на дно водоема-хранилища. Поверхность втулки 11 и загрузочное отверстие 12 каждого затвора изолированы от окружающей среды мембраной 13, выполненной из водорастворимого материала. В рассматриваемом примере выполнения контейнера мембраны 13 выполняются из желатина и имеют форму диска. Мембраны 13 герметично устанавливаются на стенке корпуса 8 в области размещения затворов.

После погружения контейнера, растворения мембраны 13 и завершения процесса гидратации натриевого бентонита в каждом загрузочном отверстии 12 образуется заглушка 14 из разбухшего гелеобразного бентонита, которая герметично перекрывает загрузочное отверстие (фиг. 4 чертежей).

В качестве третьего примера осуществления изобретения рассматривается простейший вариант выполнения контейнера с двумя затворами (на чертежах не показан). В отличие от второго примера осуществления изобретения со стороны нижней части (основания) корпуса устанавливается только один затвор. Нижний затвор размещается на одной из боковых стенок корпуса. Верхний затвор устанавливается на съемной верхней части корпуса аналогично второму примеру осуществления изобретения (фиг. 3 и 4 чертежей). Все остальные элементы конструкции контейнера для рассматриваемого варианта соответствуют по форме, размерам, комплектации и используемым материалам контейнеру, выполненному согласно второму примеру осуществления изобретения.

Для описанных выше примеров выполнения контейнера используется узел крепления затворов на стенке корпуса, изображенный на фиг. 5 чертежей. В стенке 15 корпуса контейнера выполняется установочное отверстие диаметром 100 мм с фиксирующим выступом 16 для крепления цилиндрической втулки 17 из натриевого бентонита. Установочное отверстие в стенке корпуса образуется сверлением либо формируется при заливке бетоном формы корпуса контейнера.

Диаметр цилиндрического канала бентонитовой втулки 17 для рассматриваемых примеров составляет 60 мм. Канал втулки образует загрузочное отверстие 18, через которое осуществляется заполнение свободного объема полости контейнера радиоактивными иловыми отложениями. После фиксации втулки 17 в установочном  
5 отверстии закрепляется мембрана 19, выполненная из водорастворимого материала, в частности из желатина. Диаметр мембраны 19, имеющей форму диска, составляет 180 мм, толщина мембраны - 20 мм. Размеры мембраны выбираются из условия обеспечения ее прочности при перепаде давления порядка 50 кПа.

Перед установкой мембраны 19 на поверхность стенки 15 в области контакта  
10 мембраны с корпусом контейнера наносится слой герметизирующего состава 20. Фиксация мембраны 19 со стороны внешней поверхности стенки 15 осуществляется с помощью быстросхватывающегося цементного раствора 21, наносимого на поверхность стенки 15 и мембраны 19 в области контакта торцевой части мембраны с поверхностью  
15 стенки. С помощью мембраны 19 обеспечивается изоляция загрузочных отверстий и втулок затворов от окружающей водной среды во время погружения контейнера на дно водоема-хранилища РАО.

Для фиксации мембраны 19 в установочном отверстии стенки 15 и герметизации стыка между мембраной и стенкой корпуса могут использоваться и другие герметизирующие составы, например полиуретановые композиции, образующие  
20 монтажную пену.

Возможно выполнение затворов в виде отдельных узлов с прочным корпусом осесимметричной формы (на чертеже не показан). В корпусе затвора закрепляется втулка из натриевого бентонита и водорастворимая мембрана, расположенная на торцевой части корпуса. Мембрана в узле крепления изолирует втулку и загрузочное  
25 отверстие от окружающей среды. Предварительно собранный затвор закрепляется в установочном отверстии стенки корпуса с помощью крепежных элементов, например анкерных болтов, и герметизируется уплотняющими прокладками.

Захоронение и локализация РАО с помощью контейнера, выполненного согласно первому примеру (фиг. 1 и 2 чертежей), осуществляется следующим образом.

30 Внутренняя полость корпуса 1 контейнера при открытой съемной крышке 2 загружается упаковками 3 с РАО и твердыми РАО, обладающими низкой и средней активностью. Загрузка производится до достижения средней плотности контейнера, обеспечивающей отрицательную плавучесть контейнера в водной среде водоема-хранилища. После загрузки РАО на корпус 1 устанавливается и герметизируется съемная  
35 крышка 2. Расчетный свободный объем полости корпуса контейнера при данных условиях составляет от 30% до 40% от объема полости.

В исходном состоянии перед погружением контейнера втулки 4, загрузочные отверстия 5 и внутренняя полость корпуса 1 изолированы от окружающей среды с помощью мембран 6, герметично установленных на стенках корпуса 1. После  
40 герметизации съемной крышки 2 контейнер транспортируется к водоему-хранилищу РАО. С помощью крана контейнер опускают в поверхностный слой водоема. Для данной операции используются стандартные крепежные узлы, расположенные на верхней части корпуса 1 (на чертеже не показаны). При контакте внешней поверхности мембран 6 с водной средой происходит растворение мембран в процессе погружения  
45 контейнера на дно водоема. Погружение контейнера происходит за счет его отрицательной плавучести.

Пройдя через водный слой водоема, контейнер погружается в слой ила, в котором сосредоточена основная часть высокоактивных РАО. Длительность растворения

мембран зависит от их толщины и выбранного материала. Для рассматриваемого примера реализации изобретения мембраны 6 растворяются в течение 12 часов.

После растворения изолирующих мембран 6 загрузочные отверстия 5 открываются, и водная среда начинает контактировать с поверхностью бентонитовых втулок 4.

5 Свободный объем контейнера заполняется радиоактивными иловыми отложениями, находящимися в придонной области водоема-хранилища, через открытые загрузочные отверстия нижних затворов, расположенных со стороны нижней части корпуса. Заполнение свободного объема контейнера происходит при одновременном вытеснении воздуха из свободного объема полости через загрузочные отверстия верхних затворов,  
10 расположенных со стороны верхней части корпуса.

Заполнение полости контейнера жидкими РАО сопровождается процессом гидратации натриевого бентонита, из которого выполнены втулки 4, при контакте втулок с водной средой. Вследствие этого происходит разбухание бентонита, что приводит к многократному увеличению объема втулок 4. В результате загрузочные отверстия 5  
15 полностью перекрываются с образованием заглушек 7 из разбухшего гелеобразного бентонита. Процесс закрытия затворов продолжается в течение 24 часов. Время закрытия затворов зависит от конкретного химического состава используемых натриевых бентонитовых глин и размеров втулок.

После закрытия всех затворов высокоактивные иловые отложения, заполняющие  
20 свободный объем корпуса контейнера вместе с предварительно загруженными РАО, обладающим низкой и средней активностью, надежно изолируются от окружающей среды. При использовании системы контейнеров, погруженных в водоем-хранилище, в придонном илистом слое создается пористая структура, обеспечивающая локализацию и стабилизацию оставшихся на дне водоема радиоактивных илов, которые находятся  
25 вне контейнеров. Пористая структура, образованная системой погруженных контейнеров используется для последующей консервации водоема-хранилища РАО методом засыпки с созданием покрывающих экранов.

Следует отметить, что процесс заполнения свободного объема контейнеров и локализации высокоактивных РАО осуществляется автоматически без участия  
30 операторов. Временные характеристики открытия и закрытия затворов рассчитываются заранее путем подбора размеров втулок 4 и мембран 5, а также посредством выбора конкретного химического состава материалов, из которых выполняются втулки и мембраны.

Захоронение и локализация РАО с помощью контейнера, выполненного согласно  
35 второму примеру осуществления изобретения (фиг. 3 и 4 чертежей), осуществляется аналогичным образом. Отличие заключается в использовании одного верхнего затвора, установленного на съемной плоской крышке 9. Через верхний затвор производится вытеснение воздуха из свободного пространства полости контейнера при заполнении полости высокоактивными иловыми отложениями через нижние затворы,  
40 расположенные на боковых стенках корпуса.

Захоронение и локализация РАО с помощью контейнера, выполненного согласно третьему примеру, осуществляется аналогично второму примеру осуществления изобретения. Единственное отличие заключается в использовании одного нижнего затвора для заполнения полости контейнера высокоактивными иловыми отложениями.

45 За счет использования в контейнере автоматически закрывающихся затворов обеспечивается эффективная локализация и изоляция высокоактивных РАО в полости контейнера. Кроме того, появляется возможность применения «грязных» материалов, обладающих низкой и средней активностью, которые размещаются в полости контейнера

и служат для обеспечения отрицательной плавучести контейнера и одновременно используются в качестве барьеров безопасности для высокоактивных РАО, заполняющих свободное пространство полости контейнера.

Приведенные выше примеры осуществления изобретения основывается на выборе конкретной комплектации и размеров контейнера, а также на определенном химическом составе втулок затворов, выполненных из натриевого бентонита (бентонитовых глин), однако это не исключает возможности достижения технических результатов в других частных случаях реализации изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в независимом пункте формулы.

Контейнер может использоваться с затворами, в состав которых не входят мембраны, выполненные из водорастворимого материала, и узлы их крепления. В этом случае свободный объем полости контейнера начнет заполняться водным раствором РАО через открытые загрузочные отверстия затворов сразу же после погружения контейнера в водоем-хранилище РАО. При достижении придонных иловых отложений, содержащих высокоактивные РАО, более плотные иловые отложения будут заполнять свободное пространство полости контейнера и вытеснять менее плотный водный раствор через загрузочные отверстия верхних затворов контейнера. В целом процесс заполнения свободного пространства полости контейнера РАО и закрытия загрузочных отверстия затворов происходит аналогично описанным выше примерам после растворения изолирующих мембран, выполненных из водорастворимого материала.

В зависимости от предъявляемых технических требований выбираются размеры и материал контейнера, в том числе толщина стенок корпуса и объем полости, а также количество и расположение затворов, размеры и материалы элементов конструкции затворов. В качестве материала мембран могут применяться различные водорастворимые полимерные композиции, описанные, например, в патентах US 3598428 и US 4380602.

Внутренняя полость корпуса контейнера перед его погружением может заполняться не только упаковками с различными видами РАО, обладающими низкой и средней активностью, но и твердыми РАО без упаковки. В этом случае в полость корпуса контейнера при открытой съемной крышке засыпаются навалом твердые РАО, обладающие низкой и средней активностью. Засыпка твердых РАО производится до достижения расчетного свободного объема полости, заполняемого придонными иловыми отложениями.

Размеры и начальный объем бентонитовых втулок выбирается в зависимости от расчетного времени заполнения свободной полости контейнера иловыми отложениями. В качестве материала втулок могут использоваться натриевые бентониты, обладающие свойством многократного увеличения собственного объема при гидратации, на основе натриевых бентонитовых глин различных природных месторождений. В качестве материала корпуса контейнера могут применяться различные виды бетона, в том числе тяжелые, легкие и высокопрочные бетоны.

Изобретение может найти применение при консервации промышленных водоемов-хранилищ РАО для обеспечения эффективной изоляции РАО и создания пористых структур на придонных участках. Контейнеры могут использоваться при консервации приповерхностных водоемов-хранилищ РАО, когда необходимо закрытие акватории водоема, а также при засыпке водоемов с повышенным количеством донных отложений для создания массивов (структур) с максимально возможной пористостью.

Следует отметить, что на территории Российской Федерации в настоящее время находится семнадцать промышленных водоемов-хранилищ и бассейнов с РАО. По

двум водоемам уже начаты работы по удалению РАО, по семи - проведено или начато закрытие акватории. Планируется закрытие акватории остальных восьми водоемов-хранилищ РАО.

(57) Формула изобретения

5

1. Контейнер для радиоактивных отходов, содержащий выполненный из бетона корпус со съемной частью и затворы с загрузочными отверстиями, расположенные на стенках корпуса, отличающийся тем, что включает в свой состав по меньшей мере два затвора, один из которых размещен на стенке корпуса со стороны верхней части корпуса, а второй затвор - на боковой стенке корпуса со стороны нижней части корпуса, при этом каждый затвор содержит втулку с осевым каналом, выполненную из натриевого бентонита, осевой канал втулки образует загрузочное отверстие, втулка размещена в установочном отверстии, образованном в стенке корпуса.

10

2. Контейнер по п. 1, отличающийся тем, что корпус контейнера выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда, контейнер содержит восемь затворов, на каждой боковой стенке корпуса установлены два затвора, при этом один затвор размещен со стороны верхней части корпуса, а второй затвор - со стороны нижней части корпуса.

15

3. Контейнер по п. 1, отличающийся тем, что корпус контейнера выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда, контейнер содержит пять затворов, на каждой боковой стенке корпуса установлен один затвор со стороны нижней части корпуса, и один затвор размещен на верхней стенке корпуса, выполненной в виде съемной верхней части корпуса.

20

4. Контейнер по п. 3, отличающийся тем, что съемная верхняя часть корпуса выполнена в виде плоской крышки.

5. Контейнер по п. 1, отличающийся тем, что поверхность втулки каждого затвора и загрузочное отверстие затвора изолированы от окружающей среды мембраной, выполненной из водорастворимого материала и герметично установленной на стенке корпуса в области размещения затвора.

25

6. Контейнер по п. 5, отличающийся тем, что в качестве водорастворимого материала мембраны использован желатин.

30

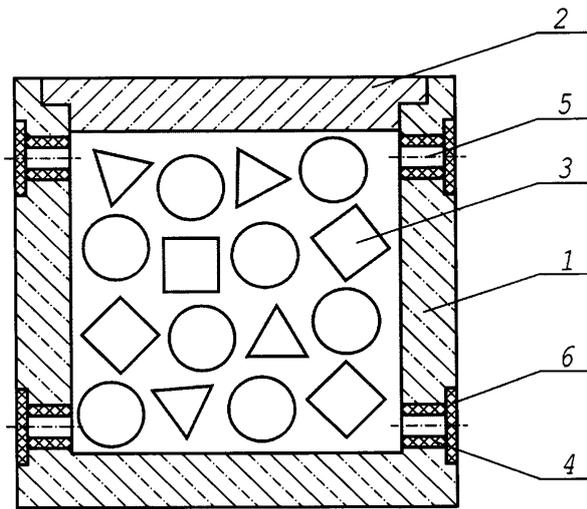
7. Контейнер по п. 5, отличающийся тем, что мембрана выполнена в форме диска.

35

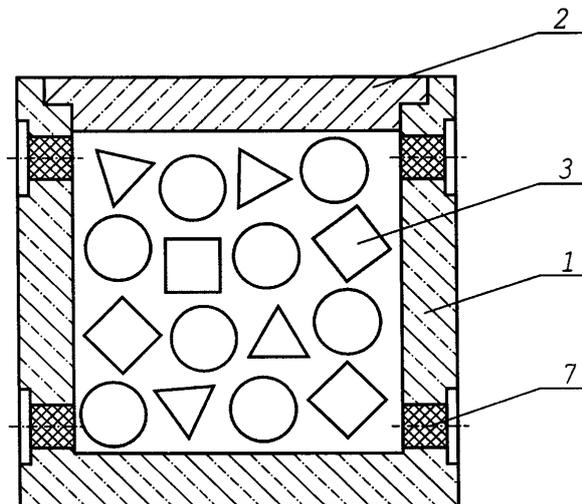
40

45

1

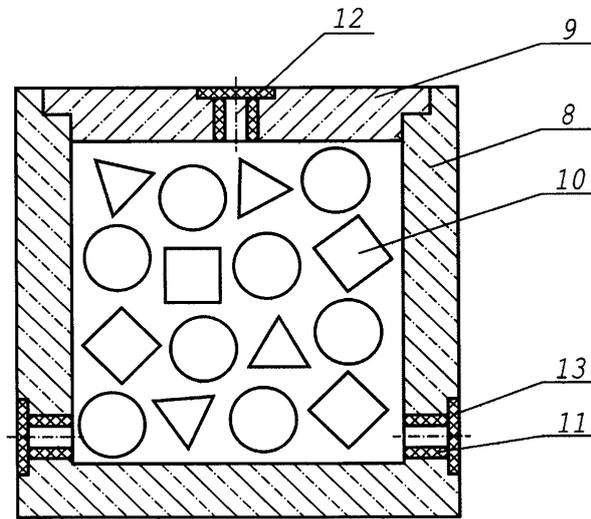


Фиг. 1

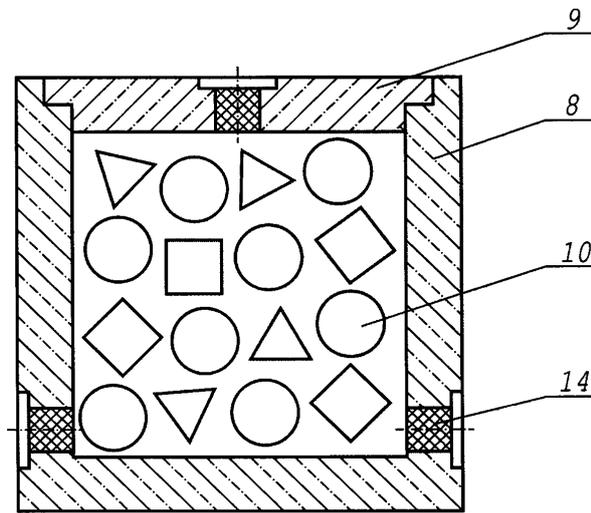


Фиг. 2

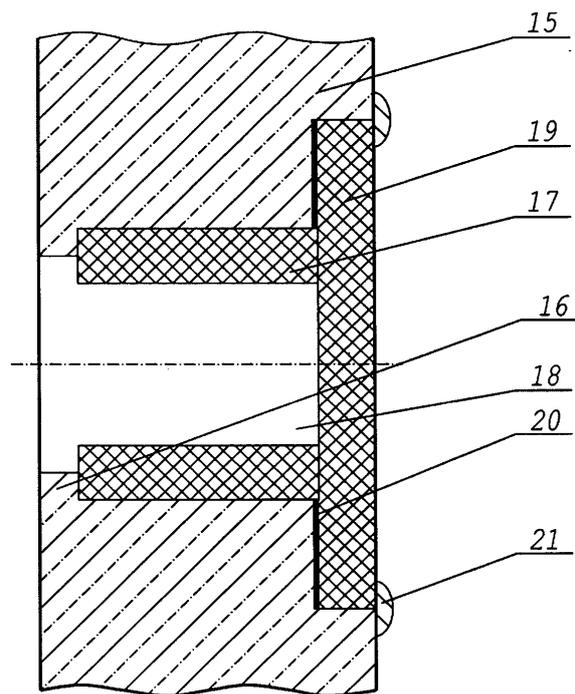
2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5