

МНОГОЭТАПНЫЙ ПРОЦЕСС

ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ СНЯТИЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК С ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЭНРИК ПЛА

В ядерной отрасли “снятие с эксплуатации” означает комплекс мер, позволяющих до некоторой степени или полностью снять регулирующий контроль с ядерного объекта. Конечная цель состоит в удалении или изолировании всех радиоактивных материалов и высвобождении из-под контроля или использовании площадки без каких-либо ограничений.

Сотни ядерных установок по всему миру приближаются к этапу снятия их с эксплуатации. В число таких установок входят АЭС, исследовательские реакторы и ядерные установки, срок службы которых превысил 30 лет. Многие из них уже остановлены. Поскольку эти установки подвергаются воздействиям старения, таким как охрупчивание и другие постепенно разрушающие их процессы, их необходимо подвергать дезактивации и демонтировать.

До недавнего времени основное внимание обращалось на снятие с эксплуатации ядерных энергетических и исследовательских реакторов. Однако сегодня некоторые страны уделяют больше внимания снятию с эксплуатации ядерных установок, не являющихся реакторами, причем реализация таких программ рассматривается как высокоприоритетная задача.

Проблемы снятия с эксплуатации ядерных объектов включаются в программы МАГАТЭ начиная с 70-х гг. Агентство располагает комплексом руководящих документов по безопасности и технологическим аспектам этих операций. Имеется также документация по проектам технического сотрудничества, исследовательским про-

граммам и учебным практикумам, тематика которых связана с обеспечением безопасности при дезактивации, демонтаже и разборке ядерных установок.

Страны, где осуществляются ядерные энергетические программы, уже имеют соответствующие планы и инфраструктуры, однако другие страны сталкиваются с новыми для них и трудными проблемами снятия с эксплуатации реакторов и других объектов, например медицинских лабораторий. Поддержка МАГАТЭ ориентирована на оказание помощи этим странам в создании потенциала для безопасного и эффективного проведения операций по снятию с эксплуатации. В данной статье главное внимание уделяется основным аспектам подготовки в этой области, включая сохранение знаний, накопленных прежним поколением экспертов, и передачу их новому поколению.

МНОГОЭТАПНЫЙ ПРОЦЕСС

Снятие с эксплуатации ядерной установки должно предусматриваться на этапах ее проектирования и работы. Наилучший эффект достигается при учете потенциального радиологического воздействия на работников и окружающую среду в результате обращения с радиоактивными или загрязненными материалами во время демонтажных операций на этапе проектирования установок. Кроме того, при осуществлении всех модификаций в период эксплуатации следует принимать во внимание трудности, возникающие в результате радиоактивного загрязнения чистых материалов. Однако многие ядерные установки работают уже очень

давно, и не исключено, что снятие их с эксплуатации на этапах проектирования и эксплуатации не рассматривалось.

Некоторые страны, где строительство новых АЭС не ведется, разрабатывают проекты по продлению срока службы действующих установок. Инженеры, отвечающие за реализацию таких проектов, должны пройти подготовку по методам демонтажа, чтобы облегчить неизбежное в будущем снятие этих установок с эксплуатации.

В целях облегчения условий работы на радиологических участках при снятии установок с эксплуатации в конструкциях установок следует предусматривать, в частности, оборудование для дистанционного техобслуживания и мониторинга; изолированность операций технологических процессов; использование изоляционных покрытий и облицовки горячих камер; обеспечение быстрого доступа к технологическому оборудованию, структурам, системам и компонентам и их легкого удаления; применение встроенных механизмов для дезактивации и модульных конструкций для облегчения демонтажа структур, оборудования и компонентов систем, дезактивация которых связана с трудностями.

Процесс снятия с эксплуатации охватывает самые разнообразные действия, начиная с разработки плана операций и кончая сносом установок. Для выполнения задач, включающих

Г-н Пла – сотрудник Отдела ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ.

осуществление как рутинных, так и нерутинных операций, требуются специальные знания. К числу рутинных операций можно отнести выполнение задач по радиологической оценке и дезактивации, в определенной степени схожих с задачами на этапе эксплуатации. В равной мере операции по сносу конструкций сравнимы с работами в строительной индустрии. Однако работы по снятию с эксплуатации ставят уникальные задачи, связанные с опасностью и радиоактивностью рабочей среды, а также с постоянно возникающими неизвестными факторами и неожиданными ситуациями.

В силу того что в результате непредвиденных событий появляется множество различных проблем и трудностей, их преодоление требует концептуализации и реализации новаторских подходов. Чтобы справиться с этими проблемами, требуется глубокое понимание концепций и принципов, которым необходимо следовать при принятии соответствующих решений.

РОЛЬ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ

Подготовку и квалификацию персонала необходимо поддерживать на должном уровне в течение всего срока службы ядерных установок. На этапе снятия с эксплуатации польза учебных программ объясняется следующими соображениями.

■ Они способствуют активизации усилий по повышению уровня безопасности для работников, населения и окружающей среды. После закрытия ядерного объекта они демонстрируют приверженность охране здоровья и безопасности окружающей среды.

■ Они помогают сокращать или оптимизировать расходы. Для работ по дезактивации и демонтажу необходимы значительные средства. Своевременное развертывание широкой учебной программы, охватывающей все кон-

цепции, методы и процедуры, которые применяются в ходе процесса снятия с эксплуатации, может содействовать оптимизации использования имеющихся ресурсов.

■ Формирование и сохранение компетентного персонала. Операторов установки следует подготовить к этапу демонтажа и сохранить их на работе во время снятия объекта с эксплуатации в силу наличия у них уникального опыта, который нельзя передать. Для детального изучения периода эксплуатации потребуются углубленный анализ имевших место инцидентов, обзор теоретических расчетов и даже воспроизведение случаев ручного управления, которые могут вызвать трудности во время демонтажа. Кроме того, необходимо будет провести инвентаризацию ядерного материала, и потребуются соответствующая подготовка для извлечения любого материала, пригодного для дальнейшей переработки.

■ Обучение распространяется на разные категории работников и персонала установки, и занятия должны ориентироваться на анализ установленных процедур. Во многих случаях во время учебного занятия выявляются определенные трудности в выполнении той или иной задачи, что затем приводит к модификации соответствующей процедуры. Например, слесарь привычно использует гидравлические ножницы для резки труб, однако, если эту работу требуется выполнить в специальной одежде и в ограниченное время из-за радиологической обстановки, рабочему будет нужна специализированная подготовка, которая может ему пригодиться.

ПОТРЕБНОСТИ В ОБУЧЕНИИ И ИХ УДОВЛЕТВОРЕНИЕ

МАГАТЭ организует региональные учебные курсы по общим и техническим аспектам снятия с эксплуатации. Курсы базируются

на использовании опубликованных руководств и технических документов по безопасности, для участия в преподавании приглашаются эксперты со всего мира.

Областью, где МАГАТЭ играет важную роль в оказании помощи государствам-членам, является снятие с эксплуатации исследовательских реакторов и других небольших установок. Многим странам, где десятилетия назад были построены исследовательские или учебные реакторы, не хватает опыта управления процессом снятия их с эксплуатации.

Демонтаж и дезактивация являются специализированными видами деятельности, которые требуют поэтапных подходов к обучению. Каждая связанная с ними задача имеет свои характерные особенности, и персоналу необходимо пройти подготовку по каждой из них. Использование макетов и моделей для некоторых видов работ может повысить их эффективность и безопасность. Действенность программы специализированного обучения зависит от четкого определения функций, обязанностей и основных норм по каждому виду выполняемой работы.

Мониторинг окружающей среды. Одной из важных задач при осуществлении проекта по снятию установки с эксплуатации является систематический мониторинг окружающей среды, включая полевые измерения эмиссии альфа-излучателей и воздушного загрязнения. Необходимы умение и навыки при отборе проб и применении надлежащих методов их оценки, а также при использовании различных видов оборудования.

Контроль радиоактивного облучения. В ходе работ по демонтажу и дезактивации особенно важен контроль за радиоактивным облучением работников. При подготовке дозиметристов курс обучения должен начинаться с оценки записей и

данных по истории установки для составления и анализа радиологической карты рабочих мест в период эксплуатации и получения сведений об уровнях радиации на опасных участках. В равной мере необходимо обладать информацией о проекте снятия с эксплуатации в целом, поскольку степень радиологического риска будет меняться в ходе демонтажных операций.

Другие предметы, которые должны войти в учебные курсы, включают такие вопросы, как использование надлежащей одежды и защитного оборудования для каждой конкретной работы, а также стратегические подходы к снижению доз облучения. Кроме того, дозиметристы должны быть в полной мере ознакомлены с разнообразием условий работы в зависимости от характера деятельности. Радиологические процедуры, применяемые при демонтаже реактора, выводе из эксплуатации старой системы контейнеров для перевозки радиоактивного материала, обработке отвала хвостов завода по обогащению урана или дезактивации установок по производству плутония, должны быть совершенно разными. На курсах по общей подготовке можно не рассматривать детально все условия различных рабочих сред, однако следует ознакомить слушателей с критериями, которые должны использоваться при оценке рабочего места.

Обращение с отходами. На многих ядерных установках образуются радиоактивные отходы, которые нуждаются в кондиционировании. Соответственно, процесс демонтажа может привести к образованию значительных дополнительных объемов радиоактивных отходов для их последующего удаления или хранения. Очистка старых отходов зачастую связана с их перемещением, когда другие процедуры при снятии с эксплуатации не отвечают требованиям дезактивации. Необходимость изолирования таких

отходов и недопущения миграции радионуклидов в воздушной, водной или земной среде требует дополнительной подготовки в таких областях, как дезактивация, перенос радиоактивности в различных средах, методы стабилизации отходов и техническое оснащение мест их хранения. Необходимо знать технику и процедуры контроля отходов, предотвращающие потерю радиоактивных материалов или миграцию радионуклидов, чтобы обеспечить кондиционирование радиоактивных отходов на любой установке, подлежащей дезактивации и демонтажу.

Доклад о радиологическом обследовании. После завершения процесса снятия с эксплуатации в регулирующий орган должен быть представлен заключительный доклад о радиологическом обследовании. Данные для включения в доклад должны соответствовать сложности снимаемой с эксплуатации установки и связанной с этим потенциальной опасности.

Для подготовки заключительного радиологического обследования важное значение имеют отбор проб и обработка данных. Без этого демонтированная установка не может быть сертифицирована в качестве свободной от загрязнения и пригодной для использования в других целях. Дополнительное обучение отбору проб, проведению лабораторных анализов и обработке данных может способствовать подготовке дозиметристов к выполнению обязанностей по проверке правильности данных и их регистрации в систематическом и обеспечивающем поиск данных режиме.

Необходимость подготовки касается каждого принимаемого шага в осуществлении проекта по снятию с эксплуатации. В их число входят «административные действия», имеющие важнейшее значение для окончательного решения о сня-

тии регулирующего контроля с ядерной установки. Поэтому регулирующий орган также будет заинтересован в подготовке своих инспекторов по методам снятия с эксплуатации, вопросам экологического воздействия и радиационной тематике.

ПЕРСОНАЛ ОРГАНИЗАЦИЙ- ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Персонал, занятый в процессе снятия с эксплуатации, для эффективного выполнения своих обязанностей должен быть ознакомлен с установкой и эксплуатационными процедурами. Для осуществления проекта по снятию с эксплуатации должна быть сформирована группа из специалистов по снятию с эксплуатации и соответствующего персонала, работающего на площадке. Хотя на этапе снятия с эксплуатации и в период безопасной изоляции установки, если он предусмотрен, могут потребоваться новые специалисты, весьма полезно сохранить и использовать на этом этапе и прежний персонал, знакомый с установкой по работе в период эксплуатации. Бывшие работники могут пройти переподготовку, что позволит им более эффективно выполнять порученные задачи.

В учебных материалах и публикациях МАГАТЭ особо подчеркиваются преимущества сохранения персонала оператора на этапе демонтажа. Однако это не должно влиять на проведение новых учебных курсов или курсов повышения квалификации для операторов.

Персонал организации-исполнителя должен пройти подготовку или переподготовку по таким дисциплинам, как радиационная защита; дезактивация; робототехника и дистанционное манипулирование; техническое обеспечение демонтажа и сноса; обеспечение качества и контроль качества; обращение с отходами; и техника безопасности.

В отдельных случаях для выполнения всех или некоторых работ по снятию с эксплуатации могут привлекаться подрядчики или персонал с аналогичных установок. Организация-исполнитель должна гарантировать адекватный уровень контроля, надзора и подготовки в соответствии с характеристиками конкретной установки.

На некоторых участках может потребоваться специальная подготовка. Необходимо предусмотреть использование рациональной рабочей практики и заботиться о поддержании надлежащих условий работы. Прежде чем приступить к работе на сильно загрязненных участках, персонал должен отработать свои действия в чистых помещениях.

При выполнении задач по демонтажу или при обращении с радиоактивными отходами, где применяются роботы, операторы этих устройств до начала работы должны тренироваться с чистыми материалами. Ошибка при использовании робота или слабое знание робототехники могут вызвать серьезные радиологические последствия и привести к экономическому ущербу.

ПЕРЕДАЧА ЗНАНИЙ

Ядерная отрасль продемонстрировала осуществимость снятия ядерных установок с эксплуатации. Уже сняты с эксплуатации многие установки, от АЭС до небольших исследовательских лабораторий. Ядерная техника хорошо освоена во всех сферах ее применения, от проектирования до снятия с эксплуатации и удаления радиоактивных отходов. Передача ноу-хау будет гарантирована, если заинтересованные участники осознают важность подготовки и переподготовки новых поколений специалистов.

Лучшие инструкторы — это действующие специалисты-ядерщики, накопившие опыт работы

на ядерных установках. В отношении снятия ядерных установок с эксплуатации ряд государств — членов МАГАТЭ проявляют растущее беспокойство в связи с уменьшением своих возможностей в области образования и подготовки кадров вследствие застоя или упадка национальной ядерной отрасли. В сочетании со старением первых поколений специалистов-ядерщиков это может привести к быстрому уменьшению специальных знаний, необходимых для работ по снятию с эксплуатации ядерных установок.

Потребность в квалифицированных специалистах для руководства снятием с эксплуатации и ведения соответствующих работ растет быстрее, чем подготовка новых кадров. Специалисты ядерной отрасли приобретали квалификацию прежде всего на рабочих местах, и на сегодняшний день это остается основным методом подготовки и повышения квалификации нового персонала для работы в этой области. Такой способ подготовки работников больше не может удовлетворять растущему спросу на квалифицированный персонал, поскольку карьера многих специалистов близится к завершению, а потребность в квалифицированных работниках, как ожидается, будет возрастать по мере старения ядерного комплекса.

Безусловно, специальные знания в ядерной отрасли должны быть сохранены, поскольку странам с действующими АЭС или другими ядерными установками в будущем предстоит снимать их с эксплуатации.

Многие инженеры и научные работники в экологической и ядерной отраслях имеют образование и опыт, применимые в отдельных операциях по снятию с эксплуатации. Однако мало кто из них обладает знаниями и опытом, достаточными для того, чтобы эффективно участвовать в реализации проектов снятия

с эксплуатации без какой-либо переподготовки. Поэтому стало очевидным, что нехватка специалистов свидетельствует не об отдельных недостатках, а скорее о том, что потребности в образовании для этого развивающегося направления отраслевой деятельности не удовлетворяются в рамках традиционных университетских учебных программ. Хотя за последние несколько лет появился ряд кратких курсов, ориентированных на процедуры снятия с эксплуатации, до сих пор отсутствовала программа, призванная обеспечить образовательную базу по основным учебным дисциплинам, необходимым для снятия с эксплуатации.

В некоторых странах, где происходит сокращение ядерных программ и уменьшается число студентов, изучающих ядерную технику, задаются вопросом, следует ли сохранять в университетах специальные курсы по ядерной технике или достаточно иметь курсы по механике, химической технологии и другим инженерным дисциплинам. Если будет отдано предпочтение второй альтернативе, то инженеру общего профиля потребуется серьезный инструктаж, чтобы он мог заниматься разработкой и осуществлением ядерного проекта. Особенно это касается случаев, когда речь идет о снятии с эксплуатации установки, построенной в соответствии с концепциями, нормами и критериями, неизвестными специалисту с общим техническим образованием.

Новые поколения, которым предстоит заниматься демонтажем ядерных установок, должны будут перенимать знания и опыт у специалистов с большим стажем работы. Такая передача знаний с наибольшей эффективностью может быть осуществлена на международной основе. МАГАТЭ призвано сыграть важную роль в выполнении этой задачи. □