

ГОТОВЯСЬ К КОНЦУ ПУТИ

ОСТАТОЧНАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

ДЭННИС РЕЙЗЕНУИВЕР И МИШЕЛЬ ЛАРАЙА

За последние 50 лет ядерная промышленность вступила в пору зрелости. Многие относящиеся к ней установки первоначально проектировались на эффективный срок эксплуатации от 40 до 50 лет, и эти установки “становятся взрослыми”.

Существует более 800 установок, связанных с производством энергии и топливным циклом, которые со временем потребуют снятия с эксплуатации. К ним относятся АЭС, перерабатывающие заводы, промежуточные хранилища, предприятия по обогащению и урановые обогатительные фабрики.

Кроме того, имеется примерно 400 исследовательских реакторов, которые потребуют снятия с эксплуатации в той или иной форме. Если учесть также коммерческие компании и университеты, использующие радиоактивные материалы, количество установок возрастает до нескольких тысяч. При этом в их число не входят многие вспомогательные комплексы, относящиеся к бывшим площадкам по производству ядерного оружия.

ЧТО ТАКОЕ СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ?

Снятие с эксплуатации заключается в действиях, предпринимаемых для возможности снятия, частично или полностью, регулирующего контроля, который установлен над установкой, использующей радиоактивные матери-

алы. Эти действия включают как административные, так и технические мероприятия, которые должны осуществляться для демонстрации того, что может быть разрешено использование без каких-либо ограничений конкретной установки, на которой применялись радиоактивные вещества, либо ее повторное использование иным образом. К этим мероприятиям может относиться демонтаж какой-либо системы или целого здания; либо могут проводиться только определенные работы по дезактивации и радиологическое обследование, которое должно показать, что условия допустимости соблюдены.

Большинство людей ошибочно полагают, что снятие с эксплуатации начинается незадолго до окончания срока службы установки, когда приступают к работам по демонтажу или дезактивации. В действительности снятие с эксплуатации является процессом, который начинается на стадии первичного проектирования установки, с включения в проект решений, которые в будущем облегчат проведение демонтажа и дезактивации. В числе прочих решений может быть предусмотрено устройство люков в бетонных полах и стенах, что даст возможность выносить крупные элементы оборудования; может использоваться модульная биологическая защита или облицовка технологических

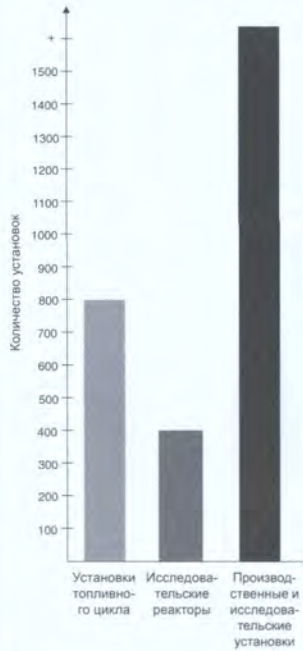
боксов либо других участков, которые за время эксплуатации установки могут оказаться загрязненными. Процесс снятия с эксплуатации продолжается в течение всего срока эксплуатации предприятия до тех пор, пока обстановка не позволит снять регулирующий контроль.

Существует ряд причин, по которым установка или система может подвергнуться окончательному выведению из-под регулирующего контроля. Это может быть изменение государственной политики, из-за которого продолжение использования радиоактивного материала становится невозможным или нецелесообразным. Это могут быть вопросы безопасности, в связи с которыми невозможно продолжать ту или иную практическую деятельность, связанную с использованием радиоактивных материалов. Исходная технология использования радиоактивного материала может устареть или стать нерентабельной. Возможно, та или иная программа исследований достигнет намеченной цели и тогда оборудование или материалы, содержащие радионуклиды, больше

Г-н Рейзенуивер — сотрудник Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ; г-н Ларайа — сотрудник Отдела ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ.

СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

УСТАНОВКИ, ТРЕБУЮЩИЕ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ



По оценкам, около 2800 ядерных установок по всему миру потребуется по той или иной причине снять с эксплуатации в ближайшие десятилетия.

К типичным причинам снятия с эксплуатации ядерных установок относятся:

- Изменение государственной политики
- Устаревание технологии
- Неэкономичность эксплуатации установки
- Незапланированное событие или авария
- Вопросы безопасности
- Завершение программы

Существуют три основных варианта снятия с эксплуатации:

- Немедленный демонтаж установки
- Безопасное хранение установки
- Захоронение установки

не потребуются. Могут быть и другие причины, по которым необходимо провести мероприятия по окончательному снятию с эксплуатации, такие как авария или незапланированное событие.

Вне зависимости от причины, процесс снятия с эксплуатации следует тщательно планировать и проводить безопасным и экономичным образом.

При планировании мероприятий по снятию с эксплуатации можно выбрать один из трех основных вариантов: немедленный демонтаж установки, безопасное хранение или отсроченный демонтаж и окончательное захоронение установки. Каждый вариант имеет свои преимущества и недостатки, которые следует учитывать при разработке

соответствующей стратегии мероприятий, ведущих к окончательному снятию с эксплуатации.

■ Вариант немедленного демонтажа позволяет вывести установку из-под регулирующего контроля спустя сравнительно небольшое время после ее закрытия или прекращения регулируемой деятельности. Обычно окончательный демонтаж или мероприятия по дезактивации начинаются через несколько месяцев или лет — в зависимости от установки. АЭС в Форт-Сент-Врэй в США и исследовательский реактор ZEPP в Канаде являются примерами успешного осуществления этого варианта. Обе установки более не находятся под регулирующим контролем.

■ При варианте безопасного хранения окончательное снятие контроля откладывается на более поздний срок, обычно порядка 40—60 лет. Установка переводится в фазу безопасного хранения до тех пор, пока не будут проведены мероприятия по демонтажу и дезактивации. Так произошло с АЭС Беркли в Соединенном Королевстве. В настоящее время переводится на 50 лет в режим безопасного хранения ядерный энергетический реактор-размножитель БН-350 в Казахстане.

■ Вариант захоронения предусматривает перевод установки в состояние, позволяющее хранить оставшиеся радиоактивные материалы на площадке, причем полное их удаление когда-либо не требуется. Этот вариант обычно предусматривает уменьшение зоны, где помещаются радиоактивные материалы, с последующим созданием монолитной или какой-либо другой конструкции, которая сохранится в течение периода времени, необходимого для гарантии того, что оставшаяся радиоактивность больше не представляет опасности. Большинство регулирующих органов не отдадут предпочтения такому подходу, поскольку он сводится к тому, что на данной площадке размещается установка для захоронения низкоактивных отходов. Примером реализации такого варианта является АЭС Халлам в США.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Обычно деятельность по снятию с эксплуатации начинается на площадках, где уже имеется эксплуатационный персонал. Есть два основных подхода, которым можно следовать для осуществления снятия с эксплуатации установки и которые в значительной степени влияют на орга-

низацию проекта. Первый подход заключается в том, что лицензиат проводит снятие с эксплуатации собственными силами с привлечением, при необходимости, специалистов-подрядчиков. В рамках второго подхода лицензиат заключает с имеющей соответствующий опыт внешней организацией договор подряда на проведение мероприятий по снятию установки с эксплуатации с последующим осуществлением общего надзора и вспомогательного обслуживания.

У каждого подхода есть свои преимущества и недостатки. Если деятельность по снятию с эксплуатации выполняет лицензиат, то наличный персонал, имеющий большой опыт практической работы, используется в полной мере.

Некоторые мероприятия по снятию с эксплуатации схожи с деятельностью по техническому обслуживанию, для которой процедуры уже установлены. Например, во время эксплуатации станции обычной деятельностью являются удаление и замена компонентов. Использование имеющегося персонала обеспечивает продолжение применения местной рабочей силы. Однако некоторые более опытные сотрудники могут уволиться, так как понимают, что по завершении снятия с эксплуатации их работа закончится, и хотят поступить на другие площадки, где имеется новая работа или есть долгосрочные перспективы продвижения по службе.

Недостаток использования прежнего персонала для осуществления снятия с эксплуатации заключается в том, что такие сотрудники могут испытывать затруднения в ходе психологической перестройки, неизбежной при переводе станции с режима эксплуатации в режим снятия с эксплуатации, т. е. при переходе

от обыденных операций к уникальным задачам, требующим большей подготовки. В результате труд этих работников менее производительен, чем у персонала организации, которая постоянно занимается снятием с эксплуатации.

Даже при подходе, основанном на использовании собственных сил, неизбежно, что на площадке все же будут работать те или иные подрядчики. Речь может идти, с одной стороны, об использовании по подряду одного или двух специалистов (например, для плазменной резки) или, с другой стороны, о применении подрядчиков для отдельных участков площадки. Масштаб использования подрядчиков будет зависеть от политики в отношении сохранения персонала, от затрат и наличия соответствующих подрядчиков.

Когда для выполнения мероприятий по снятию с эксплуатации приглашается сторонний подрядчик, лицензиат содержит меньше сотрудников, поскольку играет роль надзорной организации. Внешний подрядчик контролирует основные участки установки и обеспечивает при проведении деятельности соблюдение норм безопасности в соответствии с регулирующими требованиями. Такие опытные подрядчики обычно действуют эффективнее при деактивации и демонтаже, чем персонал лицензиата. Они постоянно проводят такие мероприятия и лучше разбираются в существующих технологиях, которые могут использоваться для содействия их работе, например при деактивации бетонных стен и полов. Подрядчик может также привлекать любых необходимых ему субподрядчиков, число которых, вероятно, будет меньше, чем при осуществлении снятия с эксплуатации самим лицензиатом.

При использовании подрядчиков лицензиат сохраняет контроль над проектом. Для его осуществления лицензиату потребуется поддерживать постоянную связь с подрядчиком в целях обеспечения соблюдения всех требований безопасности и регулирующих требований и осуществления целей проекта. Важно, чтобы лицензиат был знаком с различными механизмами подряда, для того чтобы свести к минимуму риск превышения сметной стоимости. Также могут иметь значение средства и профессиональные навыки, которые требуются для надзорной деятельности.

Режим лицензирования основывается на том, что лицензиат постоянно контролирует установку, процессы и деятельность, а его персонал управляет эксплуатацией установки. Лицензиат выступает в роли "разумного заказчика" услуг, предоставляемых подрядчиком. Необходимость в этом сохраняется в периоды наблюдения, обслуживания и хранения отходов. Поэтому лицензиат должен быть в состоянии доказать, что располагает соответствующей организацией, которая сохранится и впредь для выполнения этих обязанностей до тех пор, пока установка окончательно не будет выведена из-под регулирующего контроля и не окончится период ответственности организации.

ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОБЛЕМАМИ БЕЗОПАСНОСТИ

Существует ряд вопросов, связанных с проблемами безопасности, которые необходимо учитывать в ходе разработки плана снятия с эксплуатации и процесса планирования. Эти проблемы могут оказать решающее воздействие на выбор окончательного варианта.



В большинстве случаев отсутствие окончательного решения этих проблем означает перевод установки в режим безопасного хранения, причем проведение мероприятий по окончательной дезактивации и демонтажу откладывается.

■ Первой проблемой является отсутствие площадки для захоронения или хранения отходов, образующихся при мероприятиях по дезактивации или демонтажу. Не следует производить радиоактивные отходы, если отсутствует национальная стратегия обращения с ними или нет установки для обработки и захоронения этих отходов. Настоятельно рекомендуется иметь в наличии установку для захоронения всех потоков отходов, которые будут образовываться при снятии с эксплуатации.

■ Второй проблемой является отсутствие средств на осуществление мероприятий, которые необходимы для снятия контроля. Существует ряд причин, по

которым при прекращении работы установки может не оказаться необходимых для снятия с эксплуатации средств. Дело может быть в том, что работа установки прекращается раньше, чем собрана вся необходимая сумма средств. Средства может также не хватать вследствие неудовлетворительного планирования или отсутствия на национальном уровне требований относительно благоразумного финансового планирования. Еще одной причиной могут быть изменение политических условий, как в случае некоторых стран бывшего Советского Союза, и отсутствие средств для завершения процесса снятия с эксплуатации.

Вне зависимости от причины, недостаток средств может привести к существенным задержкам в ходе процесса и оказать значительное воздействие на безопасность при решении этой проблемы.

■ Третьей проблемой является сохранение "корпоративных"

знаний на протяжении эксплуатации установки вплоть до окончательного вывода ее из сферы регулирующего контроля. Это может быть сопряжено с особенно серьезными затруднениями, если избирается длительный период безопасного хранения, по продолжительности превышающий средний срок трудовой деятельности отдельного лица.

Без практического знания систем и осведомленности об авариях или инцидентах, имевших место за время эксплуатации станции, процесс планирования затрудняется, а в ходе работ по окончательной дезактивации или демонтажу могут возникнуть неизвестные или неожиданные ситуации.

ПЛАНИРОВАНИЕ ОКОНЧАНИЯ СЛУЖБЫ

Радиоактивные отходы являются неизбежным наследием ядерной деятельности, и с ними необходимо обращаться безопасным образом. По мере приближения окончания срока службы установок задачи, связанные со снятием их с эксплуатации, приобретают все большее значение.

С помощью программ МАГАТЭ государства осуществляют обмен опытом и необходимой для ряда различных ядерных установок информацией по безопасности и технологическим аспектам деятельности по снятию с эксплуатации. Так как в ближайшие годы многие установки планируется выводить из эксплуатации, эти услуги и мероприятия могут оказать существенную помощь странам в деле подготовки, планирования и осуществления программ безопасного обращения с радиоактивными отходами, имеющими отношение к деятельности по снятию с эксплуатации. □

Фото: В Германии во время операций по демонтажу разрезается передняя часть корпуса прототипного реактора. Надлежащее планирование снятия с эксплуатации может привести к значительному сокращению отходов. В мировых масштабах потребуется снять с эксплуатации более 800 установок по производству ядерной энергии и связанным с этим операциям.