ИТОГИ 2021 ГОДА И ПЛАНЫ НА 2022 ГОД

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ЗАМКНУТЫМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВНЫМ ЦИКЛОМ»

КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА «РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2024 ГОДА»

I Федеральный проект «Разработка технологий двухкомпонентной атомной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом»

1 Зачем нужна двухкомпонентная ядерная энергетика? 3

2 «Прорыв» на середине пути 7

2.1 ОДЭК в сердце Сибири 9

2.2 Реакторная установка 11

2.3 Модуль МФР 15

2.4 Модуль переработки (МП) ОЯТ 17

3 Промышленный энергокомплекс на базе реакторов на быстрых нейтронах 21

4 ВВЭР-С к 2030 году 23

II Федеральный проект «Создание современной экспериментально-стендовой базы для разработки технологий двухкомпонентной атомной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом»

III Федеральный проект «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий»

IV Федеральный проект «Разработка новых материалов и технологий для перспективных энергетических систем»

V Федеральный проект «Новая атомная энергетика, в том числе малые атомные реакторы для удаленных территорий»

▲ Церемония заливки первого бетона реактора БРЕСТ-ОД-300 проекта «Прорыв»

1/ ЗАЧЕМ НУЖНА ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА?

Современный технологический уклад атомной энергетики во всем мире базируется на реакторах на тепловых нейтронах (в российской классификации — ВВЭР, в международной — PWR) с водяным контуром. Более 80% из них — реакторы корпусного типа: корпус из нержавеющей стали диаметром около 4,5 м, высотой 15–20 м, с толщиной стенок до 30 см. Корпус держит давление 160 атмосфер, необходимое для того, чтобы получить достаточно высокую температуру кипения теплоносителя и тем самым — высокий КПД преобразования тепла в электричество с помощью паровых турбин (хотя бы на уровне 33%).

Ядерное топливо для реакторов ВВЭР производят из природного урана путем его обогащения. Физическая специфика реакторов ВВЭР на тепловых нейтронах такова, что у них очень низкая эффективность использования природного урана — порядка 1% (включая как делящиеся, так и воспроизводящие изотопы). Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) после прохождения топливного цикла накапливается в особых хранилищах десятилетиями и перерабатывается лишь частично.

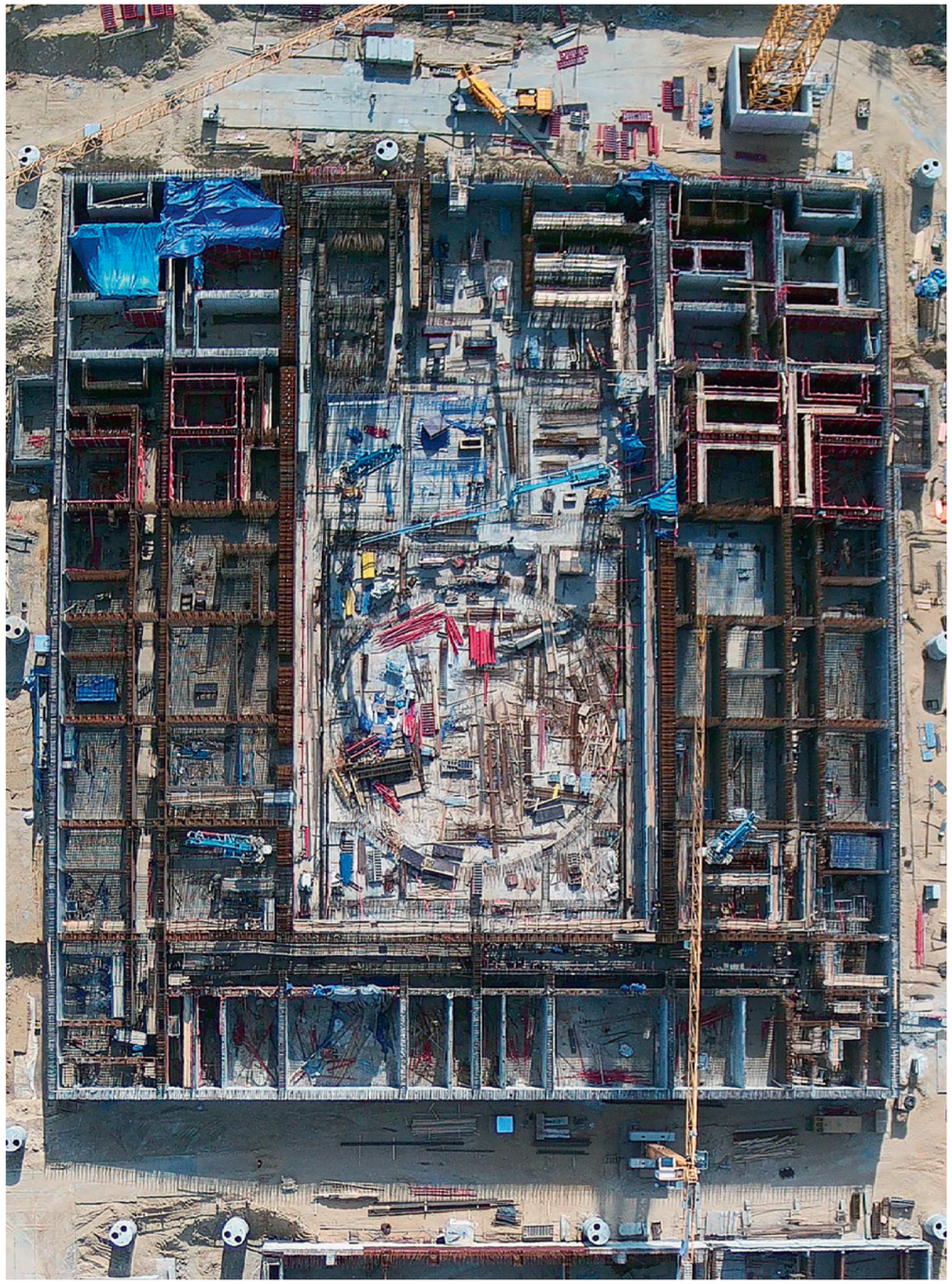
Двухкомпонентная ядерная энергетика, объединенная замкнутым ядерным топливным циклом (ЗЯТЦ), обеспечит кардинальное решение этих двух основных проблем: обращение с ОЯТ, радиоактивными отходами (РАО) и повышение эффективности использования природного урана.

Для этого необходимо создать энергетический комплекс из двух типов реакторов: водо-водяного со спектральным регулированием (ВВЭР-С) и на быстрых нейтронах: опытно-демонстрационного (БРЕСТ-ОД-300) и энергетического (разрабатываются два варианта: БН-1200М с натриевым теплоносителем и БР-1200 со свинцовым). Использование ВВЭР-С обеспечит экономию природного урана при изготовлении ядерного топлива для АЭС, а разработка и промышленный запуск реакторов на быстрых нейтронах позволят эффективно использовать ОЯТ, перерабатывать его и изготавливать новое топливо (МОКС, СНУП).

◀ Панорама строительной площадки опытно-демонстрационного энергокомплекса с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300, г. Северск

Огромное преимущество реакторов на быстрых нейтронах состоит в том, что они могут обеспечить расширенное воспроизводство ядерного топлива. В быстрых реакторах нарабатываются новые делящиеся изотопы (в первую очередь ^{239}Pu) в большем объеме, чем расходуется изначально загруженного делящегося изотопа. Коэффициент воспроизводства в этих реакторах больше — примерно 1,3. Получается, что быстрые реакторы обеспечивают топливом сами себя и дополнительно накапливают топливо для реакторных установок других типов, в частности ВВЭР.

Разработка и последующий выход на промышленную мощность образцов всех трех составляющих атомной энергетики будущего: водо-водяного реактора со спектральным регулированием ВВЭР-С и двух быстрых реакторов (опытно-демонстрационного БРЕСТ-ОД-300 с пристанционным топливным циклом и энергетического БН-1200М и/или БР-1200) — позволят российской атомной отрасли уверенно шагнуть в будущее.



▲ Сооружение энергоблока с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300

2/ «ПРОРЫВ» НА СЕРЕДИНЕ ПУТИ

Проект «Прорыв» — один из ключевых и масштабных инновационных проектов мировой ядерной энергетики, осуществляемый в России. Он предусматривает создание новой технологической платформы ядерной энергетики на основе замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Одна из важнейших задач, поставленных перед разработчиками проекта, — продемонстрировать всему миру, как будет выглядеть крупномасштабная ядерная энергетика, основанная на технологиях естественной безопасности.

Масштаб проекта «Прорыв» потребовал серьезного пересмотра модели управления в атомной отрасли России. Многопрофильность проекта определила необходимость возвращения к практике проектного управления, некогда успешно примененной для создания ядерного оружия и ракетных средств его доставки. Наряду с формированием новых предприятий, как и в эпоху первого атомного проекта, на профильных базовых предприятиях ГК «Росатом» и РАН были выделены Центры ответственности (ЦО) по реакторным установкам, проектированию ЭБ, разработке технологий смешанного нитридного уран-плутониевого топлива (СНУП), по переработке ОЯТ, обращению с РАО, созданию кодов нового поколения.

В рамках проекта «Прорыв» планируется разработать и запустить два типа быстрых реакторов: со свинцовым теплоносителем (опытно-демонстрационный БРЕСТ-ОД-300 и БР-1200) и с натриевым теплоносителем (БН-1200).

Основные задачи, которые будут решены в рамках проекта «Прорыв»:

1 обеспечение конкурентоспособности ядерной энергетики в сравнении с альтернативной генерацией, в первую очередь с парогазовыми установками при учете всех затрат топливных циклов (на основе сравнительного анализа LCOE);

2 формирование замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) для полного использования энергетического потенциала природного уранового сырья;

3 последовательное приближение к радиационно-эквивалентному (по отношению к природному сырью) захоронению РАО;

4 исключение аварий на АЭС, требующих эвакуации, а тем более отселения населения;

5 технологическое укрепление режима нераспространения (последовательный отказ от обогащения урана для ядерной энергетики, наработки оружейного плутония в бланкете и выделения при переработке ОЯТ, сокращение транспортировки ядерных материалов).

Решение этих задач позволит на долгие годы закрепить мировое лидерство России в ядерной энергетике.

Александр ЛОКШИН,
первый заместитель генерального директора ГК «Росатом» по атомной энергетике, куратор проектного направления «Прорыв»

«НЕ СОМНЕВАЮСЬ, ЧТО ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ И РЕАЛИЗУЕМЫХ НА СЕГОДНЯ ПРОЕКТОВ ТОЛЬКО С «ПРОРЫВОМ» МОЖЕТ БЫТЬ СВЯЗАНО ДОЛГОСРОЧНОЕ БУДУЩЕЕ МИРОВОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

▲ План-схема опытно-демонстрационного энергокомплекса с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300

2.1 ОДЭК В СЕРДЦЕ СИБИРИ

На территории Сибирского химического комбината создается опытно-демонстрационный энергетический комплекс (ОДЭК), сердце которого — уникальный энергоблок с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем. Помимо реактора ОДЭК включает в себя модуль фабрикации/рефабрикации (МФР) для изготовления смешанного уран-плутониевого топлива и замыкающий ядерный топливный цикл модуль переработки (МП) облученного СНУП-топлива. Пристанционный топливный цикл имеет общую систему обращения с радиоактивными отходами (РАО).

ОДЭК впервые в мире должен продемонстрировать устойчивую работу полного комплекса объектов, обеспечивающих замыкание топливного цикла, и заложить основу создания крупномасштабной ядерной энергетики будущего.

Вячеслав ПЕРШУКОВ,
руководитель ПН «Прорыв»,
специальный представитель
Госкорпорации «Росатом»
по международным
и научно-техническим проектам

«УНИКАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ, ТЕХНОЛОГОВ И ИНЖЕНЕРОВ ПОЛНОСТЬЮ РЕАЛИЗОВАН В ПРОЕКТНОМ НАПРАВЛЕНИИ «ПРОРЫВ», ИГРАЮЩЕМ ВАЖНЕЙШУЮ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОЙ ПЛАТФОРМЫ МИРОВОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ»

Одним из ключевых вопросов дальнейшего развития ядерной энергетики является обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО. В ПН «Прорыв» установлено, что за счет реализации эффекта радиологической эквивалентности, когда выравниваются канцерогенные риски РАО и природного уранового сырья за счет трансмутации минорных актинидов в РБН, вопрос о радиационной защите нынешнего и будущих поколений может быть решен окончательно.

Разработанный в рамках проектного направления «Прорыв» программный модуль РОЗА (радиологическое обеспечение защиты), реализующий современные стандарты МАГАТЭ по оценке радиационных рисков, в 2021 году был включен в Единый реестр российских программ Министерством цифрового развития РФ.

2.2 РЕАКТОРНАЯ УСТАНОВКА БРЕСТ-ОД-300

Ключевой элемент ОДЭК — первый в мире инновационный энергоблок на базе быстрого реактора БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем, в полной мере реализующий принципы «естественной безопасности».

Особенности реактора позволили отказаться от гермооболочки, рассчитанной на высокое давление, ловушки расплава, большого объема обеспечивающих систем, а также снизить класс безопасности внереакторного оборудования.

Интегральная конструкция реакторной установки и свинцовый теплоноситель с высокой температурой плавления позволяют локализовать течи теплоносителя и исключить осушение активной зоны. Плотное смешанное нитридное уран-плутониевое топливо позволяет иметь малый запас реактивности на выгорание и тем самым исключить аварии с разгоном на мгновенных нейтронах и катастрофическими последствиями, требующими эвакуации населения.

Евгений АДАМОВ,
научный руководитель ПН «Прорыв»
и АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежаля»

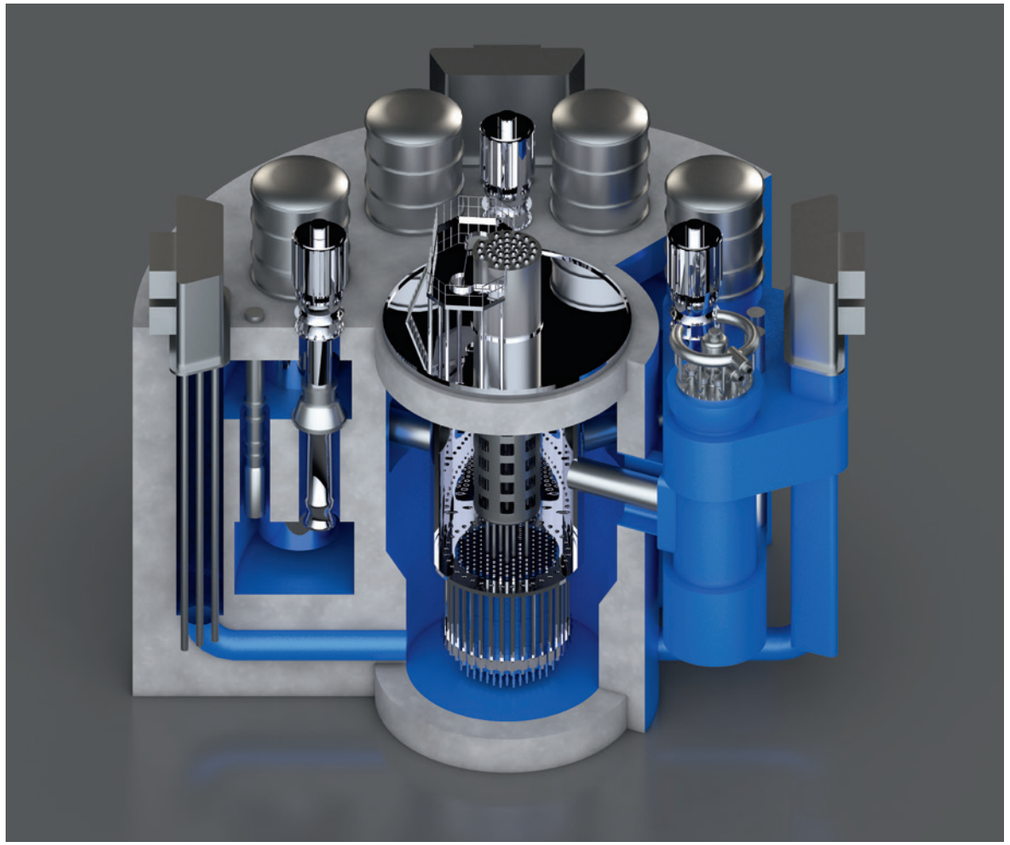
«НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ОТКРЫВАЕТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ, РЕШАЯ НАКОПИВШИЕСЯ ПРОБЛЕМЫ И СОЗДАВАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ СТАТЬ БАЗОВОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПРИЕМЛЕМОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ»

Уже получены результаты НИОКР в обоснование основного оборудования, изделий активной зоны, конструкционных материалов, технологии свинцового теплоносителя, позволившие приступить к созданию реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Все компоненты уникального оборудования РУ прошли экспериментальное обоснование на мало- и среднемасштабных макетах (часть макетов для отработки технологий ОДЭК были разработаны с нуля). Проект ЭБ прошел экспертизу РАН и был рекомендован к реализации в качестве опытно-демонстрационного. В феврале 2021 года получена лицензия Ростехнадзора на сооружение опытно-демонстрационного энергоблока с этой инновационной реакторной установкой.

8 июня 2021 года на площадке СХК в Северске был залит первый бетон в фундаментную плиту энергоблока, в ноябре 2021 года заливка фундаментной плиты была полностью завершена.

Наталья ИЛЬИНА,
директор по управлению научно-техническими программами и проектами — директор департамента научно-технических программ и проектов ГК «Росатом»

«ПРОРЫВ» — ПРЕВОСХОДСТВО В КАЖДОМ НАПРАВЛЕНИИ: В ЦЕЛЯХ, В ЛЮДЯХ, В ИНСТРУМЕНТАХ УПРАВЛЕНИЯ, В ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ — В КАЖДОМ СВОЕМ ПРОЯВЛЕНИИ ПРОЕКТ НАХОДИТСЯ НА ШАГ ВПЕРЕДИ»



▲ 3D-модель реакторной установки БРЕСТ-ОД-300

Основные результаты работы в 2021 году по направлению «Энергоблок с реакторной установкой»:

- проведена корректировка технического проекта РУ БРЕСТ-ОД-300 для лицензии на сооружение;
- разработаны и введены в действие первые в мире федеральные нормы и правила, устанавливающие требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования РУ со свинцовым теплоносителем;
- проведены НИОКР для обеспечения заказа оборудования на этапе 2021 года;
- начато сооружение энергоблока БРЕСТ-ОД-300 на площадке АО «СХК»;
- заключены договоры на изготовление оборудования для РУ БРЕСТ-ОД-300 (корпус реакторного блока, внутрикорпусные устройства, парогенератор, перегрузочный комплекс).

Вадим ЛЕМЕХОВ,
главный конструктор ПН «Прорыв»,
РБН БРЕСТ-ОД-300 и БР-1200,
АО «НИКИЭТ»

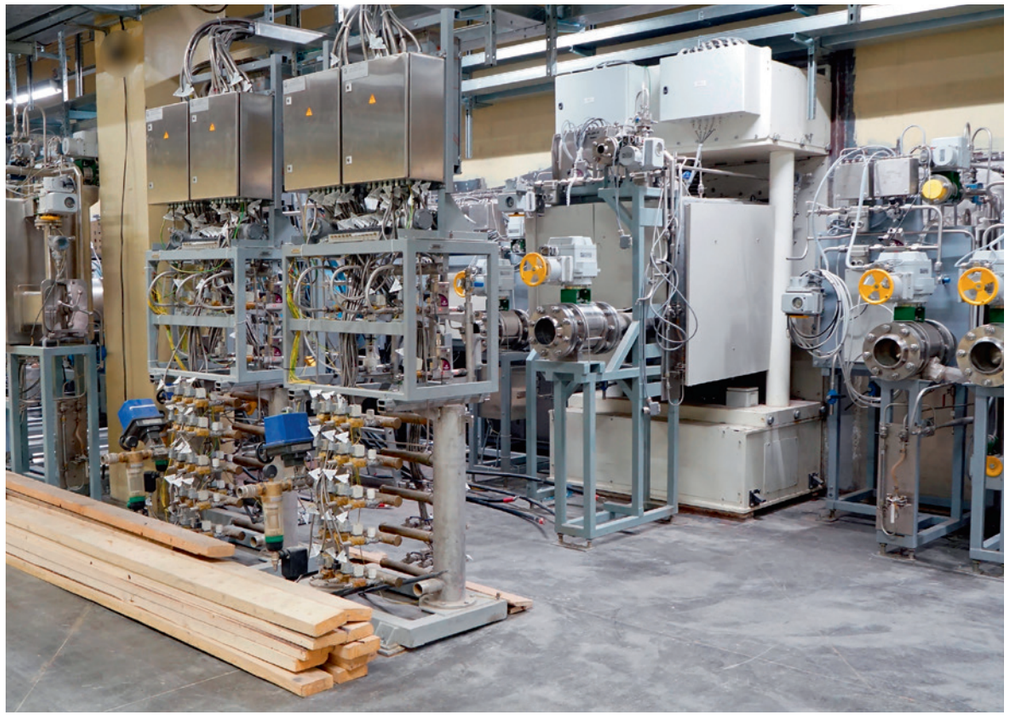
«ЭНЕРГОБЛОК С РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ БРЕСТ-ОД-300 КОНЦЕНТРИРУЕТ ЛУЧШИЕ КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОШЛОГО И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ЯДЕРНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

В 2022 году Госкорпорация «Росатом» планирует:

- проведение полномасштабных исследований на самом большом в мире исследовательском критическом стенде БФС-2 (г. Обнинск) в рамках создания РУ БРЕСТ-ОД-300;
- изготовление оборудования и сооружение стенда приемо-сдаточных испытаний главного циркуляционного насосного агрегата для свинцового теплоносителя;
- заключение договоров поставки на автоматизированную систему управления технологическими процессами, свинцовый теплоноситель, оборудование транспортной технологии обращения с оборудованием блока реактора;
- завершение натурных имитационных испытаний макета транспортного упаковочного комплекта (ТУК) для обращения с изделиями активной зоны на внешние воздействия;
- проведение НИОКР по обоснованию технических решений для получения лицензии на эксплуатацию;
- развитие строительства энергоблока.

2.3 МОДУЛЬ МФР

Модуль фабрикации и пускового комплекса рефабрикации (МФР) СНУП-топлива для реакторов на быстрых нейтронах, возводимый на площадке ОДЭК в Северске, предназначен для фабрикации и рефабрикации топлива реакторов на быстрых нейтронах и отработки режимов замыкания ядерного топливного цикла. Производительность МФР — 120 тепловыделяющих сборок (ТВС) в год (14 тонн в год по фабрикации топлива и 5 тонн в год по рефабрикации). В настоящее время идет монтаж основного технологического оборудования на МФР ОДЭК.



▲ Завершение одного из этапов монтажа оборудования МФР

Завершено облучение 18 топливных сборок. В ЭТВС-11 с твэлами типа БРЕСТ достигнуто максимальное выгорание 9% т.а. при максимальной повреждающей дозе 107,6 сна. Продолжается облучение ЭТВС-14 с твэлами типа БН-1200 и ЭТВС-15 с твэлами типа БРЕСТ. Достигнуто максимальное выгорание 8,5% т.а. при повреждающей дозе 105 сна и 8% т.а. при повреждающей дозе 102 сна соответственно. Продолжается облучение шести ЭТВС с твэлами усовершенствованной конструкции.

В результате исследований были получены дополнительные данные, необходимые для верификации топливных кодов.

Основные результаты работы по направлению «Модуль фабрикации/рефабрикации» в 2021 году:

- созданы имитационные модели процессов монтажа оборудования МФР по ключевым участкам с опережением графика монтажа;
- создана технология фабрикации стартовой загрузки СНУП-топлива из исходных компонентов;
- на АО «СХК» создано пилотное экспериментальное производство для отработки промышленных решений;
- разработано, изготовлено и поставлено на площадку АО «СХК» основное технологическое оборудование для фабрикации и контроля качества ядерного топлива;
- разработана экспериментальная технология рефабрикации СНУП-топлива с вовлечением минорных актинидов (МА) в замкнутом цикле;
- разработаны исходные данные на технологию и контроль качества СНУП-топлива и твэлов, на основании которых спроектирован и создается МФР ОДЭК;
- разработана и утверждена программа (на период до 2030 года) отработки процессов рефабрикации СНУП-топлива с использованием исходных компонентов, получаемых после переработки ОЯТ.

В настоящее время успешно продолжается монтаж оборудования МФР. На август 2022 года запланировано комплексное тестирование оборудования МФР. В 2022 году планируется провести очередные испытания ТВС в рамках разработки и обоснования твэлов со СНУП-топливом для реакторов со свинцовым и натриевым теплоносителями. Будут отработаны процессы рефабрикации СНУП-топлива в ЗЯТЦ. Планируется актуализация имитационных моделей линии изготовления ТВС в части моделирования доставки и монтажа оборудования с применением грузоподъемных механизмов — будут сформулированы предложения по использованию необходимых грузоподъемных и вспомогательных механизмов для доставки и монтажа. В опытно-промышленную эксплуатацию МФР планируется ввести в первом полугодии 2024 года.

▲ Этап пусконаладочных работ оборудования МФР

2.4 МОДУЛЬ ПЕРЕРАБОТКИ (МП) ОЯТ

Третий обязательный элемент ОДЭК — модуль переработки облученного ядерного топлива. Предполагается поэтапно реализовать комбинированную технологию переработки СНУП ОЯТ, включающую головной, пирохимический и гидрометаллургический переделы. Задача пирохимического передела — обеспечить возможность переработки ОЯТ с малой выдержкой путем выделения из потока ОЯТ основных продуктов деления. Это позволяет в разы сократить масштабы хранения ОЯТ перед переработкой. Задача гидрометаллургического передела — аффинаж урана, плутония и нептуния (U-Pu-Np), включая выделение и разделение америция (Am) и кюрия (Cm) и получение порошков оксидов U-Pu-Np-Am.

Комбинированная схема переработки ОЯТ РБН — достижение мирового уровня.

В 2021 году научно-исследовательские работы по пирохимической технологии (головной разработчик — Институт высокотемпературной электрохимии РАН в Екатеринбурге) вышли на стадию конструирования, изготовления и испытаний опытного оборудования.

Юрий МОЧАЛОВ,
главный технолог ПН «Прорыв»

«ОСОБЕННОСТЬЮ ИННОВАЦИОННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАБОТ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТОПЛИВА, ПЕРЕРАБОТКЕ ОЯТ И ОБРАЩЕНИЮ С РАО ЯВЛЯЕТСЯ СОЕДИНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗЯТЦ С СОВРЕМЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ РОБОТОТЕХНИКИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ДОСТИЧЬ СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ЧАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ»

Основные результаты работ по направлению «Модуль переработки»:

- разработана экспериментальная технология рефабрикации СНУП-топлива с вовлечением минорных актинидов (МА) в замкнутом цикле;
- разработана методика низкотемпературного спекания СНУП-топлива ВЭИК (высоковольтное электроимпульсное компактирование), обеспечивающая сохранение америция в таблеточном топливе в процессе изготовления твэлов;
- разработана и утверждена программа на период до 2030 года отработки процессов рефабрикации СНУП-топлива в ЗЯТЦ с использованием исходных компонентов, получаемых после переработки ОЯТ.

Среди задач 2022 года — изготовление макетов инновационного оборудования МП ОДЭК, проведение ряда испытаний, в том числе системы газоочистки опытно-промышленной установки кондиционирования высокоактивных отходов (ВАО), продолжение создания аппаратурно-методического комплекса для МП, а также разработка и утверждение концепции пуска модуля переработки.

▲ Реактор БН-800, Белоярская АЭС

3/ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭНЕРГОКОМПЛЕКС (ПЭК) НА БАЗЕ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

Концептуальный проект промышленного энергокомплекса на быстрых нейтронах был разработан в 2019 году. В 2020-м начались работы по детализированному технико-экономическому обоснованию проекта. Основной рассматриваемый вариант для проекта ПЭК — вариант с двумя энергоблоками с реакторами на быстрых нейтронах БР-1200 со свинцовым теплоносителем, производствами переработки отработавшего и фабрикации свежего ядерного топлива с возможностью топливообеспечения, а также вариант с реакторами с натриевым теплоносителем БН-1200М.

Разработан технический проект РУ БН-1200М с натриевым теплоносителем и эскизный проект РУ большой мощности со свинцовым теплоносителем БР-1200. С учетом высокой стадии разработки энергоблока с РУ БН-1200М он может стать первым энергоблоком с реактором на быстрых нейтронах, работающим в ЗЯТЦ, который планируется возвести на площадке блока № 5 Белоярской АЭС.

Энергоблок с РУ БН-1200М — логическое развитие реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем БН-600 и БН-800, подтвердивших безопасность и надежность реакторов данного типа.

По общим показателям, полученным в результате разработки технико-экономического обоснования, АЭС на базе реакторов БР-1200 и БН-1200М имеют перспективу достижения конкурентоспособных показателей в сравнении с иными источниками генерации, в том числе на углеводородном сырье и ВИЭ.

Основные задачи по направлению на 2022 год:

- разработка технического задания на технический проект РУ БР-1200;
- продолжение основных НИОКР в обоснование безопасности и технических решений проекта БН-1200М.

Основные результаты по направлению «Промышленный энергокомплекс (ПЭК)»

- разработано ТЭО ПЭК с АЭС с РУ БР-1200 и ЗЯТЦ, подтверждающее конкурентоспособность развития двухкомпонентной атомной энергетики на основе ЗЯТЦ с быстрыми реакторами;
- научно-технические советы подтвердили конкурентоспособность энергоблока с РУ БН-1200М и рекомендовали его сооружение с пуском в 2030 году;
- разработаны направления оптимизации ПЭК с применением литийионных батарей в составе систем накопления энергии АЭС;
- полностью реализована концепция «безлюдного производства» при проектировании МФР;
- разработано и обосновано применение роботизации отдельных установок МП ПЭК и КП РАО ПЭК;
- создан технический облик роботизированной установки сортировки РАО;
- разработан вариант лазерной фрагментации ОТВС РБН;
- созданы предложения по применению нейросетей в ЗЯТЦ.

В 2022 году по направлению ПЭК будет начата предпроектная стадия разработки (ОБИН), включая выбор площадки размещения АЭС с РУ БР-1200 и ЗЯТЦ ПЭК.

4/ ВВЭР-С К 2030 ГОДУ

Принципиальное отличие ВВЭР-С от обычных ВВЭР заключается в спектральном регулировании — отказе от жидкостного борного регулирования и управлении реактором за счет изменения водно-уранового соотношения в активной зоне путем введения в нее и выведения из нее вытеснителей по ходу топливной кампании. В реакторной установке ВВЭР-С избыточные нейтроны вместо поглощения в борной кислоте поглощаются на ^{238}U. При этом производится плутоний, то есть новое делящееся топливо.

Разработкой ВВЭР-С занимается ОКБ «Гидропресс» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — «Атомэнергомаш»). Применение системы спектрального регулирования ВВЭР-С приводит к серьезной экономии природного урана. При той же мощности, что и у обычного ВВЭР, реактор со спектральным регулированием потребляет на 30% меньше урана.

Кроме того, ВВЭР-С могут работать в различных топливных циклах — как в открытом, так и в замкнутом. Спектральное управление позволяет загрузить в легководный реактор активную зону, полностью состоящую из МОКС-топлива (топлива, содержащего несколько видов оксидов делящихся материалов — в основном плутония и урана). Сейчас в легководные реакторы можно загрузить активную зону, содержащую не более 50% МОКС-топлива. Как отмечают специалисты, применение системы спектрального регулирования позволит реакторам ВВЭР оставаться конкурентоспособными в структуре атомной энергетики будущего в условиях исчерпания запасов дешевого природного урана.

ЦНИИТМАШ (входит в машиностроительный дивизион Росатома — «Атомэнергомаш») разработал новый металлический сплав для корпуса реактора ВВЭР-С. Специалисты этого института усовершенствовали сталь марки 15Х2НМФА. Для ВВЭР-С достигнута категория прочности 55 при температуре 350 °С.

Строительство энергоблока с инновационным водо-водяным реактором со спектральным регулированием начнется в 2030 году.

Владимир АСМОЛОВ,
советник генерального директора Росатома, научный руководитель приоритетного направления научно-технологического развития (ПННТР) «Развитие современной ядерной энергетики на базе реакторов ВВЭР»

«ТЕХНОЛОГИЯ ВВЭР ИМЕЕТ БОЛЬШИЕ РЕЗЕРВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ, И КАЧЕСТВЕННЫЙ СКАЧОК В ЕЕ РАЗВИТИИ НЕОБХОДИМ. Я УВЕРЕН, ЧТО В БЛИЖАЙШИЕ 20 ЛЕТ НА ВНЕШНЕМ РЫНКЕ БУДЕТ ВОСТРЕБОВАНА ТОЛЬКО ЭТА ТЕХНОЛОГИЯ. СОЗДАНИЕ ВВЭР-С — ВАЖНЕЙШАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ГОСКОРПОРАЦИИ НА БЛИЖАЙШИЕ ШЕСТЬ-ВОСЕМЬ ЛЕТ. НИОКР УЖЕ ИДУТ, ИХ ФИНАНСИРУЮТ РОСАТОМ И АО «КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ», ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДВА ГОДА ВЫДЕЛЕНО БОЛЕЕ 500 МЛН РУБ. ПО ПРОГРАММЕ РТТН МЫ ПОЛУЧИМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БЮДЖЕТНЫЕ ДЕНЬГИ, КОТОРЫЕ ПОМОГУТ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ. ЕСТЬ ОГРОМНОЕ ЖЕЛАНИЕ К 2028 ГОДУ ИМЕТЬ УЖЕ ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ, ПОСЛЕ СОГЛАСОВАНИЯ КОТОРОГО В РОСТЕХНАДЗОРЕ МЫ СМОЖЕМ НАЧАТЬ СООРУЖЕНИЕ РЕФЕРЕНТНОГО БЛОКА»

РОСАТОМ