

отходов станции обезжелезивания подземной воды, на водозаборе Академгородка (г. Томск, Россия). Фракция представляет собой охристый осадок различной дисперсности, в основном, оксигидроксида железа в наноразмерном состоянии. Железосодержащий осадок измельчался до размера частиц менее 0,1 мм и исследовался по определению удельной поверхности и удельного объема пор, а также на определение сорбционной способности образца при извлечении из модельного раствора ионов Cd^{2+} . Модельный раствор готовился на дистиллированной воде при использовании ГСО состава ионов кадмия, с исходной концентрацией 13,75 мг/дм³. Брали 1 г образца на 100 см³ модельного раствора.

Величина удельной поверхности и удельный объем пор железосодержащего осадка представлены в таблице.

Из таблицы видно, что исследуемая фрак-

Таблица 1. Удельная поверхность и удельный объем пор отхода

Размер частиц, мм	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объем пор, см ³ /г
Менее 0,1	164,3	0,069

ция железосодержащего осадка станции обезжелезивания подземной воды имеет высокие значения по удельной поверхности и удельному объему пор.

Сорбционные исследования представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что с первой минуты процесса сорбции наблюдается высокая степень извлечения ионов Cd^{2+} из модельного раствора.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-5939.2016.8

Список литературы

1. Тягунова Г.В. Экология: учебник / под редакцией Ярошенко Ю.Г. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 300с.
2. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. // Фундаментальные исследования, 2013. – Ч.3. – №8. – С.666–670.

МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ НАХОЖДЕНИЯ

А.С. Торопов

Научный руководитель – д.г.-м.н., профессор Рихванов Л.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, torop990@gmail.com

Техногенные радионуклиды в водных объектах радиационно-загрязненных территорий могут представлять потенциальную опасность для экосистем и человека, значительно перемещаясь за пределы площадок загрязнения. При этом на миграционный процесс может значительно повлиять форма нахождения радиоактивных элементов. Актуальность работы определяет слабая изученность, как на экспериментальном, так и на теоретическом уровне, форм нахождения искусственных радионуклидов в воде.

Для понимания миграционной способности техногенных радионуклидов и их распределения по формам нахождения были поставлены модельные эксперименты с растворами, имитирующими природные воды, а также изучены формы нахождения радиоизотопов в отдельных водных объектах Семипалатинского испытательного полигона (СИП), где ранее фиксировались их количественные значения. Модельные растворы готовили с использованием грунта с высоким содержанием техногенных радионуклидов – ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am и ²³⁹⁺²⁴⁰Pu (удельная активность порядка $n \cdot (10^4 - 10^6)$ Бк/кг), отобранного с испытательных площадок СИП и дистиллированной воды. Среди водных объектов СИП распределение форм нахождения радионуклидов было изучено для водотоков штолен 177 и 503 площадки «Дегелен», а также озера в воронке «Телкем-2». Для выделения различных форм нахождения радионуклидов, пробы воды подвергали последовательной каскадной фильтрации с использованием мембран с размерами пор 10, 1, 0,45, 0,1, 0,007 (100 кДа) и 0,003 мкм (10 кДа), который позволяет выделять взвешенные вещества, псевдоколлоиды и коллоиды раз-

тельного полигона (СИП), где ранее фиксировались их количественные значения. Модельные растворы готовили с использованием грунта с высоким содержанием техногенных радионуклидов – ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am и ²³⁹⁺²⁴⁰Pu (удельная активность порядка $n \cdot (10^4 - 10^6)$ Бк/кг), отобранного с испытательных площадок СИП и дистиллированной воды. Среди водных объектов СИП распределение форм нахождения радионуклидов было изучено для водотоков штолен 177 и 503 площадки «Дегелен», а также озера в воронке «Телкем-2». Для выделения различных форм нахождения радионуклидов, пробы воды подвергали последовательной каскадной фильтрации с использованием мембран с размерами пор 10, 1, 0,45, 0,1, 0,007 (100 кДа) и 0,003 мкм (10 кДа), который позволяет выделять взвешенные вещества, псевдоколлоиды и коллоиды раз-

личного размера, а также растворенные формы.

Было установлено, что в условиях модельных растворов ^{137}Cs находился преимущественно в псевдоколлоидной и растворенной форме (до 80 %), а ^{90}Sr – только в растворенной форме. Распределение содержания ^{241}Am по формам нахождения показало, что данный радионуклид задерживается при фильтрации с частицами размерами от 0,1 до 0,007 мкм до 90 %, либо задерживается на мембране 0,1 мкм (псевдоколлоиды). Процентное содержание $^{239+240}\text{Pu}$, связанного с псевдоколлоидами (фракция 0,1–0,45 мкм) в условиях модельных экспериментов варьировало от 22 до 56 % от суммы форм нахождения, с коллоидными частицами размерами крупнее 100 кДа – от 33 до 72 %. Таким образом, можно предполагать, что $^{239+240}\text{Pu}$ в указанных модельных растворах связан с псевдоколлоидами (0,45–0,1 мкм) и коллоидами с размерами 0,1–100 кДа.

При изучении форм нахождения радионуклидов в водных объектах СИП было установлено, что порядка 70 % удельной активности ^{137}Cs в воде водотока штольни 177 площадки «Дегелен» составляла растворенная форма, в остальных объектах – ниже предела обнаружения. Преобладающей формой нахождения ^{90}Sr (более 90 %) для всех изученных водных объектов СИП была растворенная. Установлено, что $^{239+240}\text{Pu}$ находился как во взвешенной форме, так и в коллоидах и растворенной форме. Так, например, для воды водотока штольни 503 площадки «Де-

гелен» удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ изменялась ступенчато с 0,7 Бк/л до $(6,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-2}$ Бк/л после фильтрации через мембрану с разрешением 10 кДа.

Распределение форм нахождения $^{239+240}\text{Pu}$ было следующим: мембрана 1 мкм удерживает 17 % $^{239+240}\text{Pu}$, 0,45 мкм – 6 %, 0,1 мкм – 21 %, 100 кДа – 43 % и 10 кДа – 1 %. В воде озера Телкем-2 в процессе каскадной фильтрации удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ снижалась на один порядок с 0,35 до 0,04 Бк/л с максимумом задержания на мембранах, отсекающих коллоиды (10 и 100 кДа). В воде водотока штольни 177 более 50 % $^{239+240}\text{Pu}$ находилось в растворенной форме, остальное задерживалось на мембранах, отсекающих взвешенное вещество и псевдоколлоиды.

Проведение модельных экспериментов по определению форм нахождения радионуклидов в воде позволяет оценивать миграционную способность таких радиоактивных элементов, как ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$, в контролируемых условиях, их распределение между взвешенным веществом, коллоидами и псевдоколлоидами различного размера и в растворенной форме. Данные результаты могут быть использованы при прогнозировании распределения форм нахождения в реальных водных объектах. Соотношение между формами нахождения радионуклидов в воде отдельных объектов СИП зависит, в первую очередь, от самого водоемисточника и подвержено изменениям условий окружающей среды.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЛИГНИНА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Е.А. Чернышева

Научный руководитель – д.х.н., профессор Н.А. Корчевин

Иркутский государственный университет путей сообщения

664074, Россия, г. Иркутск, ул. Чернышевского 15, chernysheva.evgeniya.a@mail.ru

С развитием урбанизированных территорий проблема загрязнения водных ресурсов соединениями тяжелых металлов приобретает глобальный экологический характер. В настоящее время существует множество методов очистки металлосодержащих сточных вод, наиболее перспективный из них – метод адсорбции. Для достижения меньшей стоимости и сохранения наибольшей эффективности, рационально использовать сорбенты, полученные из отходов

других производств.

Основным отходом целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности является природный сетчатый полимер лигнин, который образуется в больших объемах и в основном сжигается или складывается в отвалах. Во всем мире множество научных организаций занимаются исследованиями и разработками в области утилизации лигнина. Несмотря на предложенные варианты использования свежееизвлеченно-