



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014124789/07, 17.06.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.06.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.06.2014

(45) Опубликовано: 10.08.2015 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Терентьев С.Г. Результаты работ по консервации поверхностных хранилищ РАО "бассейнов Б1 и Б2 РХЗ ОАО "СХК"", <http://www.atomeco.org/arhiv/2012>. RU2155396 C1, 27.08.2000 . RU2152654 C1, 10.07.2000 . GB2497753 A, 26.06.2013

Адрес для переписки:

662972, Красноярский край, г. Железногорск,
ул. Ленина, 53, ФГУП "ГХК"

(72) Автор(ы):

Гаврилов Петр Михайлович (RU),
Кравченко Вадим Альбертович (RU),
Гамза Юрий Вячеславович (RU),
Бараков Борис Николаевич (RU),
Ильиных Юрий Сергеевич (RU),
Сеелев Игорь Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

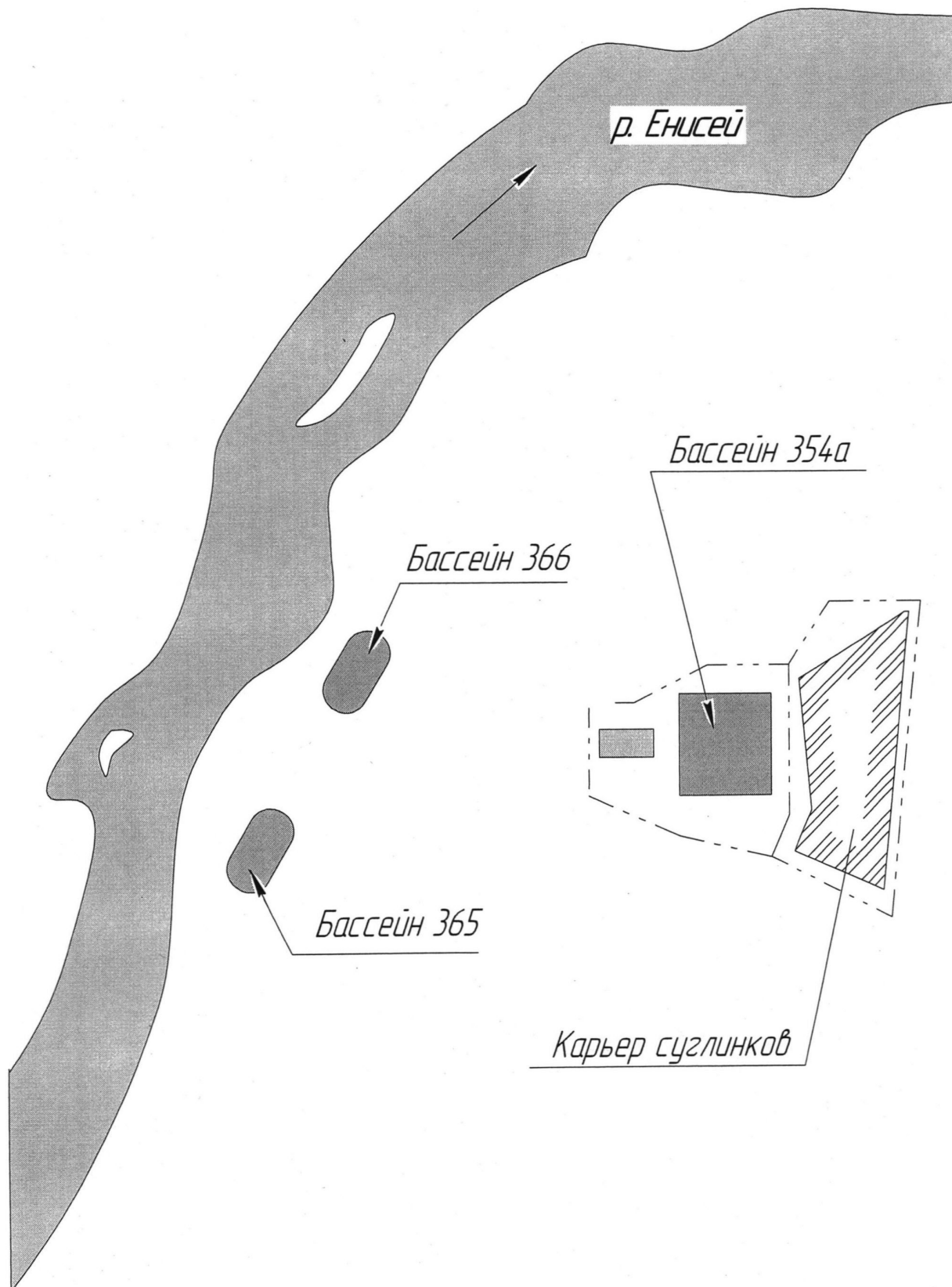
Российская Федерация, от имени которой
выступает Государственная корпорация по
атомной энергии "Росатом" (RU),
Федеральное государственное унитарное
предприятие "ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ
КОМБИНАТ" (RU)

(54) СПОСОБ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАСЕЙНОВ С РАДИОАКТИВНЫМИ ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к атомной промышленности, а более конкретно к реабилитации окружающей среды при выводе из эксплуатации и ликвидации бассейнов с радиоактивными донными отложениями. Часть бассейнов полностью освобождают от радиоактивных донных отложений, которые собирают и подвергают консервации в одном бассейне. Воду из освобожденных бассейнов выдают на подземное захоронение, а освобожденные от радиоактивных донных отложений бассейны подвергают реабилитации

послойной засыпкой суглинком и супесью, а после заполнения ими бассейна - слоем почвы. Выбор бассейнов для реабилитации и консервации осуществляют с учетом степени опасности воздействия природных факторов. Освобождение бассейнов от радиоактивных донных отложений проводят из-под защитного слоя воды. Технический результат - снижение радиационного воздействия на персонал, снижение вероятности загрязнения окружающей среды радиоактивными донными отложениями. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 559 021** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
G21F 9/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014124789/07, 17.06.2014

(24) Effective date for property rights:
17.06.2014

Priority:

(22) Date of filing: 17.06.2014

(45) Date of publication: 10.08.2015 Bull. № 22

Mail address:

662972, Krasnojarskij kraj, g. Zheleznogorsk, ul.
Lenina, 53, FGUP "GKhK"

(72) Inventor(s):

Gavrilov Petr Mikhajlovich (RU),
Kravchenko Vadim Al'bertovich (RU),
Gamza Jurij Vjacheslavovich (RU),
Barakov Boris Nikolaevich (RU),
Il'inykh Jurij Sergeevich (RU),
Seelev Igor' Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Rossijskaja Federatsija, ot imeni kotoroj
vystupaet Gosudarstvennaja korporatsija po
atomnoj ehnergii "Rosatom" (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatие "GORNO-KhIMIChESKIJ
KOMBINAT" (RU)

(54) **METHOD OF DECOMMISSIONING OF POOLS WITH RADIOACTIVE BOTTOM SEDIMENTS**

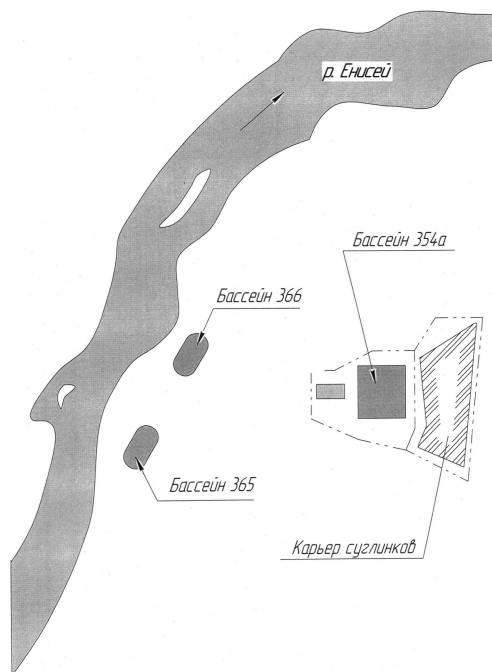
(57) Abstract:

FIELD: ecology.

SUBSTANCE: part of the pools is completely emptied from radioactive bottom sediments, which are collected and subjected to conservation in one pool. The water from the emptied pools is placed for underground disposal, and the pools emptied from radioactive bottom sediments are subjected to rehabilitation with layered backfilling with clay loam and sandy loam, and after the filling the pool with it - a layer of soil. The choice of the pools for rehabilitation and conservation is carried out taking into account the degree of the impact hazard of natural factors. Emptying the pools from radioactive bottom sediments is carried from the protective layer of water.

EFFECT: reduction of radiation impact on personnel, reduction of the probability of environmental contamination with radioactive bottom sediments.

4 cl, 4 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к атомной промышленности, а более конкретно к реабилитации окружающей среды при выводе из эксплуатации бассейнов с радиоактивными донными отложениями.

При выполнении оборонных программ сбор и временное хранение жидких
 5 низкоактивных радиоактивных отходов (ЖРО) осуществлялось в приповерхностных бассейнах-хранилищах, сооруженных на естественном основании с асфальтобетонным или глиняным экраном и защитным слоем из песка и гравия. В процессе длительной эксплуатации открытых бассейнов, предназначенных для промежуточного временного хранения нормативно-чистых и условно чистых вод, на их дне накопились донные
 10 иловые отложения, содержащие такие радиоактивные изотопы, как кобальт - 60, цезий - 137. В настоящее время эти донные иловые отложения хранятся под слоем воды, который является биологической защитой, препятствующей распространению радиоактивных донных отложений. Весь объем донных отложений, накопленных в бассейнах, обусловлен, как правило, выпадением взвесей в процессе отстаивания жидких
 15 низкоактивных отходов в них. На предприятии имеются бассейны-хранилища ЖРО, представляющие собой хранилища открытого типа, сооруженные на первой надпойменной террасе реки Енисей, и которые требуется вывести из эксплуатации для исключения потенциальной возможности загрязнения окружающей среды.

Известен способ предотвращения загрязнения окружающей среды токсичными и
 20 радиоактивными веществами (см. патент №2168233, МПК⁷ G21F 9/20), включающий засыпку открытых хранилищ радиоактивных отходов природным грунтом с созданием слоя гидрофобизированного грунта толщиной, достаточной для исключения капиллярного подъема жидкости. Гидрофобизацию грунта осуществляют обработкой его раствором гудрона в органическом растворителе, гудрон берут для обработки
 25 грунта в количестве 0,2-0,5 вес.%, а слой гидрофобизированного грунта составляет 3-5 см.

К недостаткам известного способа относится его высокая трудоемкость вследствие предварительной обработки гудроном большого количества грунта. Также к
 30 недостаткам известного способа относится то, что консервация радиоактивных донных отложений (пульпы) в некоторых бассейнах, в частности расположенных на первой надпойменной террасе реки Енисей, не сможет обеспечить их долговременного надежного хранения вследствие возможного воздействия таких природных факторов, как наводнение и размыв берегов.

Известен способ вывода из эксплуатации поверхностных хранилищ РАО - бассейнов
 35 Б-1, Б-2 ОАО «Сибирский химический комбинат» (/arhiv/2012, «Конференция по ВЭ ЯРОО и реабилитации ядерного «наследия» - «Вывод-2012», Терентьев С.Г. «Результаты работы по консервации поверхностных хранилищ РАО-бассейнов Б1 и Б2 РХЗ ОАО «СХК») консервацией радиоактивных отходов путем засыпки акватории бассейна местным грунтом, а также создания полного глиняного экрана, дренажной системы и
 40 системы мониторинга. При этом консервация радиоактивных отходов включала в себя следующие этапы.

Подготовительный - создание вспомогательной инфраструктуры (карьер, дороги, боксы-стоянки, перегрузочные площадки, трансформаторные подстанции, санпропускник, автомойки, станции перекачки декантата из бассейна и другие).
 45

Перекрытие пульпы на акватории бассейна, осуществляемое в зимний период, после образования ледяного покрова, создание дренажной системы.

Завершающий этап - разборка обваловки бассейна, устройство верхнего глиняного экрана, защитного и плодородного слоя, установка газоотводных труб, создание

системы мониторинга и водоотводных канав.

Мониторинг безопасного состояния законсервированного бассейна.

Известный способ принят заявителем в качестве прототипа.

К недостаткам известного способа относится то, что при консервации каждого бассейна с радиоактивными отходами (пульпой) требуется проведение значительных объемов работ, в том числе и для выполнения требований радиационной безопасности, и значительная продолжительность консервации бассейнов, а затем постоянный мониторинг безопасного состояния каждого законсервированного бассейна. При засыпке бассейна использовалась специальная техника (бульдозеры, автомобили и др.) с защитными экранами для уменьшения радиационного воздействия на персонал.

В частности, консервация бассейнов Б-1 и Б-2 проводилась в течение 30 лет.

Также к недостаткам известного способа относится то, что консервация радиоактивных донных отложений (пульп) в некоторых бассейнах, в частности расположенных на первой надпойменной террасе реки Енисей, не сможет обеспечить их долговременного надежного хранения вследствие возможного воздействия таких природных факторов, как наводнение и размыв берегов.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является сокращение сроков вывода из эксплуатации бассейнов-хранилищ, снижение материальных затрат и радиационного воздействия на персонал.

Технический результат, который может быть получен при осуществлении изобретения, заключается в снижении радиационного воздействия на персонал, исключении загрязнения окружающей среды радиоактивными донными отложениями за счет их полной выдачи из бассейнов с повышенной степенью опасности воздействия природных факторов и повышении надежности хранения радиоактивных донных отложений за счет их сбора и консервации в бассейне, с меньшей степенью опасности воздействия природных факторов.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном способе, включающем консервацию радиоактивных отходов путем засыпки акватории бассейна местным грунтом, создания полного глиняного экрана, дренажной системы и системы мониторинга, часть бассейнов полностью освобождают от радиоактивных донных отложений, которые собирают и подвергают консервации в одном бассейне. Освобожденные от радиоактивных донных отложений бассейны подвергают реабилитации послойной засыпкой суглинком и супесью, а после заполнения ими бассейна - слоем почвы. Выбор бассейнов для реабилитации и консервации осуществляют с учетом степени опасности воздействия природных факторов.

Исходя из условий радиационной безопасности, освобождение бассейнов от радиоактивных донных отложений проводят из-под защитного слоя воды.

В частном случае воду из освобожденных бассейнов выдают на подземное захоронение.

В другом частном случае между суглинком и супесью укладывают геомембрану из полимерного противодиффузионного материала.

Полное освобождение части бассейнов от радиоактивных донных отложений позволит значительно уменьшить радиационное воздействие и увеличить допустимое время работы персонала, а в результате сократить продолжительность работ при проведении дальнейших работ по реабилитации бассейнов в 1,5-2 раза по сравнению с их консервацией.

Также полное освобождение части бассейнов от радиоактивных донных отложений позволяет исключить загрязнение прилегающей территории радиоактивными

веществами при возможном воздействии неблагоприятных природных факторов, в частности затопления освобожденных бассейнов после их реабилитации, и тем самым повысить надежность хранения радиоактивных донных отложений.

5 Сбор и консервация радиоактивных донных отложений в одном из бассейнов позволяет создать пункт консервации радиоактивных донных отложений в бассейне, наименее подверженном воздействию природных факторов, и тем самым повысить надежность хранения радиоактивных донных отложений.

10 Послойная засыпка ложа освобожденных от радиоактивных донных отложений бассейнов суглинком и супесью, а после заполнения ими ложа бассейна - слоем почвы позволяет осуществить полную реабилитацию территории бассейнов до состояния «зеленой лужайки».

15 Выбор бассейнов для реабилитации и консервации с учетом степени опасности воздействия природных факторов позволяет в первую очередь освободить бассейны с более высокой степенью опасности воздействия природных факторов от радиоактивных донных отложений.

20 Кроме того, освобождение бассейнов от радиоактивных донных отложений не требует создания в полном объеме вспомогательной инфраструктуры (карьеры, дороги, боксы-стоянки, перегрузочные площадки, трансформаторные подстанции, санпропускник, автомойки и другие) и за счет сокращения продолжительности освобождения бассейнов по сравнению с консервацией уменьшает вероятность воздействия неблагоприятных природных факторов. При этом бассейны с более высокой степенью опасности воздействия природных факторов полностью освобождают от радиоактивных донных отложений и подвергают реабилитации, а бассейн с более низкой степенью опасности воздействия природных факторов служит для сбора и

25 консервации радиоактивных донных отложений.

Освобождение бассейнов от радиоактивных донных отложений из-под защитного слоя воды позволяет снизить радиационное воздействие на персонал и предотвратить загрязнение прилегающей территории за счет исключения ветрового уноса радиоактивных донных отложений.

30 Выдача воды из освобожденных от радиоактивных донных отложений бассейнов на подземное захоронение позволяет освободить ложе бассейнов для их последующей реабилитации и утилизировать воду с остаточным загрязнением без ее дополнительной очистки и тем самым сократить продолжительность вывода из эксплуатации бассейнов-хранилищ и снизить материальные затраты на ее утилизацию.

35 Укладка между суглинком и супесью геомембраны из полимерного противοфилтpационного материала позволяет предотвратить поступление атмосферных осадков в ложе реабилитируемого бассейна.

Предлагаемый способ осуществляют в следующей последовательности.

40 В первую очередь осуществляют выбор бассейнов для реабилитации, полностью освобождаемых от радиоактивных донных отложений, и бассейна, в который они передаются для последующей консервации, исходя из степени опасности воздействия природных факторов в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии НП-064-05 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии». Бассейны с более высокой степенью опасности воздействия природных факторов полностью освобождают от радиоактивных донных отложений и подвергают реабилитации, а бассейн с более низкой степенью опасности воздействия природных факторов служит для сбора и консервации радиоактивных донных отложений.

В освобождаемом бассейне на его акватории монтируют на понтоне устройство для размыва и выдачи донных отложений в виде суспензии по гибкому трубопроводу. На площадке около освобождаемого бассейна монтируют узел перекачивания иловых отложений и соединяют его с устройством для размыва и выдачи донных отложений и трубопроводом, ведущим к бассейну, предназначенному для сбора и консервации радиоактивных донных отложений. Выдаваемую из бассейна суспензию отстаивают в баке-сборнике, после чего сгущенную суспензию из бака-сборника передают насосом по трубопроводу в бассейн для сбора донных отложений, а осветленную воду возвращают в освобождаемый бассейн.

Степень освобождения бассейна от радиоактивных донных отложений контролируют измерениями дозиметрическими приборами и отбором проб. После полного освобождения бассейна от радиоактивных донных отложений оставшуюся в бассейне воду выдают на подземное захоронение, а установку для размыва и выдачи донных отложений промывают и перемонтируют в следующий освобождаемый бассейн.

Освобожденный от радиоактивных донных отложений и воды бассейн засыпают слоями суглинка и супеси из местных карьеров, при этом слои суглинка уплотняют.

На верхний слой суглинка укладывают геомембрану из полимерного противofiltrационного материала. Затем на геомембрану насыпают слой супеси и почвы и засевают травой, осуществляя реабилитацию бассейна с созданием на его месте «зеленой лужайки».

Затем аналогичным образом осуществляют реабилитацию следующего бассейна.

Собранные в одном бассейне радиоактивные донные отложения подвергают консервации известным способом путем засыпки акватории бассейна местным грунтом, а также создания полного глиняного экрана, дренажной системы и системы мониторинга.

Осуществление предлагаемого способа на ФГУП «Горно-химический комбинат» поясняется чертежами, на которых изображены:

на фиг. 1 - схема расположения бассейнов 365, 366 и 354а;

на фиг. 2 - технологическая схема выдачи донных отложений из бассейна 365 в бассейн 354а;

на фиг. 3 - поперечное сечение бассейна 365 после его реабилитации;

на фиг. 4 - поперечное сечение бассейна 354а после его консервации.

На предприятии имеются бассейны-хранилища ЖРО 365 и 366 (см. фиг. 1), которые эксплуатируются с 1958 года и представляют собой хранилища открытого типа, сооруженные на первой надпойменной террасе реки Енисей. В настоящее время прием вод в них не ведется.

Также имеется находящийся в эксплуатации бассейн-хранилище 354а, введенный в эксплуатацию в 1966 году и удаленный от реки Енисей на расстоянии нескольких километров.

В данном конкретном случае выбор для реабилитации бассейнов 365 и 366 обусловлен их расположением в непосредственной близости от реки Енисей. В случае консервации указанных бассейнов при нормальной эксплуатации расположенной выше по течению Красноярской ГЭС необходимо осуществить укрепление береговой линии реки, предотвращающее размыв берегов, прилегающих к бассейнам. В то же время разрушение плотины Красноярской ГЭС вызовет затопление территории бассейнов, так как прохождение гребня волны даже над засыпанным бассейном, а тем более над открытым, может привести к поступлению радиоактивных веществ в реку Енисей. В соответствии с приложением 1 НП-64-05 степень опасности по последствиям воздействия наводнения

при разрушении плотины Красноярской ГЭС - I, а по размыву берегов - III. При этом в качестве бассейна для сбора и консервации радиоактивных донных отложений наиболее целесообразно использовать бассейн-хранилище 354а, наиболее удаленный от реки Енисей и находящийся вне зоны воздействия затопления при разрушении

плотины и размыва берегов.

Общий объем донных отложений, например, в бассейне 365, оценивается в 5385 м^3 , а суммарная активность около $9,56 \times 10^{13}$ Бк. Весь объем донных отложений, накопленных в бассейнах 365 и 366, обусловлен выпадением взвесей в процессе отстаивания жидких низкоактивных отходов в нем.

Бассейны 365 и 366 (см. фиг. 2) сооружены на естественном основании с гидроизолирующим экраном 1, перекрывающим дно 2 бассейнов и их внутренние откосы 3. На их дне 2 накопились донные иловые отложения 4, содержащие такие радиоактивные изотопы, как кобальт - 60, цезий - 137. В настоящее время эти донные иловые отложения 4 хранятся под защитным слоем воды 5.

Выдача радиоактивных донных отложений 4 из бассейна 365 осуществляется с помощью устройства 6, включающего в себя понтон 7, соединенный бесконечным тросом 8 через отводной блок 9 с лебедкой 10, размещенными на берегу. На понтоне 7 смонтирована с возможностью вертикального перемещения приемная камера 11 в виде перевернутого сосуда, на которой установлены два погружных пульсационных насоса, откачивающий 12 и перемешивающий 13, всасывающие патрубки которых введены в приемную камеру 11. Нагнетательный патрубок перемешивающего насоса 13 соединен с соплами, входящими в приемную камеру 11, а нагнетательный патрубок откачивающего насоса 12 гибким трубопроводом 14 присоединен к трубопроводу 15, расположенному на берегу и соединенному с баком-сборником 16. Снабжение насосов 12 и 13 сжатым воздухом осуществляется от передвижного компрессора 17 по гибкому трубопроводу 18. Бак-сборник 16 соединен трубопроводом 19 слива осветленной воды с бассейном и трубопроводом 20 для выдачи сгущенной суспензии с насосом 21, в качестве которого используется насос «Ротопа РО 42R», фирмы «Grundfos»

производительностью $130 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлением нагнетания 31 м. Насос «Ротопа РО 42R» нечувствителен к илу, грязи или песку и может перекачивать жидкости с твердыми включениями. Нагнетательный патрубок насоса 21 трубопроводом 22 сообщается с существующим трубопроводом 23, идущим к бассейну 354а. Для промывки оборудования используется автоцистерна 24, раствор из которой может подаваться в бак-сборник 16, насос 21 и на устройство 6.

Радиоактивные донные отложения 4 перемешивающим насосом 13 в приемной камере 11 переводятся в суспензию, которая откачивающим насосом 12 выдается по гибкому трубопроводу 14 и трубопроводу 15 в бак-сборник 16. Из бака-сборника 16 после отстаивания суспензии осветленную воду с уровня декантации по трубопроводу 19 возвращают в бассейн, а сгущенную суспензию передают насосом 21 по трубопроводам 22 и 23 в бассейн 354а. Перемещая устройство 6 при помощи бесконечного троса 8 и лебедки 10 поперек бассейна, а затем перемещая размещенные на берегу отводной блок 9 и лебедку 10, выдают радиоактивные донные отложения со всей площади бассейна. Степень освобождения бассейна от радиоактивных донных отложений контролируют измерениями дозиметрическими приборами и отбором проб. После полного освобождения бассейна от радиоактивных донных отложений оставшуюся в бассейне воду 5 выдают на подземное захоронение, а бак-сборник 16, насос 21 и устройство 6 промывают подвозимым автоцистерной 24 раствором, после чего устройство 6

перемонтируют в следующий бассейн 366.

Освобожденный от радиоактивных донных отложений и воды бассейн 365 (см. фиг. 3) засыпают слоями суглинка 26 и супеси 27 из местных карьеров, слой суглинка уплотняют и укладывают на верхний слой суглинка 26 геомембрану 28 из полимерного противифльтрационного материала. Затем на геомембрану 27 насыпают слой 29 и 30 песка и щебенки, гальки соответственно, а затем плодородный слой 31 почвы и засевают травой, осуществляя реабилитацию бассейна 365 с созданием на его месте «зеленой лужайки».

Затем аналогичным образом осуществляют реабилитацию бассейна 366.

Собранные в бассейне 354а (см. фиг. 4) радиоактивные донные отложения 32 подвергают консервации известным способом путем засыпки акватории бассейна местным грунтом, а также создания полного глиняного экрана, дренажной системы и системы мониторинга. Перед засыпкой бассейна снижают уровень воды в нем до максимально возможного, обеспечивающего радиационную безопасность. В зимний период после образования ледяного покрова осуществляют перекрытие радиоактивных донных отложений 32 загрузкой на лед слоя 33 супеси из местного карьера. В это же время монтируют элементы 34 дренажной системы и карманы 35 системы мониторинга мощности дозы и температуры радиоактивных донных отложений. Далее на слой 33 нагружают слой 36 и 37 щебня и песчаного грунта соответственно, осуществляют устройство верхнего глиняного экрана 38 с его смыканием с существующим глиняным экраном 39 откосов бассейна. На верхний глиняный экран 38 наносят защитный слой 40 из песчаного грунта, затем плодородный слой 41 почвы и засевают травой, осуществляя консервацию радиоактивных донных отложений в бассейне 354а.

Внедрение предлагаемого способа вывода бассейнов-хранилищ из эксплуатации позволит исключить загрязнение прилегающей к бассейнам 365 и 366 территории радиоактивными веществами при возможном воздействии таких неблагоприятных природных факторов, как затопление. Кроме того, выдача радиоактивных донных отложений из бассейнов 365 и 366 позволит значительно уменьшить радиационное воздействие и увеличить допустимое время работы персонала, а в результате сократить продолжительность работ при проведении дальнейших работ по реабилитации в 1,5-2 раза.

Формула изобретения

1. Способ вывода из эксплуатации бассейнов с радиоактивными донными отложениями, включающий консервацию радиоактивных донных отложений путем засыпки акватории бассейна местным грунтом, создания полного глиняного экрана, дренажной системы и системы мониторинга, отличающийся тем, что часть бассейнов полностью освобождают от радиоактивных донных отложений, которые собирают и подвергают консервации в одном из бассейнов, освобожденные от радиоактивных донных отложений бассейны подвергают реабилитации послойной засыпкой суглинком и супесью, а после заполнения ими бассейнов - слоем почвы, причем выбор бассейнов для реабилитации и консервации осуществляют с учетом степени опасности воздействия природных факторов.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что освобождение бассейнов от радиоактивных донных отложений проводят из-под защитного слоя воды.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что воду из освобожденных от радиоактивных донных отложений бассейнов выдают на подземное захоронение.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что между суглинком и супесью укладывают

геомембрану из полимерного противофльтрационного материала.

5

10

15

20

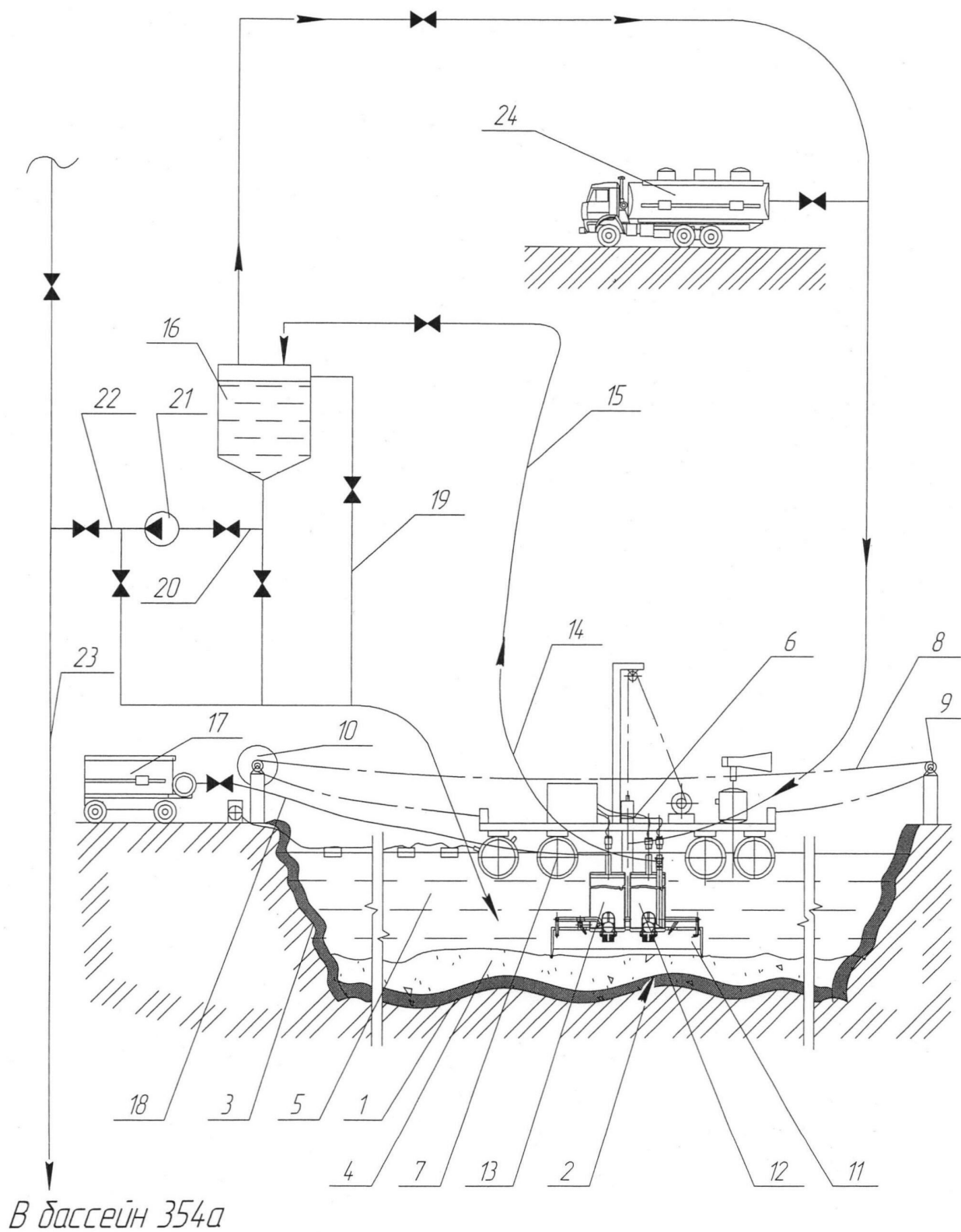
25

30

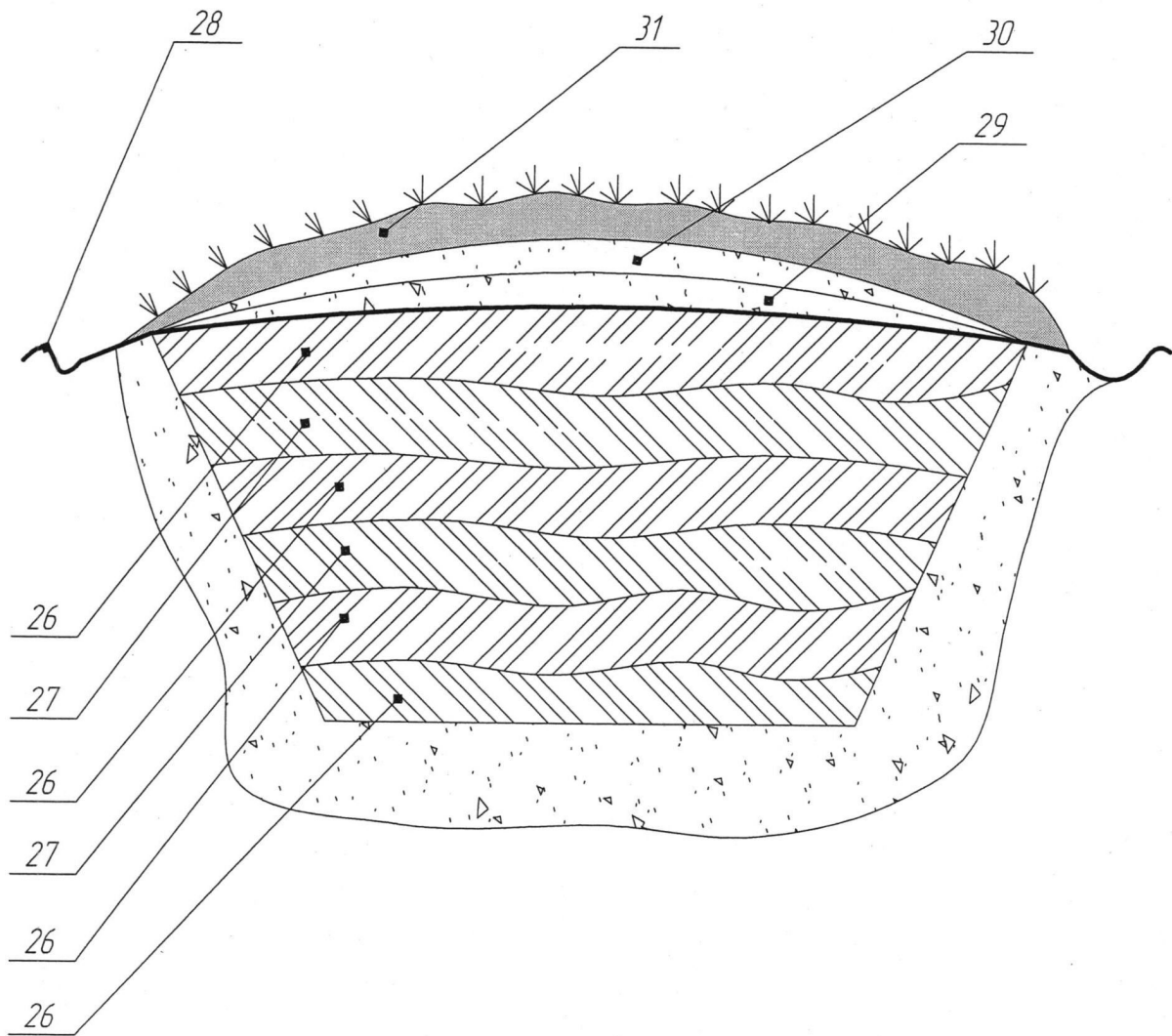
35

40

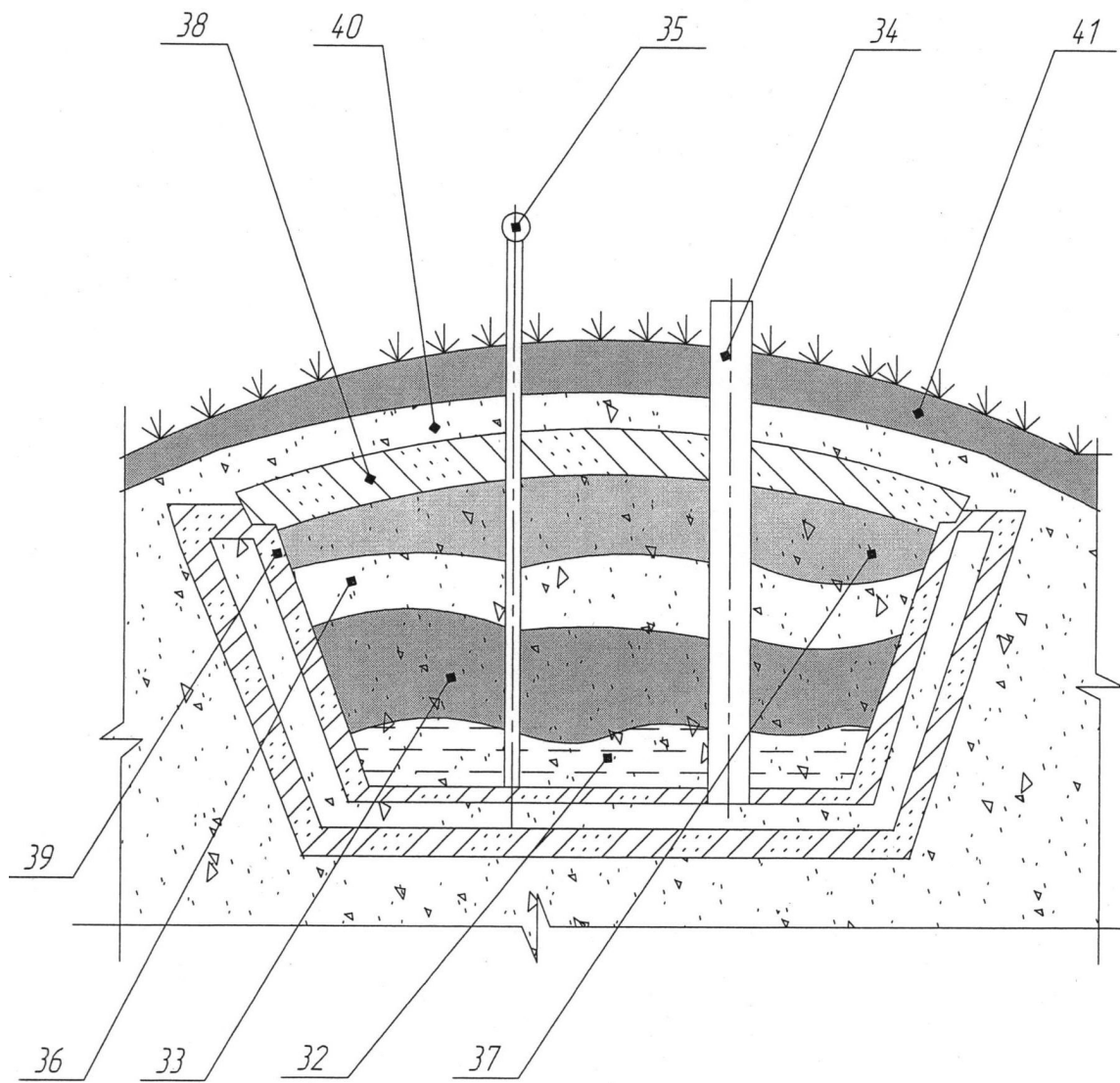
45



$\Phi_{U2.2}$



Фиг. 3



Фиг. 4