

Переработка жидких радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации АЭС

Студенты гр.10608113 Шевчик В. И., Некало И. А., Макаревич Д. А.
Научный руководитель – Филянович Л. П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

На АЭС с реактором ВВЭР-1000 (аналогичные реакторы предполагается установить на белорусской АЭС) образуется большое количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО), которые имеют сложный химический и изотопный состав. Основное количество радиоактивных сточных вод относится к жидким отходам низкого и среднего уровня активности. Кроме радиоактивных элементов сточные воды содержат активированные продукты коррозии (радионуклиды железа, хрома, кобальта, марганца, свинца и др.), а также компоненты, входящие в дезактивирующие растворы (кислоты, щелочи, соли и др.). Подбор соответствующих способов переработки ЖРО проводят с учетом концентрации присутствующих в них солей. Классификация ЖРО происходит по уровню активности, соле-содержанию и соответствующим методам переработки. В основу системы обработки ЖРО положен метод испарения, позволяющий получить достаточно высокий коэффициент очистки получаемого дистиллята и упаренный радиоактивный концентрат солей с концентрацией – 400г/л. Образующийся чистый дистиллят направляется в баки хранения, а затем на повторное использование и сброс. Концентрат солей направляется сначала в баки промежуточного хранения системы хранилища жидких отходов, а затем на отверждение и захоронение. Принцип переработки трапных вод, основанный на процессах упаривания, конденсации, механической фильтрации и ионного обмена, позволяет без нарушения требований к охране окружающей среды осуществлять сброс очищенной трапной воды со станции, а радиоактивный упаренный концентрат (кубовый остаток) отверждать и хранить. Жидкие радиоактивные среды с удельной активностью $<3,7 \cdot 10^6$ Бк/л очищаются ионным обменом или одностадийной выпаркой. По существующим оценкам в России стоимость хранения низко- и среднеактивных отходов составляет от 60 до 100 тыс. руб/м³ в год. Принимая среднюю стоимость хранения РАО 80 тыс. руб/м³ в год и среднюю скорость генерации РАО 200 руб/м³, за проектное время эксплуатации одного блока АЭС на обращение с РАО потребуются нарастающим итогом 7.4 млрд. руб. Стоимость размещения РАО в приповерхностных пунктах окончательной изоляции оценивается в 230–300 тыс. руб/м³. Таким образом, суммарные затраты на обращение с РАО, образующимися при эксплуатации АЭС из двух энергоблоков мощностью 1 ГВт каждый составят более 20 млрд. руб. В настоящее время на большинстве российских АЭС жидкие радиоактивные среды собираются в специальные емкости объемом 1000–1500 м³ с последующей переработкой методами дистилляции и выпаривания. Концентрирование ЖРО при упаривании обычно проводят до насыщения по солям. В современной практике ведутся поиски более эффективных путей решения проблемы отходов, которые включают минимизацию образования отходов, разделение отходов в зависимости от класса их сложности и опасности, выбор методов очистки и дезактивации, поиск и подбор методов, наиболее приемлемых для определенного вида отходов, поиск способов селективного выделения и концентрирования наиболее опасных радионуклидов, создание эффективных технологий иммобилизации отходов с учетом требований окончательного захоронения.

Самые сложные растворы образуются при дезактивации АЭС, поэтому чтобы уйти от метода испарения и использовать более дешевые методы для очистки ЖРО нужно либо применять более простые растворы при дезактивации АЭС, либо научиться разрушать комплексоны, которые прочно связывают радионуклиды в растворе и не дают им сорбироваться или

образовывать частицы. Современное состояние исследований и разработок в этом направлении показывает, что комбинация различных процессов в одной технологической цепочке – дезактивация и переработка ЖРО – может обеспечить как получение высокой эффективности дезактивации, так и значительное уменьшение объема радиоактивных отходов. При эксплуатации АЭС необходимо решать 3 научные радиохимические проблемы: дезактивация оборудования и рабочих помещений АЭС; переработка жидких радиоактивных отходов; подготовка к захоронению и захоронение радиоактивных отходов. Все эти проблемы тесно связаны. Нельзя решать проблему дезактивации, не думая о последствиях, связанных с переработкой дезактивирующих растворов. Точно так же неэффективное решение вопросов переработки ЖРО приведет к образованию больших количеств радиоактивных отходов, которые необходимо отверждать и захоранивать. Исследование форм нахождения радионуклидов в растворах различного состава является основой при разработке новых технологических решений по очистке растворов от радионуклидов.

Выделяют ряд особенностей физико-химического поведения в растворах ионов Fe, которые можно использовать для простого и эффективного решения задач по очистке растворов от радионуклидов. Для эффективного выделения радионуклидов требуется соблюдение определенных условий. Подход основан на факте, что полиядерные гидроксокомплексы многозарядных катионов способны взаимодействовать с некоторыми анионами и катионами с образованием форм, которые могут быть отделены от раствора при помощи полупроницаемой мембраны.

Повышение экономической эффективности и экологической безопасности работы АЭС возможно за счет использования современных малоотходных и экономичных технологий дезактивации и переработки отходов, образующихся при эксплуатации АЭС нового поколения. При разработке методов очистки ЖРО необходимо учитывать разнообразие форм ЖРО и многообразие радионуклидов в растворе. Для очистки радиоактивных вод следует использовать комбинированные технологические схемы, в которых результат достигается пропусканием отходов через каскад различных аппаратов, использующих физико-химические методы очистки в соответствии с физико-химическими формами радионуклидов в растворах.

УДК 620.9:658.345(075.8)

Защита цепей газоанализаторов ТЭЦ от импульсных перенапряжений

Студент гр. 10604113 Драньков В. А.
Научный руководитель – Филянович Л. П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Дымовые трубы ТЭЦ из-за своей большой высоты являются объектами постоянных разрядов молний в период летних гроз. Применяемые молниеотводы позволяют сделать разряды молний более безопасными, однако при этом возникают побочные эффекты, негативно влияющие на жизнь людей и работоспособность электронного оборудования.

Металлическая дымовая труба с параллельно проложенными контрольными кабелями представляет собой трансформатор, первичной обмоткой которого является поверхность дымовой трубы, магнитопроводом – многотонная металлическая конструкция трубы, а вторичными обмотками – жилы кабелей, проложенные параллельно поверхности трубы. При разрядах молний в ствол дымовой трубы протекающие по его поверхности токи наводят во вторичных цепях кабелей величины импульсных напряжений амплитудой порядка 1000 В относительно земли.

При нахождении обслуживающего персонала вблизи измерительного оборудования возможно поражение его электрическим током. При разряде молний также могут быть повреждены электронные компоненты устройства. Для предотвращения подобных явлений в цепях, подверженных импульсным перенапряжениям в результате разряда