ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАДИАЦИОННОЙ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ И ОТ ДРУГИХ ОПАСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЧЕЛОВЕКА

УДК 387.177

Н.Д.Бетенеков, А.В.Воронина, Е.И.Денисов, А.С.Кутергин, И.Н.Кутергина

Уральский технический университет, г.Екатеринбург

СОРБЕНТЫ И ФИЛЬТРЫ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ РАДИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ОЧИСТКИ ПИТЬЕВЫХ И СТОЧНЫХ ВОД ОТ РАДИОНУКЛИДОВ

Разработаны технологии получения неорганических сорбентов, пригодных для очистки радиоактивно-загрязненных сточных и питьевых вод и радиационного мониторинга природных вод. Разработаны и аттестованы фильтры индивидуального пользования для очистки питьевой воды от радионуклидов. Начаты исследования по применению неорганических сорбентов в производстве изотопов медицинского назначения для диагностики заболеваний и лучевой терапии раковых опухолей.

The technology for the production of inorganic sorbents has been developed, suitable to purify waste water and drinking water that contains radioative contaminants. New filters for individual use to purify drinking water that carries radionuclides have been developed and certified. The research on the application of inorganic sorbents in the manufacture of isotopes for medical purposes designed for the diagnosis of cancerous tumour and its radiotherapy has begun.

Реабилитация природной среды в широком масштабе от радиоактивного загрязнения, а также утилизация большого количества жидких радиоактивных отходов, накопленных на предприятиях ядерного топливного цикла, требует решения следующих задач:

1. Создание аналитической базы. Радиохимический анализ необходим для осуществления первичного мониторинга окружающей среды и для аттестации источников питьевого водоснабжения, разработки и аттестации систем очистки природных и сточных вод от радионуклидов. К методам радиохимического анализа предъявляются следующие требования: высокая экспрессность и простота, обусловленные необходимостью выполнения большого количества анализов на содержание радионуклидов в воде, чувствительность и воспроизводимость. Применяемые в настоящее время в службах санитарно-гигиенического надзора методы радиохимического анализа не могут быть признаны удовлетворительными.

2. Разработка технологий сорбционной очистки питьевой воды и сточных вод от радионуклидов. Техногенное рассеяние радионуклидов в результате испытаний ядерного оружия, деятельность предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) приводят к загрязнению источников питьевого водоснабжения. Природные геохимические процессы приводят к загрязнению природных вод ураном и продуктами его распада (радием, свинцом, полонием). Поэтому к общему неудовлетворительному качеству окружаю-

щей среды добавляется повышенная радиационная нагрузка за счет поступления природных и искусственных радионуклидов с водой внутрь организма человека. Проблемы очистки больших объемов водных растворов от радиоактивных примесей возникают как при проведении реабилитационных мероприятий, так и при обезвреживании слабоактивных отходов предприятий ЯТЦ. Активность таких растворов менее 10^{-5} Ки/л, но доля их в общем количестве отходов достигает 95 %. При их переработке необходимо концентрирование радиоактивных примесей в малом объеме с последующим отверждением. Отвержденные материалы пригодны для длительного захоронения.

Стадии концентрирования и очистки как часть методик радиохимического анализа и сорбционная очистка питьевой и сточных вод могут осуществляться с использованием одних и тех же сорбционных материалов, обладающих достаточно высоким коэффициентом распределения, дешевых и доступных.

В данном проекте осуществлен общий подход к решению проблемы концентрирования радионуклидов в радиохимическом анализе и системах очистки питьевой и сточных вод. Разработанные неорганические сорбенты, пригодные для анализа концентрации радионуклидов в водной среде, по сравнению с другими искусственными сорбентами экономически более выгодны, обладают механической устойчивостью, высокой специфичностью и способствуют более полной реализации сорбционной емкости материала. В основу синтеза новой разновидности неорганических коллекторов – тонкослойных неорганических сорбентов (ТНС) – положены химические методы осаждения пленок на поверхность носителя из водных растворов. Метод позволяет исключить внутреннюю, «балластную» часть гранулы сорбента, которая, как правило, не работает и не реализует своей емкости в силу сложности диффузии радионуклида внутрь гранулы. Для получения ТНС используются гранулы как инертных в сорбционном отношении, так и сорбционно-активных органических и неорганических носителей. Особый интерес представляет возможность применения в качестве носителя для ТНС алюмосиликатных горных пород (клиноптилолита, глауконита), которые являются природным материалом и характеризуются высокой специфичностью к Cs-137 и Sr-90, а также рядом других физико-технических показателей (химическая, термическая и радиационная устойчивость, необратимость сорбции, достаточно высокая емкость и низкая себестоимость), что в условиях обостряющихся экологических проблем приобретает все большее значение.

Для использования в системе очистки питьевой воды, помимо указанных выше свойств, сорбенты должны обладать достаточной прочностью, а их частицы иметь такие размеры, которые при хорошей кинетике не оказывали бы большого гидравлического сопротивления при сорбции в динамических условиях. Природные алюмосиликаты механически недостаточно прочны, а фильтрационные характеристики их низки. Технология гранулирования природных алюмосиликатов позволяет сохранить все преимущества природных материалов и получить их в виде, пригодном для использования в динамических условиях. Такие неорганические сорбенты смогут обеспечить эффективное и экспрессное концентрирование радионуклидов как в системах очистки сточных и природных вод, в том числе и питьевых, так и в методиках экспрессного радиохимического анализа.

На основе ТНС разработаны фильтры индивидуального пользования для очистки питьевой воды от радионуклидов цезия и стронция. Фильтры успешно прошли лабораторные испытания. На сорбенты, используемые в фильтре, получены санитарно-гигиенические сертификаты. Идея получения тонкослойных неорганических сорбентов для очистки жидких радиоактивных отходов реализована на ПО «Маяк».

С целью коммерциализации разработок начаты исследования еще в одном направлении использования неорганических сорбентов – производстве изотопов медицинского назначения для диагностики различ-

ных заболеваний и лечения раковых опухолей. Качество окружающей среды вследствие техногенной деятельности человечества ухудшается, что неблагоприятно сказывается на здоровье людей. Кроме радиационного фактора, на человека воздействуют химические вещества, в том числе канцерогены, выбрасываемые в окружающую среду. Эти факторы вместе с ежедневными стрессами, связанными с различными причинами и подавляющими иммунную систему, привели к тому, что рак стал достаточно распространенным заболеванием. Поэтому спрос в мире на изотопы медицинского назначения будет только возрастать, в то время как рынок еще не насыщен. Неорганические сорбенты могут быть применены в качестве коллектора для производства генераторов короткоживущих изотопов (например, Y-90), а также доступных и эффективных сорбентов для производства молибдена-99. Его дочерний нуклид ^{99m}Tc последние 30 лет остается наиболее широко используемым в ядерной медицине радионуклидом. Существующие технологии производства ^{99}Mo, в основном, предусматривают облучение нейтронами урановых мишеней в канале ядерного реактора с последующей процедурой растворения мишени, выделения и очистки ^{99}Mo от урана и продуктов деления в горячей камере. Значительные преимущества могла бы иметь технология селективного выделения ^{99}Mo из жидкого топлива гомогенных ядерных реакторов с использованием неорганических сорбентов. Испытания предлагаемой технологии выделения ^{99}Mo из растворного топлива реактора «Аргус-20» были проведены в РНЦ «Курчатовский институт».