

# Как экономика замкнутого цикла влияет на вывод ядерных установок из эксплуатации

Артем Власов

Традиционную линейную модель экономики — когда из добытого сырья производят промышленные товары, которые после использования выбрасывают — часто критикуют за производство большого количества отходов и загрязнений, а также за то, что она способствует изменению климата и утрате биоразнообразия. По данным международной группы экспертов по ресурсам Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде, на добычу и переработку природных ресурсов приходится около половины всех глобальных выбросов парниковых газов.

Переход от этой модели к так называемой экономике замкнутого цикла предполагает сокращение отходов и связанного с ними загрязнения окружающей среды. Это модель производства и потребления, направленная прежде всего на то, чтобы ресурсы использовались как можно дольше путем их экономии, повторного использования и утилизации.

Если при выводе ядерных установок из эксплуатации руководствоваться принципами экономики замкнутого цикла, то это может дать множество преимуществ. Вывод из эксплуатации — это комплексный процесс, который обычно длится десять и более лет и включает дезактивацию, демонтаж и снос ядерных установок, чтобы площадка могла быть освобождена от регулирующего контроля и использована повторно. Благодаря тому, что в ходе этого процесса материалы перерабатываются, образуется меньше отходов. Это дает и дополнительные преимущества: снижаются стоимость вывода из эксплуатации и риск несоблюдения сроков.

«Применяя к выводу из эксплуатации принципы экономики замкнутого цикла, мы можем сократить количество радиоактивных и нерадиоактивных отходов, подлежащих захоронению, и добывать меньше сырья, — отмечает менеджер по технологии обращения с радиоактивными отходами и выводу из эксплуатации шведского подразделения компании “Циклайф” Арне Ларссон. — Мы можем повторно использовать материалы и оборудование существующих установок, зданий и сооружений, а также способствовать тому, чтобы площадка могла вновь использоваться в других полезных целях».

Для вывода из эксплуатации были остановлены более 200 ядерных энергетических реакторов по всему миру, и ожидается, что в ближайшие десятилетия будут остановлены и выведены из эксплуатации сотни реакторов, работающих в настоящее время. В современных ядерных установках планы вывода из эксплуатации и обращения с отходами учитываются уже на этапе проектирования — еще до того, как был заложен их первый кирпич. При этом в конструкциях ядерных реакторов, построенных в 1960-х и 1970-х годах, принципы экономики замкнутого цикла не учитывались.

Однако даже старые установки можно эффективно выводить из эксплуатации, соблюдая эти принципы: до 90 процентов нерадиоактивных материалов на атомной электростанции, таких как металлы, бетон и даже рабочая одежда, могут быть использованы повторно или утилизированы. Высокорadioактивными являются только около трех процентов материалов — в основном это

отработавшее топливо, более 95 процентов которого все равно может быть переработано для получения нового топлива и побочных продуктов.

«Внедрение принципов экономики замкнутого типа может в значительной степени способствовать минимизации отходов, повышению эффективности и укреплению устойчивости, — отметил исполняющий обязанности руководителя Секции МАГАТЭ по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации Владимир Михаль. — При выводе ядерных установок из эксплуатации образуется значительное количество материалов, которые можно утилизировать и повторно использовать в других целях».

## От шести ядерных установок до центра возобновляемой энергетики

Уже сейчас утилизация широко применяется во время работ по выводу из эксплуатации. После демонтажа крупные металлические элементы могут быть переплавлены в «новый» металл и возвращены в экономику. Детали оборудования можно повторно использовать на других действующих ядерных установках, а полученные после сноса зданий материалы, такие как бетон, можно использовать в качестве наполнителя при восстановлении площадки или в других строительных проектах, включая строительство домов и дорог. Например, когда в 2009 году был выведен из эксплуатации австралийский исследовательский реактор «Моата» в Сиднее, более 85 процентов материалов были использованы повторно или утилизированы.

Оставшиеся после вывода из эксплуатации материалы, которые не могут быть дезактивированы и очищены для повторного использования или утилизации, хранятся как радиоактивные отходы в хранилищах различных типов до тех пор, пока они не перестанут представлять опасность для людей или окружающей среды (см. стр. 22).

Существует несколько примеров перепрофилирования ядерных площадок, среди которых — атомные электростанции, исследовательские реакторы и другие установки, которые использовались в медицине или промышленности. Площадки АЭС могут быть перепрофилированы в установки по переработке и хранению отходов или исследовательские центры для подготовки эксплуатационного персонала. Площадки могут становиться промышленными зонами, а в зданиях

можно вдохнуть новую жизнь, используя их в других традиционных отраслях, что будет привлекать бизнес и создавать рабочие места.

Во французском городе Гренобль в 2012 году были успешно дезактивированы и демонтированы шесть ядерных установок, включавших три исследовательских реактора, одну лабораторию и два хранилища радиоактивных отходов. Сейчас площадка используется как центр исследований и разработок в области экологически чистых энергетических технологий и возобновляемых источников энергии, и основное внимание здесь уделяется электромобилям, аккумуляторам и водороду.

МАГАТЭ предоставляет странам, организациям и частным лицам пространство для сотрудничества и обмена знаниями и технологиями в области вывода из эксплуатации. На платформе электронного обучения МАГАТЭ размещены лекции по выводу из эксплуатации, восстановлению окружающей среды, обращению с радиоактивными отходами и отработавшим топливом.

В 2007 году была создана Международная сеть по выводу из эксплуатации (МСВЭ) МАГАТЭ — площадка для сотрудничества и взаимодействия специалистов, занимающихся выводом из эксплуатации. Кроме того, МАГАТЭ поддерживает создание потенциала в государствах-членах и содействует проведению миссий экспертов и оказанию услуг независимой экспертизы и консультирования по программам вывода из эксплуатации и другим смежным видам деятельности, таким как обращение с радиоактивными отходами и отработавшим топливом.

«Экономика замкнутого цикла — это перспективный подход, позволяющий внедрить в промышленности принципы устойчивости и безотходного производства, снизить воздействие на окружающую среду и сохранить ресурсы для будущих поколений», — отметил г-н Михаль.

**Во французском городе Гренобль раньше находилось шесть ядерных установок. После их успешного вывода из эксплуатации площадка используется как центр исследований и разработок в области возобновляемой энергии.**

(Фото: Unsplash)