

Инновационная технология переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов АЭС

В ГЕОХИ РАН запатентована инновационная технология переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов АЭС. Практическая реализация данного изобретения обеспечит условия кардинального (в десятки раз) сокращения объемов наиболее опасных долгоживущих радиоактивных отходов и стоимости их глубинного захоронения. Кроме того, изобретение создает перспективы в будущем отказаться от масштабного строительства глубинных хранилищ отходов, что в конечном итоге обеспечит радиоэкологическую безопасность окружающей среды и здоровье будущих поколений.

Коллектив лаборатории радиохимии ГЕОХИ РАН в 2022 году получил патент №2774155 на изобретение «Способ экстракционного выделения трансплутониевых и редкоземельных элементов». Изобретение получено в рамках разрабатываемой в Институте инновационной технологии переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) АЭС. В настоящее время и на перспективу атомная энергетика – основной источник обеспечения потребностей человечества в электроэнергии. По данным Госкорпорации «Росатом» доля атомных электростанций в энергобалансе России в 2020 году составила 20,28%; АЭС России завершили 2020 год абсолютным рекордом за всю историю существования российской атомной энергетике, достигнутым лишь в 1988 году во времена Советского Союза, - выработав 215,746 млрд кВт·ч электроэнергии (Источник: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosenergoatom-dolya-atomnoy-energetiki-v-energobalanse-rossii-prevysila-20/>). Планы развития атомной отрасли в России предусматривают дальнейшее повышение производимой на АЭС энергии, однако это зависит от эффективности решения проблемы радиоактивных отходов (РАО), образующимися при переработке ОЯТ.

Разрабатываемая технология основана на следующих ключевых подходах:

- 1) выделение делящихся нуклидов с использованием надежного и проверенного в технологии уже несколько десятилетий экстрагента (30% трибутилфосфат в изопарафиновом разбавителе) и их повторное использование в качестве топлива для АЭС;
- 2) глубокое фракционирование образующегося высокоактивного рафината при использовании того же экстрагента с выделением отдельных фракций, в том числе фракции долгоживущих изотопов америция для последующей трансмутации в быстрых реакторах, а также относительно короткоживущей цезий-стронциевой фракции для приповерхностного захоронения;
- 3) вовлечение в переработку конструкционных материалов отработавших тепловыделяющих сборок – нержавеющей стали и циркониевых оболочек твэлов;
- 4) использование новых консервирующих фосфатных стеклоподобных и кристаллических матриц для экологически безопасного хранения и захоронения образующихся радиоактивных отходов.

Изобретение основано на том, что введение нитрата железа как высаливателя в азотнокислый рафинат экстракционной переработки ОЯТ приводит к значительному повышению эффективности экстракции трехвалентных трансплутониевых (америция и кюрия) и редкоземельных элементов. По этой причине разрабатываемая технология получила рабочее название - «Железный Пурекс-процесс».

В лаборатории радиохимии ГЕОХИ РАН и затем на стенде центробежных экстракторов в Радиевом институте им. В.Г. Хлопина (Санкт-Петербург) (Рис. 1) испытан предлагаемый способ фракционирования высокоактивного слабокислого рафината в присутствии нитрата железа. Было показано, что из рафината количественно извлечены трансплутониевые и редкоземельные элементы - не менее 99,9% от их исходного количества; при этом осталось в растворе не менее 99,9% цезия как основного продукта деления.



Рисунок 1. Стенд центробежных экстракторов (Радиевый институт им. В.Г. Хлопина).