

ление раствора и содержание хлорид-ионов. В данных условиях предельное удаление минеральных примесей достигается примерно за 8 часов. В результате деминерализации был получен хорошо растворимый продукт. Образования осадка на катионообменных мембранах не наблюдалось. Определенное по количеству золы после прокаливании при 700°C до постоянной массы общее содержание минеральных примесей составило 2,0%, то есть было снижено в 5 раз по сравнению с исходным. Средняя молекулярная масса хитозана после электродиализа составила 42 кДа. По данным центра «Биоинженерия» РАН, фракционный состав полимера и индекс полидисперсности по молекулярной массе после электродиализной деминерализации следующие. Основная фракция хитозана (более 50%) имеет молекулярную массу $MW > 30$ кДа; около 40% – фракция с $MW 10 - 30$ кДа; примерно 2% – фракция 5 – 10 кДа; 4% – фракция с молекулярной массой менее 5 кДа. Индекс полидисперсности по молекулярной массе колеблется от 1,6 до 3,6 для разных молекулярных масс хитозана.

Таким образом, в результате электродиализной деминерализации разбавленного раствора низкомолекулярного хитозана, проведенной в допредельных токовых режимах при постоянном контроле падения напряжения в камере обессоливания, был получен хорошо растворимый продукт, содержание минеральных примесей в котором снижено по сравнению с исходным в 5 раз. Образования осадка на поверхности катионообменной мембраны не наблюдали, что свидетельствует о принципиальной применимости предложенного способа электродиализа для деминерализации растворов хитозана, при использовании которой не происходит потерь целевого продукта.

Авторы благодарят Варламова В. П. и Немцева С. В. (Центр «Биоинженерия» РАН, г. Москва) за предоставленный для исследований препарат хитозана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быкова В. М., Немцев С. В. Сырьевые источники и способы получения хитина и хитозана /Хитин и хитозан: Получение, свойства, применение. М.: Наука, 2002. 368 с. С. 7 – 21.
2. Албулов А. И., Шинкарев С. М., Самуйленко А. Я., Фролова М. А., Фоменко А. С., Лебедев С. И. Коррекция качества хитозановых препаратов в промышленных условиях //Материалы Седьмой Международной конференции «Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана». М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 452 с. С. 9 - 11.
3. Роговина С. З. Твердофазная модификация хитина и хитозана в условиях механического воздействия // Хитин и хитозан: Получение, свойства, применение. М.: Наука, 2002. 368 с. С.64 – 77.
4. Бобрешова О. В., Кулинцов П. И., Варламов В. П., Немцев С. В. Электродиализная очистка низкомолекулярного хитозана от минеральных примесей //Материалы Седьмой Международной конференции «Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана». М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 452 с. С. 279 - 282.

5. Бобрешова О. В., Бобылкина О. В., Кулинцов П. И., Бобринская Г. А., Варламов В. П., Немцев С. В. Электропроводность водных растворов низкомолекулярного хитозана. //Электрохимия. 2004. Т. 40, № 7. С. 793 – 797.

6. Бобылкина О.В., Бобрешова О.В., Кулинцов П.И., Долгополов Р.В. Определение коэффициента диффузии катиона хитозана в водном растворе методом концентрационной цепи со статическим жидкостным соединением //Материалы II Всероссийской конференции «Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах» («ФАГРАН-2004»), Воронеж, 10 – 15 октября 2004 г. Том 2. 366 с. С. 525 – 526.

7. Бобылкина О. В., Бобрешова О. В., Кулинцов П. И., Долгополов Р. В. Скачок потенциала на границе мембраны МК-40 в растворах хлорида натрия, соляной кислоты и моногидрохлорида лизина с добавкой хитозана // Сорбционные и хроматографические процессы. 2004. Т.4, Специальный выпуск ИОНИТЫ 2004. С. 217 – 223.

8. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику : учеб. пособие для вузов. – М. : Высш. школа, 1975. – 416 с.

НАПЛАВНОЙ СПОСОБ СНЯТИЯ ОТРАБОТАВШИХ ЭНЕРГБЛОКОВ АЭС С ЭКСПЛУАТАЦИИ

Васильев С.А., Пачурин Г.В., Васильев М.С.

*Нижегородский государственный
технический университет,
Нижний Новгород*

Атомные электростанции, обладая многими преимуществами перед другими источниками получения электрической энергии, несколько десятилетий назад получили значительное применение в разных регионах земного шара, в частности в США, в Японии, в странах Западной Европы. Успешно прослужив 30-40 лет, отработавшие свой срок АЭС поставили новую задачу: как избежать экологических последствий влияния выведенных из эксплуатации ядерных энергоблоков.

Возможная консервация энергоблоков на месте эксплуатации, создание, так называемых “саркофагов”, не только не дает полной гарантии исключения радиоактивных выбросов, но и требует постоянного неукоснительного внимания за состоянием бесполезно сохраняемых радиоактивных объектов в районах с повышенным народонаселением, значительных затрат на поддержание выведенной из эксплуатации АЭС в безопасном состоянии в течении длительного времени, определенном периодом полураспада, содержащихся в реакторном отделении радиоактивных веществ (30–50 лет и более). Очевидно, что такой метод вывода АЭС из эксплуатации далеко не оптимален.

Кроме того, известно, что срок эксплуатации АЭС прежде всего определяется сроком службы их реакторных отделений (РО), т.к. именно они не поддаются ремонту и не подлежат дальнейшему использованию. По-видимому, более целесообразным было бы не выводить полностью АЭС из эксплуатации на

вечные времена, а заменить ее РО новым, провести ремонт оставшегося оборудования и продолжить эксплуатацию АЭС.

Демонтаж и вывоз элементов АЭС с места эксплуатации, в частности их реакторных отделений, связан с большими трудностями, ввиду наличия больших масс конструкций, “зараженных” радионуклеидами. И при их разборке, и при транспортировке возможно радиоактивное загрязнение окружающей местности и транспортных средств, а также поражение ионизирующими излучениями большого количества людей. Опасность таких операций очевидна, что приводит к мысли о необходимости консервации РО без разборки.

Вместе с тем, значительное количество АЭС, многие из которых в ближайшее время подлежат снятию с эксплуатации, построено в прилегающих к морскому берегу районах и их РО могут быть демонтированы целиком, без разборки, наплавным способом, а затем доставлены морем в места длительного хранения. При этом, не только обеспечивается снятие с эксплуатации отработавших РО, но и появляется возможность замены их новыми для продолжения эксплуатации АЭС.

Сущность наплавного способа заключается в том, что при транспортировке объекта по водной акватории, снятии или установке его на месте эксплуатации используется собственная плавучесть конструкции объекта. При этом конструкция заранее предполагается водонепроницаемой (проектируется или дорабатывается), по крайней мере, в ее водоизмещающей части. При недостаточной собственной плавучести конструкции она увеличивается за счет присоединения дополнительных несущих понтонов, причем в конструкцию объекта с этой целью вводят дополнительные соединительные и несущие элементы, позволяющие объединить объект и несущие понтоны в единый плавкомплекс (ПК). При этом ПК рассчитывается как единая конструкция на соответствие мореходных и прочностных качеств условиям подъема ПК в водоизмещающее положение, транспортировки и постановки его на место хранения.

Использование наплавного способа снятия береговых АЭС с эксплуатации, по-видимому, является экологичным, экономичным, единственно целесообразным и практически осуществимым мероприятием.

КОНСТРУКТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Летаяф М.А.

*Казанский государственный
технический университет им. А.Н. Туполева,
Казань*

Типовой подход к проектированию антенной решетки состоит из нескольких этапов. На первом этапе, опираясь на классическую теорию антенных решеток, находят оптимальные амплитудно-фазовые распределения токов в излучателях решетки. Значения амплитуд и фаз могут быть произвольными и оптимальными в смысле обеспечения, например, минимального уровня боковых лепестков при заданной ширине диаграммы направленности и обеспечиваю-

щими произвольное положение луча в пространстве. Вопросы конструктивной реализуемости таких распределений при этом не рассматриваются. На втором этапе разрабатывается делитель, который дает необходимое амплитудное распределение с некоторой ошибкой, которая может быть уменьшена только ценой усложнения конструкции. На третьем этапе, который может идти параллельно со вторым, непрерывное фазовое распределение заменяют дискретным, выбирают дискрет фазы и число фазовых состояний у фазовращателей. При этом также точность установки фаз приводит к росту сложности конструкции. Сложность конструкции приводит к росту стоимости производства и настройки изделия, а также к нестабильности его работы при внешних воздействиях (температурных, вибрационных и т.п.). В итоге теряется теоретическая оптимальность антенной решетки.

Другой подход состоит в том, чтобы уже на этапе проектирования учитывать имеющиеся технические возможности и существующий уровень производства. Строится теоретическая модель антенной решетки, в которую входят реальные конструктивные параметры: число состояний и дискрет фазы фазовращателей, технологичный базовый элемент, который будет использован в конструкции делителя. Дальнейшие задачи проектирования решаются как задачи численной оптимизации, находятся оптимальные схема делителя и закон управления фазовращателями. При таком подходе обеспечивается возможность практической реализации оптимальной конструкции.

На практике получили распространение фазированные антенные решетки с фиксированным амплитудным распределением и дискретным управлением фазами токов излучателей.

Амплитудная диаграмма направленности решетки имеет вид:

$$F(q) = \left| \sum_{i=1}^N I_i \cdot \exp(j(kx_i \sin q - j_i)) \right|,$$

где N - число излучателей в решетке, I_i - амплитуда тока i -го излучателя,

j_i - фаза тока i -го излучателя, $j_i = \Delta j (m - 1)$, $1 \leq m \leq M$,

Δj - дискрет фазы, M - число состояний фазовращателя,

x_i - координата i -го излучателя, $x_i = d(i - 1)$, d - шаг решетки.

Нами рассмотрена задача поиска оптимального фазового распределения на дискретном множестве фазовых состояний.

$$Q = \{j_i : j_i = \Delta j \cdot (m_i - 1), \Delta j = 2\pi/M, m_i = \overline{1, M}\}$$

При этом от сканирующей решетки требуется формирование луча в заданном направлении и минимальные значения диаграммы направленности в направлениях прихода помех. Понятно, что степень подавления помех зависит как от параметров решетки: ее геометрии, числа излучателей, величины дискрета фазы, так и от взаимного углового положения луча и помех.