

Швеция

В конце июня 2021 года компания Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) обратилась с прошением к правительству Швеции, заявив о необходимости принятия решения по вопросу предоставления лицензии на строительство завода по инкапсуляции отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), а также пункта для его окончательного захоронения (рис. 1) одновременно с решением о расширении уже имеющегося пункта промежуточного хранения ОЯТ [1].



Рис. 1. Проект шведского ПГЗРО [1]

Этот процесс был запущен еще в марте 2011 года. Завод по инкапсуляции ОЯТ и пункт промежуточного хранения ОЯТ (CLAB) рассматриваются в заявке на получение лицензии как единый объект, получивший название Clink. Согласно проекту, в ПГЗРО на глубине около 500 м планируется разместить 6000 капсул с ОЯТ общим весом около 12000 тонн. Помимо этого, в обращении SKB запланировано увеличение вместимости ПХ CLAB с 8000 до 11000 тонн. Заявки прошли экспертизу как со стороны ядерного регулятора Швеции SSM, так и Суда по вопросам охраны окружающей среды: в первую очередь проект был рассмотрен с позиций обеспечения ядерной безопасности, затем — в контексте вопросов защиты окружающей среды. В январе 2018 года положительные решения SSM и Суда по данному проекту были направлены на рассмотрение правительству страны. Также в муниципалитетах Эстхаммар и Оскарсхамн состоялись общественные слушания: в июне

2018 года жители муниципалитета Оскарсхамн поддержали проект создания завода по инкапсуляции ОЯТ, а в октябре 2020 года аналогичное решение по вопросу строительства ПГЗРО было принято вторым муниципалитетом.

Однако летом 2021 года правительство Швеции обратилось к компании SKB с просьбой уточнить, каким образом она намеревается обеспечить раздельное рассмотрение заявок на данные объекты. Тогда представители компании SKB сообщали, что правительству была предоставлена вся документация, необходимая для принятия решения как по вопросу увеличения вместимости ПХ, так и по строительству ПГЗРО, и речи о раздельном рассмотрении заявок идти не должно. Кроме того, жители муниципалитета Оскарсхамн высказались против возможности расширения ПХ в условиях отсутствия окончательного решения по вопросу создания ПГЗРО [1].

Несмотря на это, 26 августа 2021 года проект расширения действующего пункта хранения ОЯТ был одобрен правительством Швеции, а на принятие окончательного решения по вопросу строительства ПГЗРО, согласно заявлению Министра охраны окружающей среды и климата Пера Болунда, потребуется еще несколько месяцев [2]. Ускорить процесс принятия решения по вопросу расширения ПХ правительство побудило опасения по поводу возможных перебоев с поставкой электроэнергии в ближайшем будущем. Так, еще в начале мая 2021 года руководство двух шведских АЭС — Рингхальс и Форсмарк — опубликовало так называемое срочное послание о состоянии рынка (англ. Urgent Market Message, UUM), адресованное энергетической бирже Норд Пул. В сообщении говорилось о том, что пять блоков этих АЭС, вероятно, не смогут вернуться к эксплуатации после плановых остановов в связи с нехваткой свободного пространства для хранения ОЯТ. Речь шла о блоках 3 и 4 АЭС Рингхальс (2025 г.) и трех блоках АЭС Форсмарк (2024, 2025 и 2028 гг.) [3].

Комментируя это предположение, генеральный директор SKB Йохан Дашт отметил, что компании трудно понять причины, по которым правительство не смогло принять единого

заклучения по всем объектам, указанным в заявке на получение лицензии. «Мы расцениваем такое решение как серьезный риск, отнюдь не способствующий обеспечению бесперебойного энергоснабжения, а лишь ставящий его под угрозу: так риск, связанный с исчерпанием свободной емкости пункта промежуточного хранения СЛАВ до момента получения всех необходимых разрешений, лишь повышается» — заявил он [2].

Китай

В конце июня 2021 года в Китае с конвейера впервые сошел 100-тонный транспортный контейнер для ОЯТ Longzhou-CNCS, способный вместить 21 ОТВС (рис. 2). Предварительно он прошел все необходимые испытания для проверки возможности обеспечения безопасности, в том числе при падении и пожаре. 20 декабря 2017 года завершились все приемочные испытания прототипа данного контейнера, а представители компании-производителя заявили о готовности к серийному производству. Вскоре соответствующая лицензия была получена от Национального управления ядерной безопасности Китая. К тому моменту компания Xi'an Nuclear Equipment уже запустила серийное производство контейнеров CNFC-3G, предназначенных для перевозки свежего топлива [4].



Рис. 2. Первый китайский транспортный контейнер для ОЯТ Longzhou-CNCS [4]

Контейнеры Longzhou-CNCS планируется использовать для доставки отработавшего топлива в пункт централизованного хранения ОЯТ, расположенный на территории ядерного топливного комплекса Ланьчжоу в центральной провинции Ганьсу. Проектная вместимость ПХ на данный момент составляет 550 тонн, однако в дальнейшем ее планируется увеличить. Тем не менее большая часть накопленных объемов китайского ОЯТ в настоящее время хранится в бассейнах выдержки на площадках реакторов.

Также на площадке АЭС Циньшань в эксплуатации находится единственный в стране пункт сухого хранения ОЯТ.

За транспортировку ОЯТ с площадок АЭС, его доставку на территорию ядерного топливного комплекса Ланьчжоу и дальнейшее хранение отвечает CNNC Everclean — дочерняя компания Национальной ядерной корпорации Китая. Всего в Ланьчжоу ежегодно доставляется приблизительно 100 тепловыделяющих сборок. Согласно результатам исследования, проведенного Государственным управлением науки, технологий и национальной оборонной промышленности Китая, это количество следует увеличить до 600 сборок в год.

В июне 2018 года CNNC Everclean заключила контракт с Holtec International на поставку к 2020 году контейнеров собственного производства HI-STAR 100MB. В 2016 году компанией было приобретено четыре контейнера NAC-STC, предназначенных для топлива с высоким выгоранием, а в январе 2018 года еще один контейнер был приобретен у испанской ENSA.

В декабре 2020 года стало известно о производстве первого китайского железнодорожного прицепа для перевозки ОЯТ — D15B, который и планировалось использовать для транспортировки 100-тонных контейнеров. Спустя месяц CNNC объявила о приемке первого морского судна Xin An Ji Xiang, предназначенного для перевозки ОЯТ. Судно с двойным корпусом, несколькими водонепроницаемыми поперечными переборками и усиленными конструкциями для защиты от боковых ударов прошло все необходимые испытания на соответствие стандартам INF-3 (облученное ядерное топливо класса 3), установленным Международной морской организацией. В целях обеспечения безопасности судно оснащено двумя главными двигателями, двумя гребными винтами, двумя рулевыми двигателями и имеет две независимые кабины управления [4].

Япония

Строительство пункта промежуточного хранения ОЯТ в Мутсу (префектура Аомори) началось еще в 2010 году и должно было завершиться к июлю 2012 года (рис. 3). Согласно проектным характеристикам, он должен обеспечить прием около 3000 тонн ОЯТ с возможностью увеличения полезной емкости до 5000 тонн. ОЯТ в ПХ сможет находиться на хранении сроком до 50 лет [5].

В итоге строительные работы на площадке ПХ были полностью завершены позже



Рис. 3. Фотография ПХ в Мутсу, сделанная в августе 2013 года [5]

намеченного срока — в августе 2013 года. Однако в декабре 2013 года на основании уроков, извлеченных в результате аварии на АЭС Фукусима, Управлением по ядерному регулированию Японии (NRA) были разработаны и одобрены новые стандарты безопасности для установок ядерного топливного цикла. Компании RFS (Recyclable-Fuel Storage Company) потребовалось провести дополнительную оценку способности объекта противостоять землетрясениям, цунами, вулканической активности и торнадо. В марте 2016 года RFS направила материалы первоначального проекта и программу строительства на рассмотрение NRA; свое решение в отношении объекта регулятор огласил лишь 11 ноября 2020 года. В связи с таким промедлением в рассмотрении материалов RFS объявила, что реализация дополнительных мер по обеспечению безопасности, которую ранее планировалось запустить в 2019 году, начнется не раньше 2021 года. Таким образом, ввод объекта в эксплуатацию может состояться не ранее 2023 года [5].

США

В конце июля 2021 года Комиссия по ядерному регулированию США (NRC) опубликовала окончательное решение по результатам экспертизы оценки воздействия на окружающую среду (FEIS), подготовленной в рамках заявки компании Interim Storage Partners (ISP) на строительство и эксплуатацию пункта централизованного временного хранения ОЯТ (CISF) в штате Техас (рис. 4) [6]. Речь идет о так называемом пункте сухого контейнерного хранения ОЯТ вдали от реакторной площадки (англ. dry-cask storage at an away-from-reactor site), где РАО могли бы находиться до момента их передачи на окончательное захоронение. В связи с отсутствием решения по данному вопросу и провалом реализации



Рис. 4. Проект ПХ ОЯТ и РАО класса С, разработанный компанией ISP

проекта создания ПЗРО Якка-Маунтин, который должен был принять на захоронение свыше 70 000 тонн ВАО, гигантские объемы ОЯТ с остановленных, выведенных из эксплуатации и действующих объектов использования атомной энергии все еще размещены на более чем 70 ядерных площадках США.

Согласно подготовленному проекту на объекте ISP будут внедрены проверенные и зарекомендовавшие себя в использовании наземные системы сухого хранения топлива, разработанные Orano TN и NAC International, уже нашедшие свое применение на многочисленных действующих и выведенных из эксплуатации коммерческих объектах ядерной энергетики США. Расчетный срок службы данной системы хранения превышает 100 лет.

Сама компания ISP была основана в 2018 году WCS (англ. Waste Control Specialists) и Orano CIS (дочерняя компания Orano USA) с целью реализации процедуры получения лицензии на строительство объекта CISF на имеющейся в распоряжении WCS площадке полигона для захоронения РАО в округе Эндрюс, штат Техас. Согласно положениям заявки, в объекте CISF планируется разместить до 5 000 тонн коммерческого ОЯТ, а также РАО, относящихся, согласно американской системе классификации, к классу С. Срок хранения РАО и ОЯТ должен составить 40 лет. ISP планирует поэтапно увеличивать полезный объем ПХ в течение 20 лет, что позволит в конечном итоге разместить на хранении до 40 000 тонн ОЯТ при условии получения соответствующих разрешений в будущем.

В мае 2020 года NRC опубликовала проект заявления о результатах экспертизы ОВОС, вслед за чем состоялись общественные слушания: в итоге от более чем 10 600 представителей общественности по данному проекту было получено около 2 500 уникальных комментариев. Каждый из них был изучен экспертами NRC, а уже затем регулятор огласил свое окончательное решение по данному проекту, которое,

в свою очередь, будет передано на рассмотрение Агентству по охране окружающей среды США, после чего состоится публикация соответствующего подтверждения в Федеральном реестре США. Окончательное решение о предоставлении лицензии может быть принято спустя не менее 30 дней с момента публикации последнего [6].

Помимо обращения ISP, NRC также рассматривает заявку на получение лицензии на CISF от Holtec International: этот пункт централизованного хранения планируется разместить в округе Ли (штат Нью-Мексико).

Испания

В конце июля 2021 года Совет министров Испании разрешил компании Enresa, ответственной за проведение работ по выводу из эксплуатации ядерных объектов и обращение с РАО, объявить тендер на заключение контракта по проектированию, сопровождению процесса лицензирования, изготовлению и поставке системы хранения ОЯТ, планируемой к внедрению на АЭС Almaraz, Ascó, Cofrentes и Vandellós II. Стоимость контракта составит около 220 миллионов евро (260 миллионов долларов США).

В настоящее время все испанские атомные электростанции, за исключением АЭС Vandellós II, оснащены собственными независимыми пунктами временного хранения ОЯТ. В дополнение к существующим мощностям к 2026 году на всех действующих АЭС, кроме АЭС Trillo, планируется ввести в эксплуатацию новые установки для временного сухого хранения ОЯТ (сварные металлические контейнеры в заливке из бетона). На АЭС Almaraz новая система хранения позволит приступить к удалению топлива из бассейнов выдержки ОЯТ после окончательного останова двух ее блоков, запланированного на 2027 и 2028 годы [7].

Представители компании Enresa отмечают, что конструкция новых систем хранения на всех АЭС будет идентичной и все они пройдут единую процедуру лицензирования. Это позволит сэкономить средства за счет эффекта масштабирования и совместного использования вспомогательного оборудования, запчастей, идентичных алгоритмов осуществления производственного процесса и обучения персонала [7].

Предлагаемые решения должны оказаться совместимы с любой стратегией временного хранения ОЯТ, которая будет принята в рамках разрабатываемой в настоящее время новой редакции Общей программы по обращению

с радиоактивными отходами (англ. General Radioactive Waste Plan, GRWP¹).

На АЭС Трилло с 2002 года на временной основе используется система контейнерного хранения ОЯТ: хранилище с бетонными стенами и крышей может вместить до 80 контейнеров, предназначенных одновременно и для хранения, и для транспортировки ОЯТ. На территории АЭС José Cabrera уже построен пункт временного сухого хранения ОЯТ, способный принять весь объем ОЯТ, выгружаемого из реактора. Его сооружение было необходимо для вывода из эксплуатации самой АЭС, остановленной еще в 2006 году. ПХ включает 12 модулей, в которых было размещено ОЯТ, и еще четыре дополнительных контейнера, содержащих наиболее высокорadioактивные металлические элементы, образовавшиеся в результате демонтажа внутренних конструкций реактора.

На АЭС Ascó также имеется пункт сухого временного хранения ОЯТ, выгруженного из двух ее реакторов. Его конструкция состоит из двух железобетонных плит, на каждой из которых располагаются по 16 модулей хранения.

Представители компании Enresa отмечают, что ОЯТ, размещенное в пунктах временного хранения на территории АЭС, в конечном итоге подлежит транспортировке в пункт централизованного хранения. В декабре 2011 года площадка Вильяр-де-Каньяс в центральной провинции Куэнка была официально утверждена в рамках проекта по созданию пункта централизованного хранения ОЯТ (CTS). В июле 2015 года Совет по ядерной безопасности Испании огласил свое решение, заявив, что данная площадка может считаться пригодной для строительства национального ПХ ВАО. Его срок службы должен составить около 100 лет, хотя, согласно положениям последней редакции GRWP, заявленный срок эксплуатации ПХ составляет всего 60 лет [7].

Великобритания

В августе 2021 года Европейский концерн Urenco (Великобритания, Германия, Нидерланды), занимающийся обогащением урана, одобрил положение о дальнейшей реализации проекта по созданию установки Urenco Metals Recycling (UMR) на базе своей дочерней

¹ В GRWP изложены стратегии и мероприятия в отношении обращения с радиоактивными отходами, вывода из эксплуатации ОИАЭ, а также представлен экономический и финансовый анализ связанных с этим мероприятий. Данный документ утверждается Советом министров, а его материалы подлежат регулярному пересмотру и доработке.

компании Urenco Nuclear Stewardship в Капенхерсте (рис. 5). Это решение ознаменовало начало стадии проектирования завода, который, как ожидается, будет введен в эксплуатацию в 2024 году. Данный объект будет предоставлять широкий спектр услуг по обработке металлов, необходимой для их повторного использования или захоронения, в том числе завод будет оснащен всем оборудованием, требующимся для выполнения операций по измельчению, дезактивации поверхности и переплавке металлов. Представители концерна заявили, что он позволит полностью удовлетворить имеющиеся в данной области потребности, благодаря чему британским операторам ОИАЭ больше не придется прибегать к услугам зарубежных компаний [8].



Рис. 5. Площадка Капенхерст недалеко от Честера, Великобритания [8]

В мае 2020 года Urenco Nuclear Stewardship заключила контракт с LLW Repository Ltd (LLWR) сроком на 4 года, предусматривающий проведение необходимых работ по обращению с металлическими отходами с ядерных объектов Великобритании, включая их переработку и захоронение. Согласно положениям контракта, Urenco Nuclear Stewardship может реализовывать соответствующую деятельность в рамках программы финансирования общей стоимостью до 65 миллионов фунтов стерлингов (90 миллионов долларов США), участвуя в управлении проектами, реализуемыми в Великобритании.

Словакия

В сентябре 2021 года Парламент Словакии принял резолюцию о внесении поправок в Закон об окружающей среде от 1992 года о запрете переработки РАО и ОЯТ, поступающих из-за рубежа. Изначально такое предложение было выдвинуто несколькими членами Национального Совета Словакии «с целью минимизации какого бы то ни было риска, связанного

с данной деятельностью, для окружающей среды и здоровья населения». Вместе с тем эксперты отмечают, что это предложение не было подкреплено какими-либо конкретными оценками сопутствующих рисков или экологического ущерба [9].

Решение о наложении запрета было принято большинством голосов членов Парламента Словакии и вступило в силу 1 сентября 2021 года, при этом сама резолюция не распространяется на контракты, заключенные ранее этого срока.

В парламентских документах говорится, что влияние данного запрета на бизнес не оценивалось, поскольку он затрагивает лишь будущую деятельность ряда компаний. Однако представители словацкой компании по ВЭ JAVYS, занимающейся переработкой РАО как словацких, так и зарубежных клиентов, еще раньше заявляли об угрозе сокращения рабочих мест. Так, JAVYS были подписаны четыре контракта с итальянской компанией Sogin на переработку в общей сложности 865 тонн НАО с остановленной АЭС Каорсо. Работы по переработке РАО планируется завершить к 2023 году, после чего, по словам генерального директора компании, может встать вопрос о сокращении рабочих мест.

Словения

В конце августа 2021 года Американская компания Deep Isolation, занимающаяся вопросами глубинного захоронения ОЯТ и РАО, подписала контракт с АРАО (национальной организацией Словении по обращению с радиоактивными отходами) по технико-экономическому обоснованию возможности скважинного захоронения ОЯТ, образующегося в результате работы исследовательского реактора TRIGA II в Институте Йозефа Стефана в Любляне (рис. 6). Он находится в эксплуатации с 1966 года, являясь одним из 66 реакторов данного типа.



Рис. 6. Исследовательский реактор TRIGA II в Институте Йозефа Стефана в Любляне

На нем производят радиоактивные изотопы, использующиеся в медицинских и образовательных целях. Его окончательный останов запланирован на 2043 год.

Согласно положениям подписанного контракта, стоимость которого не разглашается, Deep Isolation проанализирует данные по состоянию ОЯТ; предоставит смету расходов по двум возможным вариантам реализации проекта глубинного скважинного захоронения (в гранитных и сланцевых формациях) и определит приблизительные сроки выполнения работ по проекту [10].

Литература

1. Swedish government must consider applications in parallel, says SKB. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Government-must-consider-applications-in-parallel?feed=feed> (дата обращения: 22.06.2021).
2. Swedish government delays repository decision. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Swedish-government-delays-repository-decision> (дата обращения: 31.08.2021).
3. Swedish utilities urge decision on final disposal of waste, World Nuclear News, URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Swedish-utilities-urge-decision-on-final-disposal> (дата обращения: 06.05.2021).
4. China produces its first used fuel transport cask. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/China-produces-its-first-used-fuel-transport-cask?feed=feed> (дата обращения: 02.07.2021).
5. Start-up of Japanese used fuel store delayed. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Start-up-of-Japanese-used-fuel-store-delayed?feed=feed> (дата обращения: 28.07.2021).
6. US regulator issues FEIS for Texas interim storage facility. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/US-regulator-issues-FEIS-for-Texas-interim-storage?feed=feed> (дата обращения: 30.07.2021).
7. Spain to launch tender for used fuel storage facilities. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Spain-to-launch-tender-for-used-fuel-storage-facil?feed=feed> (дата обращения: 28.07.2021).
8. Urenco moves forward with metal recycling facility. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Urenco-moves-forward-with-metal-recycling-facility> (дата обращения: 18.08.2021).
9. Slovakian parliament bans foreign waste services. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Slovakian-parliament-bans-foreign-waste-services> (дата обращения: 09.09.2021).
10. Slovenia considers deep borehole disposal. URL: <https://world-nuclear-news.org/Articles/Slovenia-considers-deep-borehole-disposal> (дата обращения: 31.08.2021).

Обзор подготовила Н. С. Цебаковская