

соединенные с электрогенераторами); непрямая схема (пар предварительно очищают от газов, вызывающих разрушение труб); смешенная схема (неочищенный пар поступает в турбины, а затем из воды, образовавшейся в результате конденсации, удаляют не растворившееся в ней газы).

Также разрабатывается направление выработки и потребления энергии человечеством, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми, транспортной инфраструктурой и различными производственными направлениями - водородная энергетика. Теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в оборот водородной энергетике).

Известны два основных способа разложения воды на составляющие ее химические элементы: пиролиз, когда воду нагревают до очень высокой температуры, и электролиз, когда через воду пропускают электрический ток. Однако оба этих способа непригодны для получения больших количеств водорода [1,3].

Энергетические ресурсы океана представляют большую ценность как возобновляемые и практически неисчерпаемые.

Для устройства простейшей приливной электростанции (ПЭС) нужен бассейн – перекрытый плотиной залив или устье реки. В плотине имеются водопропускные отверстия и установлены турбины. Во время прилива вода поступает в бассейн. Когда уровни воды в бассейне и море сравняются, затворы водопропускных отверстий закрываются. С наступлением отлива уровень воды в море понижается, и, когда напор становится достаточным, турбины и соединенные с ним электрогенераторы начинают работать, а вода из бассейна постепенно уходит. Проектная мощность ПЭС зависит от характера прилива в районе строительства станции, от объема и площади приливного бассейна, от числа турбин, установленных в теле плотины.

В основе работы волновых энергетических станций лежит воздействие волн на рабочие органы, выполненные в виде поплавков, маятников, лопастей, оболочек и т.п. Механическая энергия их перемещений с помощью электрогенераторов преобразуется в электрическую [3].

Активная разработка приведенных альтернативных источников энергии и поиск новых способны значительно улучшить экологическую ситуацию в будущем и снизить вероятность экологических катастроф [1-3].

Список литературы:

1. Красник В.В. Термины и определения в электроэнергетике: Справочник / В.В. Красник. - М. : Энергосервис, 2002. - 357 с.
2. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра / П. П. Безруких // Электрические станции. 2005. № 2. - С. 15-19.
3. Кузнецов В.М. Российская атомная энергетика. Вчера, сегодня, завтра. Взгляд независимого эксперта / В.М. Кузнецов. - М. : Голос-Пресс, 2000. - 255 с.

Оценка объемов радиоактивных отходов, образующихся при выводе из эксплуатации ПУГР АВ-1 ФГУП «ПО МАЯК»

Гуралев С.С., Гришин А.А.

ssg1@tpu.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

**Научный руководитель: к.ф-м н., Юшицин К.В., ООО «Ап Кварк»
Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет**

В середине 80-х г.г. XX-века в атомной промышленности всего мира остро встал вопрос о выводе из эксплуатации (ВЭ) объектов использования атомной энергетики (ОИАЭ). В настоящее время в мировой практике идёт активное развитие подходов и технологий эксплуатации ОИАЭ на заключительном этапе жизненного цикла – back end – останов, эксплуатация в режиме останова и вывод из эксплуатации.

После останова ОИАЭ и перехода к этапу ВЭ одной из важных проблем является определение количества радиоактивных отходов (РАО), которые будут образовываться в ходе проведения демонтажа оборудования и инженерных сооружений объекта. Поэтому качественная оценка объёмов образующихся РАО, проведенная на этапе проектирования ВЭ, позволяет повысить эффективность использования экономических, кадровых, временных ресурсов при непосредственном проведении работ по ВЭ.

Объектом исследования в представленной работе является объем РАО, образующихся в процессе ВЭ промышленного уран-графитового реактора АВ-1 (ПУГР АВ-1) ФГУП «ПО «Маяк» – одной из первых установок, физический пуск которой состоялся в 1950 г. Реактор остановлен для вывода из эксплуатации 12.08.1989. После окончательного останова ПУГР АВ-1 из активной зоны ядерное топливо полностью выгружено. Из бассейнов выдержки и транспортно-технологических емкостей вся продукция удалена и отправлена на переработку. Проведены работы по сбору россыпей топлива при удалении иловых отложений в бассейнах выдержки, транспортно-технологических емкостях и шахте перегрузки. Ядерные материалы в реактора отсутствуют кроме неудаляемых просыпей ОЯТ в графитовой кладке ПУГР АВ-1. Обеспечивающие коммуникации частично демонтированы. Элементы конструкции реакторной установки радиоактивно загрязнены изотопами-продуктами реакций деления и активации, трансурановыми нуклидами. Все содержимое шахты реактора АВ-1 должно быть переведено в РАО.

В настоящее время разработана локальная концепция ВЭ с определением конечного состояния ВЭ ПУГР АВ-1 – создание пункта долговременного хранения (ПДХ). Для достижения конечного состояния необходимо провести демонтажные работы, удалить оборудование и инженерные конструкции, переведенные в категорию РАО.

Для оценки общего объема образующихся при ВЭ и составления перечня РАО необходимо проинспектировать каждое помещение здания реакторной установки, провести необходимые измерения геометрических параметров, оценить условия транспортирования РАО к месту промежуточного хранения, определить типы и количество контейнеров и упаковочного материала.

Проведение оценки объемов РАО непосредственно на объекте связано с большими рисками облучения персонала, является длительным процессом из-за ограничения времени пребывания персонала в помещениях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения. Для обеспечения радиационной безопасности и эффективного использования временных и кадровых ресурсов для оценки объемов РАО было принято решение о разработке дистанционной модели оценки объемов демонтажных работ. Модель была разработана при использовании средств 3D-визуализации каждого помещения, экспертной оценки морфологических параметров

РАО, определения массогабаритных параметров РАО на основе средств математического моделирования.

Модель предусматривает заполнение непосредственного перечня РАО в помещениях на всех уровневых отметках здания реакторной установки, сортировку РАО по масса-габаритным и морфологическим параметрам. Исходными данными для проведения работы являются сферические панорамы актуального состояния помещений.

Применение дистанционной модели оценки объёмов демонтажных работ по сравнению с проведением оценки на месте обладает рядом значительных преимуществ: безопасность выполнения работ, высокая ресурсоэффективность, возможность выполнения работ в любое время, отсутствие привязки к длительности выполнения работ, мобильность выполнения работ, а так же универсальность методики, позволяющая применять данную модель не только в любом помещении данного предприятия, но и на любом объекте ОИАЭ.

Результатом применения модели является создание полного описания объёмов РАО в разрезе каждого помещения на всех отметках, приведенного в табличный формат. В таблицах отображены полные перечни всех РАО, находящихся во всех помещениях, а так же их массогабаритные параметры.

Работа выполнялась при помощи программных пакетов: DevalVR 3D (для просмотра сферических панорам), Microsoft Excel 2010 (для создания табличного формата)

На основании полученных результатов была проведена оценка РАО, образованных в ходе демонтажа помещений. Все результаты были сведены в таблицы для каждой отметки.

Все РАО в здании реакторной установки были разделены по видам для оптимизации выполнения демонтажных работ. Первичное деление выполнялось по габаритным параметрам, позволяющим оптимальное транспортирование (мелкогабаритное или крупногабаритное). Затем деление РАО проводилось по предполагаемым методам переработки: сжигаемое, несжигаемое, неперерабатываемое и др.

Такое деление РАО позволяет оптимизировать выполнение демонтажных работ и этапов обращения с РАО за счёт разработки технологических процессов проведения демонтажа, упаковки РАО, выбора наиболее удобных способов транспортирования РАО.

Для проведения полного демонтажа РАО в помещениях на основании полученных результатов количества РАО в здании реакторной установки на различных отметках были проведены работы по разработке технологических процессов демонтажных работ, выбору контейнерного ряда и способов транспортирования РАО внутри здания реакторной установки. Выбор способов транспортирования РАО проводится для оптимизации процесса и обеспечения радиационной безопасности.

Результатом выполненной работы является разработка и применение на практике модели дистанционной оценки объёмов демонтажных работ. На основании результатов, полученных благодаря применению модели оценки, был составлен перечень объёмов РАО, образующегося при демонтаже инженерных конструкций и оборудования в здании реакторной установки ПУГР АВ-1 ФГУП «ПО «Маяк».

По результатам проведенной оценки полный объём РАО в здании реакторной установки составляет 2087,8 м.куб. общей массой 1873,4 тонны. Весь объём РАО разделен на 4439 учётных единиц, из которых 1052 учётные единицы являются

специальными упаковочными контейнерами для мелкогабаритных РАО и пластикатных покрытий, 3387 учётных единиц являются фрагментированными РАО, для транспортирования которых потребуется 29531 м.кв плёнки. Так же по результатам оценки были получены массо-габаритные параметры в разрезе всех видов РАО, которые составили: по металлоконструкциям 1746,9 м.куб общей массой 1748,7 тонн; по кабелю 147 м.куб общей массой 100,8 тонн; по пластикатному покрытию 117,9 м.куб общей массой 7 тонн; по перерабатываемым РАО 21,8 м.куб общей массой 6,4 тонны; по сжигаемым РАО 54 м.куб общей массой 10,4 тонны.

Получение полного перечня РАО позволяет максимально эффективно спланировать дальнейшую работу по обращению с РАО и позволяет рассмотреть полную картину масштаба проведения работ.

Данную модель можно применять при выполнении оценочных работ на объектах ядерно-топливного цикла, а также на различных промышленных и производственных объектах.

Список литературы:

1. Кузнецов В.М. Вывод из эксплуатации объектов ядерной энергетики – Российский зелёный крест, Москва, 2003, С. 4 - 15
2. Былкин Б.К., Шпицер В.Я. Проблема обоснования технической возможности демонтажа блоков АЭС – Тяж. Машиностр., 1992, №4, С. 11-12
3. НП-020-2000 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности».
4. НП-058-04 Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения.

Обзор реакторов разных поколений

Касаткин Д. Д.

ddk5@tpu.ru

Научный руководитель: ассистент Чурсин С.С., кафедры ФЭУ, ФТИ, Томский политехнический университет

Ядерная энергетика является одним из наиболее вероятных источников энергии, способным обеспечить необходимую потребность человечества, в случае отказа от добычи угля и нефти или в случае истощения последних ресурсов. Однако потенциал ядерной энергетики раскрыт не полностью. Первоочередным скачком в этой области должно стать замыкание ядерного топливного цикла, затем создание безопасных высокотемпературных ядерных установок, способных производить водород. На развитие ядерной технологии уйдет еще много времени, однако прогресс не стоит на месте.

Ключевым звеном в ядерной энергетике является ядерный реактор. История разработки и строения реакторов начинается после открытия цепной реакции деления ядер и активно развивается в наши дни. Первый реактор «Чикагская поленница-1» (CP-1) был построен в 1942 году группой физиков Чикагского университета под предводительством Энрико Ферми. Целью создания CP-1 являлось экспериментальная проверка возможности осуществления управляемой