

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042467**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.02.16**

(51) Int. Cl. **G21F 9/16 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**201992727**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.09.13**

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ**

---

(43) **2020.07.27**

(56) RU-U1-161811  
RU-C1-2412495  
JP-A-2010261869

(86) **PCT/RU2018/000603**

(87) **WO 2020/013727 2020.01.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"РОССИЙСКИЙ КОНЦЕРН  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ  
ЭНЕРГИИ НА АТОМНЫХ  
СТАНЦИЯХ" (АО "КОНЦЕРН  
РОСЭНЕРГОАТОМ");  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"НАУКА И ИННОВАЦИИ" (АО  
"НАУКА И ИННОВАЦИИ") (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Солдатов Михаил Александрович,  
Неупокоев Михаил Алексеевич (RU)**

(74) Представитель:  
**Снегов К.Г. (RU)**

---

(57) Способ обработки отработанных ионообменных смол для захоронения включает подачу смеси отработанных ионообменных смол с транспортной водой в загрузочный бак, отделение ионообменных смол от транспортной воды путем отстаивания смеси и слива транспортной воды из загрузочного бака, последующую дозированную подачу отделенных от транспортной воды ионообменных смол в сушильную камеру, вакуумную сушилку с одновременным перемешиванием ионообменных смол в сушильной камере при температуре не более 90°C и выгрузку обработанной ионообменной смолы в транспортный контейнер. Ионообменные смолы после завершения вакуумной сушилки в сушильной камере подвергают дополнительной термической обработке в высокотемпературной печи при температуре 250-300°C при одновременном перемешивании и вакуумной сушилке. Выгрузку обработанной ионообменной смолы в транспортный контейнер осуществляют после термической обработки в высокотемпературной печи.

---

**042467**  
**B1**

**042467**  
**B1**

Изобретение относится к атомной энергетике, в частности к обработке отработанных ионообменных смол, и может быть использовано на атомных станциях или спецкомбинатах.

Ионообменные смолы широко используются на АЭС для обеспечения водно-химического режима первого и второго контуров, доочистки конденсата выпарных установок и в других вспомогательных водных системах, а также при выводе энергоблоков АЭС из эксплуатации. В процессе использования накапливается значительное количество отработанных, в том числе замасленных, ионообменных смол, относящихся, в основном, к низко- и среднеактивным жидким отходам, которые необходимо обрабатывать для их последующего хранения.

Известна установка для термической переработки радиоактивной ионообменной смолы, содержащая снабженный нагревателем терморектор с загрузочным и выгрузочным узлами, при этом установка содержит конденсатор паров воды, соединенный магистралью с терморектором, конденсатоприемник, соединенный магистралью с конденсатором паров воды, и вакуумный насос, вход которого соединен с конденсатоприемником, а его выход соединен с магистралью для отвода воздуха (полезная модель 121396, МПК G21F 9/28).

Недостатком вышеописанного метода сушки отработанных ионообменных смол является низкая энергоэффективность процесса.

Наиболее близким аналогом заявляемого изобретения является полезная модель "Установка для сушки отработанных ионообменных смол" по патенту РФ № 161811, МПК G21F 9/28. Указанная установка включает загрузочный узел, соединенный с трубопроводом для подачи смеси отработанных ионообменных смол и транспортной воды и трубопроводом для слива транспортной воды, дозирующее устройство, соединенный с ним терморектор, оснащенный ворошителями, наклонный шнек, расположенный между загрузочным узлом и дозирующим устройством, а также узел стыковки для выгрузки отработанных ионообменных смол. Отвод водяного пара, образующегося при сушке ионообменных смол, осуществляется через оборудованный нагревом аэрозольный фильтр с помощью водокольцевого вакуумного насоса.

Недостатком ближайшего аналога является низкая эффективность процесса и низкий коэффициент уплотнения высушенных ионообменных смол.

Задачей, решаемой настоящим изобретением, является повышение эффективности и расширение функциональных возможностей.

Технический результат, достигаемый заявленным изобретением, заключается в микрокапсулировании ионообменных смол (иммобилизации радионуклидов внутри микрокапсул), уменьшении объема выгружаемых ионообменных смол и предотвращении их распухания при воздействии влаги.

Указанный технический результат, касающийся устройства, достигается за счет того, что устройство для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения, включающее загрузочный бак, соединенный с трубопроводом для подачи смеси отработанных ионообменных смол и транспортной воды и трубопроводом для слива транспортной воды, дозирующее устройство, соединенную с ним сушильную камеру, оснащенную ворошителями, наклонный подающий шнек, расположенный между загрузочным баком и дозирующим устройством, вакуумный насос, соединенный трубопроводом с сушильной камерой, установленный на трубопроводе между сушильной камерой и вакуумным насосом подогреваемый газовый фильтр, и узел стыковки для выгрузки отработанных ионообменных смол, предложено дополнительно снабдить высокотемпературной печью с ворошителями, а также подающим устройством, расположенным между сушильной камерой и высокотемпературной печью, высокотемпературную печь снабдить системой вакуумной сушки и газоочистки, а узел стыковки для выгрузки ионообменных смол соединить с нижней частью высокотемпературной печи.

Кроме того, предложено загрузочный бак снабдить датчиком уровня транспортной воды, установленным в его верхней части, и датчиком уровня ионообменных смол, установленным ниже датчика уровня транспортной воды на уровне или ниже уровня выхода трубопровода для слива транспортной воды, а дозирующее устройство снабдить датчиком уровня смолы, установленным в его верхней части. Также предложено дозирующее устройство выполнить в виде цилиндрического бака. Предлагается устройство для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения снабдить дополнительным подающим устройством, расположенным между дозирующим устройством и сушильной камерой, а подающее устройство и дополнительное подающее устройство выполнить в виде наклонного шнека. Также предложено высокотемпературную печь снабдить нагревателем воздуха и регулятором температуры, связанными с высокотемпературной печью трубопроводом, а нагреватель воздуха выполнить в виде двух коаксиально расположенных цилиндрических камер, оснащенных электронагревателями. Систему вакуумной сушки и газоочистки высокотемпературной печи предлагается выполнить из соединенных трубопроводом фильтра газовой очистки и дополнительного вакуумного насоса, расположенных между ними кислотного и щелочного абсорберов с циркуляционными насосами и дожигателя, а фильтр газовой очистки и дожигатель снабдить нагревательными элементами. Предлагается на трубопроводе между вакуумным насосом и сушильной камерой установить вакуумный датчик и датчик влажности. Кроме того, предложено узел стыковки снабдить зонтом для стыковки высокотемпературной печи и крышки контейнера.

Заявленное изобретение проиллюстрировано графическим материалом, где на фигуре показано устройство для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения.

Устройство для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения включает загрузочный бак 1, дозирующее устройство 2, выполненное в виде цилиндрического бака, соединенную с дозирующим устройством 2 сушильную камеру 3, оснащенную ворошителями, и соединенную с сушильной камерой 3 высокотемпературную печь 4, оснащенную ворошителями (ворошители на фигуре не показаны). Загрузочный бак 1 соединён с трубопроводом для подачи смеси отработанных ионообменных смол и транспортной воды и трубопроводом для слива транспортной воды.

Между загрузочным баком 1 и дозирующим устройством 2 расположен наклонный подающий шнек 5, между сушильной камерой 3 и высокотемпературной печью 4 расположено подающее устройство 6, а между дозирующим устройством 2 и сушильной камерой 3 расположено дополнительное подающее устройство 7.

Также загрузочный бак 1 снабжен датчиком уровня транспортной воды, установленным в его верхней части, и датчиком уровня ионообменных смол, установленным ниже датчика уровня транспортной воды на уровне или ниже уровня выхода трубопровода для слива транспортной воды, а дозирующее устройство 2 снабжено датчиком уровня смолы, установленным в его верхней части (датчики на фигуре не указаны). Вакуумный насос 8 соединен с сушильной камерой 3 трубопроводом, на котором последовательно установлены датчик влажности 9, подогреваемый газовый фильтр 10 и вакуумный датчик 11.

Нижняя часть высокотемпературной печи 4 соединена с узлом 12 стыковки для выгрузки отработанных ионообменных смол в контейнер 13. Высокотемпературная печь 4 и узел 12 стыковки соединены трубопроводами с системой вакуумной сушки и газоочистки. Система вакуумной сушки и газоочистки включает соединенные трубопроводом фильтр 14 газовой очистки и дополнительный вакуумный насос 15, расположенные между ними дожигатель 16, а также оснащенные циркуляционными насосами 17 щелочной абсорбер 18 и кислотный абсорбер 19. Щелочной абсорбер 18 предназначен для нейтрализации кислотных составляющих отходящих газов, а кислотный абсорбер 19 предназначен для доочистки газа после щелочного абсорбера 18. Циркуляционные насосы 17 предназначены для непрерывного орошения раствором кассет в абсорберах 18 и 19. Фильтр 14 газовой очистки и дожигатель 16 снабжены нагревательными элементами. Высокотемпературная печь 4 также снабжена связанными трубопроводом нагревателем 20 воздуха и регулятором 21 температуры, например термопреобразователем сопротивления. Нагреватель 20 воздуха выполнен в виде двух коаксиально расположенных цилиндрических камер, каждая из которых оснащена электронагревателем. Подающее устройство 6 и дополнительное подающее устройство 7 выполнены в виде наклонного шнека.

Узел 12 стыковки содержит зонт (на фигуре не показан) для стыковки высокотемпературной печи 4 и крышки контейнера 13. Зонт обеспечивает полное перекрытие отверстия в крышке контейнера 13 и исключает возможность выхода газов и аэрозолей, образующихся при его заполнении.

Работа устройства для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения осуществляется следующим образом.

Осуществляют подачу смеси отработанных ионообменных смол с транспортной водой в загрузочный бак 1 до момента срабатывания датчика уровня транспортной воды, установленного в его верхней части. После этого в загрузочном баке 1 проводят отделение ионообменных смол от транспортной воды путем отстаивания смеси в течение 10-15 мин, затем сливают транспортную воду и повторно осуществляют подачу смеси отработанных ионообменных смол с транспортной водой в загрузочный бак 1. Указанную операцию повторяют до момента срабатывания датчика уровня ионообменных смол. После срабатывания датчика уровня ионообменных смол сливают транспортную воду и с помощью наклонного подающего шнека 5 ионообменные смолы подают в дозирующее устройство 2 до момента срабатывания датчика уровня смолы. Из дозирующего устройства 2 в сушильную камеру 3 ионообменные смолы влажностью 50-60% подают с помощью дополнительного подающего устройства 7 дозированно порциями в размере 5-10% от объема сушильной камеры 3. После подачи первой порции ионообменных смол осуществляют с помощью вакуумного насоса 8 вакуумирование до 8 кПа и дальнейшую вакуумную сушку при температуре не более 90°C с одновременным перемешиванием до достижения влажности ионообменных смол 6-8%. Затем вакуумный насос 8 отключают, после уравнивания давления с атмосферным в сушильной камере 3 подают новую порцию ионообменных смол и повторяют процесс вакуумной сушки до полного заполнения сушильной камеры 3. В процессе вакуумной сушки ионообменных смол в сушильной камере 3 осуществляют очистку водяного пара в подогреваемом газовом фильтре 10. Вакуумирование сушильной камеры 3 производят для увеличения эффективности сушки ионообменных смол, а также для интенсификации процесса сушки с удалением не только поверхностной, но и поровой свободной влаги. Контроль уровня влажности в сушильной камере 3 осуществляют по показаниям датчика влажности 9, а контроль уровня вакуума - по показаниям вакуумного датчика 11. Из сушильной камеры 3 высушенную ионообменную смолу подают с помощью подающего устройства 6 в высокотемпературную печь 4, в которой осуществляют термическую обработку ионообменных смол при температуре 250-300°C при одновременном перемешивании и вакуумной сушке в течение периода от 200 до 350 мин, при этом ионообменные смолы переходят в состояние микрокапсулирования. Одновременно в высокотемпе-

ратурную печь нагнетают с помощью нагревателя 20 воздуха горячий воздух с температурой не менее 200°C с целью предотвращения термического повреждения высокотемпературной печи 4 из-за разности температур высокотемпературной печи 4 и воздуха. Температура подаваемого горячего воздуха контролируется регулятором 21 температуры. После термической обработки микрокапсулированные ионообменные смолы выгружают с помощью узла 12 стыковки в контейнер 13. Водяные пары и газы, выделяемые в процессе термической обработки и выгрузки в контейнер 13 ионообменных смол, отводят с помощью дополнительного вакуумного насоса 15, при этом газы очищаются от аэрозолей фильтром 14 газовой очистки и окисляются до высших оксидов в дожигателе 16, после чего доочищаются на абсорберах 18 и 19.

Заявленное изобретение позволяет снизить объем выгружаемых ионообменных смол более чем в 2 раза с обеспечением их набухаемости не более 10% (за счет перевода их в состояние микрокапсулирования) и предотвращением иммобилизации радионуклидов внутри микрокапсул.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для обработки отработанных ионообменных смол для захоронения, включающее загрузочный бак, соединённый с трубопроводом для подачи смеси отработанных ионообменных смол и транспортной воды и трубопроводом для слива транспортной воды, дозирующее устройство, соединенную с ним сушильную камеру, оснащенную ворошителями, наклонный подающий шнек, расположенный между загрузочным баком и дозирующим устройством, вакуумный насос, соединенный трубопроводом с сушильной камерой, установленный на трубопроводе между сушильной камерой и вакуумным насосом подогреваемый газовый фильтр, и узел стыковки для выгрузки отработанных ионообменных смол, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено высокотемпературной печью с ворошителями, подающим устройством, расположенным между сушильной камерой и высокотемпературной печью, высокотемпературная печь снабжена системой вакуумной сушки и газоочистки, а узел стыковки для выгрузки ионообменных смол соединен с нижней частью высокотемпературной печи.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что загрузочный бак снабжен датчиком уровня транспортной воды, установленным в его верхней части, и датчиком уровня ионообменных смол, установленным ниже датчика уровня транспортной воды на уровне или ниже уровня выхода трубопровода для слива транспортной воды, а дозирующее устройство снабжено датчиком уровня смолы, установленным в его верхней части.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что дозирующее устройство выполнено в виде цилиндрического бака.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно снабжено дополнительным подающим устройством, расположенным между дозирующим устройством и сушильной камерой.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что подающее устройство и дополнительное подающее устройство выполнены в виде наклонного шнека.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что высокотемпературная печь снабжена нагревателем воздуха и регулятором температуры, связанными с высокотемпературной печью трубопроводом, а нагреватель воздуха выполнен в виде двух коаксиально расположенных цилиндрических камер, оснащенных электронагревателями.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что система вакуумной сушки и газоочистки высокотемпературной печи включает соединенные трубопроводом фильтр газовой очистки и дополнительный вакуумный насос, расположенные между ними кислотный и щелочной абсорберы с циркуляционными насосами и дожигатель.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что фильтр газовой очистки и дожигатель снабжены нагревательными элементами.

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на трубопроводе между вакуумным насосом и сушильной камерой установлены вакуумный датчик и датчик влажности.

10. Устройство по п.1, отличающееся тем, что узел стыковки снабжен зонтом для стыковки высокотемпературной печи и крышки контейнера.

