

Автор: Дмитрий Анохин

22 февраля 2024

Уловить уранил: в МИФИ разрабатывают адсорбент из глины, хитина и сланца



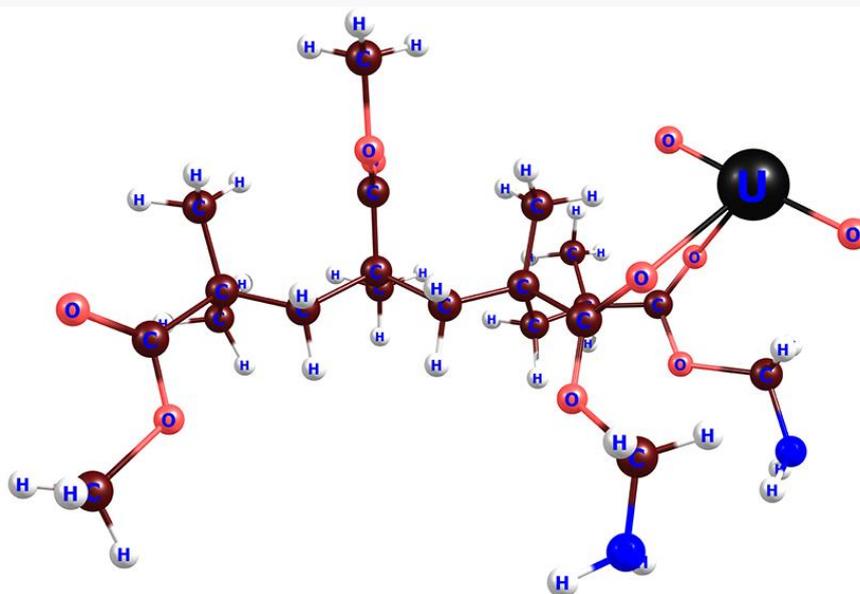
Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) — головная боль, сопровождающая практически все стадии ядерного топливного цикла. Объем ЖРО большой, хранить их трудно и дорого. Профессор кафедры физики конденсированных сред НИЯУ МИФИ Константин Катин рассказал о достижениях в этой сфере международного научного коллектива.

Исследовательская группа специализируется на разработке фильтров, эффективно улавливающих компоненты разной степени радиоактивности в жидкой среде. Помимо россиян, в группу входят представители Турции, Марокко и Саудовской Аравии. «Росатом» сотрудничает со всеми этими странами. Так, в Турции реализуется проект АЭС «Аккую», в Марокко строительство атомной станции запланировано двухсторонним межгосударственным соглашением. Большой интерес для ближневосточного региона, кроме того, представляют проекты госкорпорации в области опреснения и очистки воды.

«Мы разрабатываем вещества, эффективно адсорбирующие уранил. Это ион диоксида урана с двойным положительным элементарным зарядом — иными словами, молекула UO_2 , в которой не хватает двух электронов, — рассказывает профессор кафедры физики

концентрированных сред Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» Константин Катин.— Обычно именно в таком виде в водном растворе присутствуют урансодержащие вещества, вносящие основной вклад в активность ЖРО. Поймаем уранил, осадим его в фильтре — превратим жидкие отходы в твердые, а с ними работать гораздо проще».

Как оказалось, хорошо осаждают уранил композитные соединения на основе метакаолина (геополимерного продукта переработки белой глины) и хитозана (неспецифического поглотителя со множеством химически активных функциональных групп, выделяемого из хитиновых панцирей моллюсков, ракообразных, насекомых и пауков). «Но этого недостаточно,— продолжает Константин Катин.— Соединение метакаолина и хитозана надо удобрить как минимум еще одним компонентом — веществом, которое вспенивает геополимер и в макроскопическом масштабе увеличивает пористость композита».



Структура композитного адсорбента со связанным уранилом

Параллельно идет поиск в масштабе микромира — анализ молекулярных структур перспективных композитов, которые удерживали бы уранил.

«В нашей группе это как раз моя задача,— говорит Константин Катин.— При помощи компьютерного моделирования я оцениваю, как в композитную структуру соединяются молекулы компонентов, как изменяется их взаимное расположение и как наилучшим образом сформировать из них сеть для улавливания заданных ионов. Обычно она состоит из способных формировать водородные связи кислородсодержащих групп. А если несколько близко расположенных элементов получается связать в макромолекулярную структуру таким образом, чтобы уранил они ловили, а другие, меньшие по размеру ионы

пропускали, задачу можно считать решенной. В финале мы добиваемся синергического эффекта — улавливание уранила композитом эффективнее по сравнению с суммой действия всех компонентов по отдельности».

Обычно по экономическим причинам сырье для «сдабривания» ищут поблизости от места образования ЖРО. В Турции использовали лигнин — сложный полимер, в природе встречающийся в клетках сосудистых растений и в водорослях. Он в качестве попутных отходов образовывается на одном из производств недалеко от строящейся АЭС «Аккую». В Марокко по тем же соображениям идеально подошел горючий сланец, его добывают в регионе Тарфая (как раз там планируется возведение АЭС).

На основании предложений ученого был синтезирован адсорбент, с которым зарубежные коллеги провели серию кропотливых натуральных экспериментов, применив рентгеноструктурный анализ, электронную микроскопию, инфракрасную спектроскопию с преобразованием Фурье и термогравиметрический метод. Образцы продемонстрировали довольно высокое значение осаждения растворенного урана — 0,236 моля уранила на килограмм композита. Сколько радиации он уловит, зависит от активности раствора, к изотопному составу адсорбент нечувствителен.

Выводы ученых должна подтвердить опытная эксплуатация фильтров.

«Но одной емкостью характеризовать композит для фильтра неверно, — замечает Константин Катин. — Наше вещество работает в большом диапазоне pH раствора: от 4 до 10. Имеют значение, кроме того, температура и скорость адсорбции. А вообще, композитов таким способом можно разработать много. В лаборатории реально изготовить адсорбенты уранила качественнее и дороже. Но при больших запасах дешевого сырья лучше использовать его. Мы постоянно совершенствуем характеристики наших веществ, чтобы брать материал, доступный в регионе расположения крупных атомных объектов, в том числе российских АЭС».

Источник: газета Страна РОСАТОМ 22 февраля 2024 <https://strana-rosatom.ru/2024/02/22/ulovit-uranil-v-mifi-razrabatyvajut/>