



## Ядерная энергия, человек и окружающая среда

### ЮБИЛЕЙ ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Официальная история Горно-химического комбината (комбинат «№ 815») началась 70 лет назад, когда 26 февраля 1950 г. «в целях надежного укрытия комбината «№ 815» от нападения с воздуха и обеспечения его бесперебойной работы» Совет Министров СССР постановил построить его «под землей в скальных породах с заглублением не менее 200—300 м» и «утвердить для строительства площадку на реке Енисей, на правом берегу, на 50 км ниже г. Красноярска».

Критерием для выбора места будущего комбината стали наличие горного массива на берегу многоводной реки, расположенного рядом с большим промышленным центром, и удаление от границ СССР.

Главной задачей уникального, единственного в своем роде комплекса в гранитном подземелье, стало производство оружейного плутония, которого в конце 1940-х годов катастрофически не хватало Советскому Союзу для создания полноценного ядерного арсенала. Гигантское предприятие, сохраняющее возможность производства даже в условиях атомной войны, было построено за короткий срок. В мировой практике отсутствовал тогда опыт создания подобных комплексов, к тому же в подземных условиях; для строительства были разработаны оригинальные технологии. В общей сложности объем горных выработок — около 15 миллионов куб. м поднятой породы, превысил все известные масштабы подземного строительства.

Параллельно со строительством комбината на поверхности возводился рабочий поселок, который в 1954 г. получил статус города — Железногорск (для закрытой переписки) и Красноярск-26 (для открытого упоминания).

В августе 1958 г. впервые в истории в скальных выработках был выведен на мощность промышленный уран-графитовый реактор (АД), позволивший существенно увеличить выработку плутония (500 кг в год). В июле 1961 г. состоялся пуск второго реактора (АДЭ-1), в конце января 1964 г. началась эксплуатация третьего (АДЭ-2). Этот реактор использовался также и для снабжения электроэнергией и теплом г. Железногорска. Реакторы АД и АДЭ-1 были остановлены в 1992 г. Реактор АДЭ-2 прекратил работу в апреле 2010 г. Благодаря плутонию с ГХК Советскому Союзу удалось преодолеть отставание от США по количеству ядерных боеприпасов. Цель создания комбината № 815 — ядерный паритет с США — была достигнута.

Сейчас ГХК — ключевое предприятие Росатома по созданию технологического комплекса замкнутого ядерного топливного цикла. Впервые на одной площадке сосредоточено хранение отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), его переработка и фабрикация нового топлива, смешанного оксидного уран-плутониевого (МОКС-топлива) для реакторов на быстрых нейтронах.

# НОВОСТИ

В 2015 г. на ГХК запустили первую очередь опытно-демонстрационного центра (ОДЦ), в котором обкатываются новейшие технологии переработки ОЯТ, необходимые для замыкания ядерного топливного цикла. В 2018 г. была успешно переработана первая топливная сборка реактора ВВЭР-1000. В дальнейшем запустят в эксплуатацию вторую очередь ОДЦ. Планируется, что помимо ТВС реакторов ВВЭР-1000 предприятие сможет перерабатывать топливо и других реакторов.

В 2018 г. на ГХК была выпущена первая серийная промышленная партия МОКС-топлива, и в конце августа 2019 г. на Белоярскую АЭС была поставлена партия из 18 МОКС-топливных сборок. В январе нынешнего года реактор БН-800 энергоблока № 4 БАЭС впервые начал работу на МОКС-топливе, изготовленном на ГХК. Следующим шагом должна стать полная загрузка реактора БН-800 серийным МОКС-топливом.

ГХК, как ожидается, станет и площадкой для отработки технологий обезвреживания самых опасных радиоактивных веществ, остающихся после переработки ОЯТ. На комбинате планируют сооружение нового исследовательского реактора для «выжигания» долгоживущих радионуклидов — демонстрационного жидкосолевого реактора на быстрых нейтронах.

## ТЕКУЩАЯ СТАТИСТИКА ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

В очередном обновлении внесенных в базу PRIS данных учтен окончательный останов четырех блоков японской АЭС Fukushima-Daini. Датой закрытия всех блоков этой станции считается 30 сентября 2019 г. С учетом этого обновления на 31 декабря 2019 г. статус действующих в мире имели 443 ядерных энергоблока (было 447).

22 февраля 2020 г. вступило в силу распоряжение французского правительства, опубликованное 19 февраля в официальном государственном вестнике Journal Officiel, об отмене лицензии на эксплуатацию блока № 1 АЭС Fessenheim. Правительство подчеркивает, что это происходит в рамках энергетической политики и выбора в пользу экологически чистой энергии.

АЭС Fessenheim — старейшая французская АЭС. Начало строительства ее первого блока — 1 сентября 1971 г., коммерческая эксплуатация — с 1 января 1978 г. Ее закрытие (2016 г.) было одним из предвыборных обещаний президента Франсуа Олланда, однако сроки неоднократно переносились. Демонтаж реактора, согласно плану, должен занять около 20 лет.

Что касается блока № 2 этой станции, то он будет продолжать работу до 30 июня этого года (срока отмены лицензии на эксплуатацию, принятого французским правительством). Fessenheim-1 — первый блок, остановленный в мире в 2020 г., теперь число действующих энергоблоков равно 442.

## СЛОВЕНИЯ ОБСУЖДАЕТ СТРОИТЕЛЬСТВО НОВОГО БЛОКА

В Словении рассматривается возможность строительства второго блока атомной станции Krsko, единственной в стране. АЭС находится в совместной собственности Словении и Хорватии, но обсуждение строительства нового блока пока ограничивается словенской стороной.

Krsko — первая атомная станция и первый ядерный объект в Восточном блоке, построенный на основе западных технологий западными компаниями. Строительство осуществлялось американской компанией Westinghouse, в составе АЭС PWR модель WH2LP. Первый блок начал строиться в 1975 г. и вступил в строй в 1982 г. Проектный срок эксплуатации блока — 40 лет, в 2015 г. Словения и Хорватия договорились о его продлении на 20 лет, до 2043 г. Доля АЭС Krsko в общем национальном электропроизводстве Словении — в интервале 35—40%, в Хорватии — около 20%.

# НОВОСТИ

Вопрос о строительстве второго блока неоднократно поднимался в Словении на протяжении текущего десятилетия в связи с необходимостью введения новых генерирующих мощностей на Балканах с учетом общеевропейского курса на «зеленую энергетику». Уголь занимает довольно значимую долю в энергетическом балансе страны — порядка одной трети совокупной выработки электроэнергии, и строительство второго блока, более мощного, чем первый (обсуждалось, что мощность нового блока будет порядка 1100—1600 МВт), может одновременно снизить издержки на топливо и помочь стране реализовать свои обязательства по снижению выбросов в атмосферу.

Что касается кандидатов для строительства нового блока, то, по всей видимости, соперничество будет между Россией и странами азиатско-тихоокеанского региона — Южной Кореей, Китаем и Японией, поскольку построивший первый блок, некогда ведущий ядерный концерн Westinghouse, в 2017 г. был объявлен банкротом.

Росатом имеет очень хорошие шансы выйти на прежде недоступный рынок, учитывая наличие технологии ВВЭР-1200, государственной поддержки и готовности взять на себя весь ядерный цикл. Словения и Хорватия до сих пор не могут договориться о строительстве хранилища радиоактивных отходов, а Росатом может предложить Словении вариант с полным возвращением отработавшего ядерного топлива в Россию.

## МИНИ-АЭС ОТ КОМПАНИИ ROLLS-ROYCE

Британская компания Rolls-Royce в конце января этого года напомнила о своем намерении спроектировать, построить и эксплуатировать до 15 мини-АЭС (некоторые данные о планах разработки малых модульных реакторов (ММР) привел главный технический директор Пол Штейн в своем интервью «Би-Би-Си»).

Rolls-Royce вместе со своими партнерами участвовала в нескольких консорциумах, которые подавали заявку на участие в правительственном конкурсе на поиск наиболее жизнеспособных технологий ММР.

В июле 2019 г., по сообщению Financial Times (23.07.2019 г.), консорциум во главе с Rolls-Royce (в его состав входят такие компании и организации как «Assystem», «Atkins», «BAM Nuttall», «Laing O'Rourke», «National Nuclear Laboratory», «Nuclear AMRC», «The Welding Institute») получил инвестиционные гарантии на разработку ММР для коммерческих целей.

В ноябре Rolls-Royce заявила (WNN от 07.11.2019 г.), что Агентство по исследованиям и инновациям Великобритании предоставило консорциуму первоначальное финансирование в размере 18 млн фунтов, что было «подтверждено и законтрактовано», и такую же сумму предоставит частный «Industrial Strategy Challenge Fund», что позволит консорциуму продолжить разработку конструкции ММР.

АЭС, которые Rolls-Royce планирует построить, значительно отличаются от традиционных мощных АЭС. Разрабатываемые компанией реакторы на 95% будут серийно производиться на одном заводе, а затем в предсобранном виде доставляться грузовым транспортом до места назначения. Стандартизация процесса строительства значительно снизит их себестоимость, что, в свою очередь, повлияет и на стоимость производимой энергии.

ММР будет занимать площадь до 4 га, а мощность составлять 440 МВт, что достаточно для того, чтобы обеспечить электроэнергией город с населением 500 тысяч человек. Предполагаемый срок службы составляет 60 лет, стоимость — около 2,3 млрд долларов. Отпускная цена электроэнергии может быть не выше 60 фунтов за МВт·час (по мере выхода на серийность компания намерена удешевить генерацию ниже 60 фунтов за МВт·час). Предпочитаемые площадки для размещения ММР — существующие ядерные комплексы, где находятся отключенные от сети энергоблоки (так называемые «коричневые лужайки»). Первые модульные реакторы по проекту компании Rolls-Royce могут быть построены на

# НОВОСТИ

площадках в северной Англии и северном Уэльсе. В частности, речь идет о площадках «Moorside» и «Wylfa» (ранее на них предполагалось построить современные большие блоки, однако, по разным причинам эти планы были заморожены).

Среди других возможных площадок называется остановленная АЭС «Trawsfynydd» с реактором Magnox в северном Уэльсе, при этом высокие издержки, связанные со строительством АЭС, могут существенно снизиться.

В соответствии с планом, представленным консорциумом и переданным на одобрение в государственные ведомства Британии, первый модульный реактор должен вступить в строй к 2030 г.

Rolls-Royce считает, что ее технология ММР должна рассматриваться как «общенациональные усилия» по развитию ядерной технологии, которые помогут создать экспорториентированную отрасль.

## ЭСТОНИЯ РАССМАТРИВАЕТ АЭС МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Эстонское предприятие Fermi Energia активно исследует возможность строительства в стране АЭС малой мощности.

Fermi Energia основано в феврале прошлого года бывшим исполнительным директором MTÜ Eesti Tuumajaam Калевом Каллеметсом и экс-главой Eesti Energia Сандором Лийве с целью реализации такого строительства. «Нам нужна свободная от CO<sub>2</sub> управляемая мощность по производству энергии, которая в будущем могла бы обеспечить надежность снабжения электричеством», — заявил С. Лийве. Fermi Energia готова инвестировать именно в строительство малой АЭС мощностью 200—300 МВт. «Мощные реакторы здесь не подходят из-за особенностей нашей электросети; проект можно было бы осуществить за 2—3 года, станция будет стоить около 900 млн евро», — сообщил К. Каллеметс.

Приступить к строительству Fermi планирует в 2030 г., начать производить электроэнергию на АЭС — в 2033 г.

В октябре 2019 г. предприятие подписало с GE Hitachi (GEN) протокол о намерениях по возможному размещению в Эстонии малого модульного реактора BWRX-300 — кипящего водо-водяного мощностью 300 МВт с естественной циркуляцией, работающего на основе лицензированного Комиссией по ядерному регулированию США реактора типа ESBWR.

Вице-президент GEN Джон Болл считает, что «модульный реактор BWRX-300 — это прорыв в технологиях. Он может составить конкуренцию природному газу и возобновляемой энергии... Совместно с предприятием Fermi Energia мы работаем над тем, чтобы доказать безопасность инновационной реакторной технологии и экономическую эффективность».

В конце января 2020 г. Fermi Energia подписала соглашение о сотрудничестве с финской энергетической компанией Fortum и бельгийской инжиниринговой компанией Tractebel Engie. Вместе с Fermi бельгийская компания начнет в этом году предварительный анализ мест расположения планируемой АЭС. Результаты анализа должны быть представлены через год.

Что касается общественного мнения о строительстве АЭС, то Калев Каллеметс не скрывает, что отношение людей в значительной степени сформировано в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Но с другой стороны, по его словам, отношение жителей может быть обусловлено существованием успешных АЭС в соседних Финляндии и Швеции, «кроме того, эстонцы рациональны и верят в технологии». По данным недавнего исследования Fermi Energia 55% эстонских респондентов считают, что вопрос о строительстве в стране АЭС малой мощности следует рассмотреть.

*Материал подготовила И.В. Газаринская*