

**Ядерная энергия, человек и окружающая среда****А. ЛИХАЧЕВ О РАСШИРЕНИИ
ЯДЕРНОГО ПАРКА РОССИИ**

Глава Росатома А. Лихачев выступил на заседании 65-й очередной сессии Генеральной конференции МАГАТЭ, начавшей свою работу 20 сентября в Вене. Он сообщил о готовящихся к утверждению в Правительстве планах строительства новых АЭС в РФ и схеме размещения ядерных энергоблоков до 2035 г. «У нас есть конкретные планы по расширению наших действующих блоков. Советские блоки образца 1970-х годов мы начинаем постепенно выводить из эксплуатации. Их заменят порядка 15 новых блоков на горизонте до 2035 г. Наша задача — построить их на площадках, в первую очередь, действующих АЭС. Все они будут поколения «3+» мощностью 1200 МВт(э)».

По словам А. Лихачева, помимо увеличения численности ядерных энергоблоков «необходимы и инновационные решения», — «это, в том числе и реакторы на быстрых нейтронах для реализации замкнутого ядерного цикла; реакторы средней мощности 600—700 МВт(э); водо-водяные реакторы со спектральным регулированием, которые позволят поднять экономику генерации на новый, качественный уровень».

Лихачев сообщил также о российских успехах по развитию малой энергетики. Упомянув о работе единственной в мире плавучей АЭС с двумя реакторами малой мощности (ПАТЭС «Академик Ломоносов»), он рассказал о начале реализации подобных проектов — строительстве флотилий плавучих малых атомных станций на базе реакторов РИТМ для использования их при освоении Баимского рудного месторождения и наземного варианта блока с реакторной установкой РИТМ-200 для АЭС в Республике Саха (Якутия).

Глава Росатома остановился и на «зеленой повестке», напомнив о значительном вкладе ядерной энергетики в борьбу с изменением климата: «У нас в России нет сомнения в том, что современная ядерная энергетика соответствует принципам устойчивого развития и обеспечивает экономику стабильной и чистой энергией», — сказал он.

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ИННОВАЦИОННОГО ТОПЛИВА**

■ С 2016 г. в реакторе ВВЭР-1000 на энергоблоке № 3 Балаковской АЭС проходила опытно-промышленная эксплуатация трех экспериментальных ТВС, каждая из которых содержит по 6 опытных твэлов с РЕМИКС-топливом. В 2020 г. стартовал третий 18-месячный цикл его облучения. В сентябре 2021 г. в рамках планово-предупредительного ремонта, проходящего в это время на блоке № 3 Балаковской АЭС, состоялась выгрузка экспериментальных ТВС из реактора. Опытно-промышленная эксплуатация твэлов с РЕМИКС-топливом, продолжавшаяся около 5 лет (три топливных кампании), завершилась, и, по мнению зам. главного инженера по безопасности АЭС Ю. Рыжкова «прошла успешно»: «все пять лет испытаний наши специалисты контролировали нейтронно-физические и ресурсные характеристики экспериментальных ТВС — каких-либо отклонений от нормальной эксплуатации не было, что подтверждает проектные свойства нового ядерного топлива».

После выгрузки из реактора ТВС с инновационным топливом поместили в бассейн выдержки для снятия активности и остаточных тепловыделений до допустимых значений для его транспортировки.

Фабрикация первых РЕМИКС-ТВС организована в кооперации между ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск), где ведется изготовление уран-плутониевых (РЕМИКС) таблеток и АО «Сибирский химический комбинат» (г. Северск) на площадке которого изготавливаются твэлы

НОВОСТИ

и собираются РЕМИКС-ТВС. Экспериментальные твэлы и ТВС с РЕМИКС-топливом выпускаются в дизайне ТВС-2М, одной из базовых конструкций топлива ВВЭР-1000.

РЕМИКС-топливо — инновационная российская разработка для легководных тепловых реакторов, составляющих основу современной ядерной энергетики. Его топливная композиция производится из смеси регенерированного урана и плутония, которая образуется при переработке отработавшего ядерного топлива, с добавлением обогащенного урана. В отличие от уран-плутониевого топлива для быстрых реакторов (СНУП и МОКС) для РЕМИКС-топлива характерно более низкое содержание плутония (до 1,5%). В перспективе его можно внедрять без изменений в конструкции реактора и дополнительных мер по обеспечению безопасности. Использование такого топлива позволит многократно расширить сырьевую базу ядерной энергетики за счет замыкания ядерного топливного цикла, а также повторно использовать облученное топливо.

■ На энергоблоке № 2 Ростовской АЭС закончился этап опытно-промышленной эксплуатации толерантного ядерного топлива ATF (Accident Tolerant Fuel или Advanced Technology Fuel) нового поколения безопасности.

В рамках проходящей плановой ремонтной кампании, девятой с начала ввода в эксплуатацию энергоблока № 2 Ростовской АЭС, в активную зону реактора ВВЭР-1000 были загружены три комбинированные ТВС конструкции ТВС-2М, в которых содержалось по 12 твэлов в инновационном исполнении: у 6 твэлов в качестве конструкционного материала использовался хромоникелевый сплав 42ХНМ, а 6 твэлов имели оболочку из циркониевого сплава с хромовым покрытием.

Разработка ATF — ключевой тренд в мировой ядерной энергетике последних лет, направленный на то, чтобы вывести безопасность АЭС на качественно новый уровень, позволяющий либо полностью исключить, либо значительно затормозить развитие пароциркониевой реакции в активной зоне реактора, приводящей к негативным последствиям.

«Кроме того, отдельные варианты ATF с альтернативными топливными композициями могут сделать эксплуатацию более эффективной экономически без повышения уровня обогащения урана», — считает президент АО «ТВЭЛ» Н. Никипелова.

«Эксплуатация топлива в энергетическом реакторе — важный шаг для дальнейшей коммерциализации продукта, а по оценкам международных экспертов этот продукт будет доминировать на глобальном рынке уже в относительно краткосрочной перспективе», — добавила Никипелова.

Испытания толерантного топлива ATF российского дизайнера для ВВЭР и западных PWR ведутся Росатомом с 2018 г.

Экспериментальные ТВС, которые прошли два полных цикла реакторных испытаний в исследовательском реакторе МИР в АО «ГНЦ НИИАР» (г. Димитровград), содержали твэлы с четырьмя вариантами сочетаний материалов оболочки и топливной таблетки: помимо диоксида урана в качестве топливной композиции использовался и уран-молибденовый сплав с высокой теплопроводностью.

По итогам исследований планируется выбрать оптимальный вариант сочетания конструкционных и топливных материалов с учетом технических и экономических параметров.

РЕСПУБЛИКА БАНГЛАДЕШ «ПОДТВЕРЖДАЕТ СВОЮ ПОЗИЦИЮ В ЯДЕРНОМ МИРЕ»

10 октября на площадке строящейся в Республике Бангладеш АЭС Rooppur состоялась торжественная церемония установки корпуса реактора энергоблока № 1. В ней приняли участие премьер-министр страны Шейх Хасина (в режиме онлайн) и глава Росатома Алексей Лихачев (в качестве почетного гостя).

Ш. Хасина отметила, что этот день стал «днем радости и гордости для народа Бангладеш». С этого момента, по ее словам, Республика «подтверждает свою позицию в ядерном мире и вносит свой вклад в мирное использование ядерных технологий».

Площадка станции расположена в поселении Руппур в 160 км к северо-западу от столицы страны г. Дакки.

АЭС будет состоять из двух энергоблоков, в составе которых реакторы типа ВВЭР мощностью 1200 МВт каждый. Блоки российского дизайнера принадлежат к поколению «3+», имеют улучшенные технико-экономические характеристики и соответствуют самым современным требованиям

НОВОСТИ

надежности и безопасности. Срок их эксплуатации составляет 60 лет с возможностью его продления еще на 20 лет. Проект успешно реализован на блоке № 1 Нововоронежской АЭС-2, подключенном к электросети 5 августа 2016 г.; в ноябре 2017 г. он вошел в число трех лучших ядерных установок мира по версии авторитетного американского издания Power Magazine.

Старт началу строительства блока № 1 АЭС Rooppur был дан Ш. Хасиной 30 ноября 2017 г.; торжественная заливка «первого бетона» на энергоблоке № 2 состоялась 14 июля 2018 г. Блок № 1 должен начать вырабатывать электроэнергию в 2023 г., блок № 2 — в 2024 г. Генподрядчик строительства — АО «Атомстройэкспорт», сооружение станции осуществляется на условиях «под ключ». Комплекс работ включает проектирование, строительство, монтаж, пуско-наладку и ввод в эксплуатацию. В марте 2018 г. ГК «Росатом», Министерство науки и технологий Республики Бангладеш и Департамент по атомной энергии правительства Индии подписали меморандум о сотрудничестве в реализации проекта сооружения АЭС Rooppur, который создает основу для взаимодействия российского подрядчика, бангладешских и индийских экспертов. Стороны, в частности, будут сотрудничать в области подготовки и обучения персонала и обмена опытом. «Развитие квалифицированной рабочей силы и обмен опытом с Индией принесет пользу нашей стране», — считает бывший глава Комиссии по ядерной энергии Бангладеш М. Али Зуль-Карнама, — «при этом Бангладеш будет использовать российское оборудование, которому доверяют во всем мире. Это выгодное трехстороннее сотрудничество».

С вводом АЭС Rooppur в эксплуатацию Бангладеш станет третьей страной в Южной Азии, после Индии и Пакистана, обладающей ядерной энергетикой. Доля ядерного электричества в общем национальном производстве составит 10%. Сейчас большая часть энергоресурсов приходится на природный газ, отчасти уголь и небольшой процент составляет гидроэнергия. Страна с развивающейся экономикой, занимающая по количеству населения восьмое место в мире, испытывает острый дефицит электроэнергии — лишь половина населения имеет доступ к ней. По словам министра науки и технологии Республики Я. Османа «атомная электростанция всегда была мечтой Бангладеш». Ш. Хасина работает над развитием в стране ядерной энергетике, стремясь осуществить мечту своего отца М. Рахмана, первого президента страны, погибшего в ходе военного переворота в 1978 г. Выступая на торжественной церемонии 10 октября глава правительства сказала: «Сегодня очень важный день для нас, не только для Бангладеш, но и для меня лично. Благодаря неустанным усилиям, которые прилагает действующее правительство с 2009 г., страна превратилась в развивающееся государство, и мы намерены сделать так, чтобы к 2041 г. Бангладеш вышла в группу развитых стран. Правительство работает над созданием процветающей Бангладеш, чтобы будущее поколение могло отпраздновать столетие независимости страны в развитом и современном государстве».

Шейх Хасина заявила также, что ее правительство «после завершения текущего проекта» рассматривает возможность строительства еще одной АЭС: «Мы построим ее в южном регионе. Если нам удастся построить еще одну атомную электростанцию, мы больше никогда не столкнемся с кризисом энергоснабжения».

АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПЛАНЕ ФРАНЦИИ

12 октября Эмманюэль Макрон в своей речи в Елисейском дворце представил план реиндустриализации и инвестиций «Франция 2030», который, по его словам, будет стоить 30 млрд евро. Главной целью «Франция 2030» он объявил возвращение стране лидерства в сфере инноваций. Э. Макрон отметил, что инновации и индустриализация неразрывно связаны, и Франция ошибочно полагала, что она может быть инвестиционной, позволяя тяжелым отраслям экономики приходиться в упадок.

Ядерная энергетика, как основная производственная технология, занимает в плане первое место. Ее президент планирует развивать. Продолжение развития ядерной энергетике «абсолютно необходимо, потому что мы знаем, что нам и дальше будет нужна эта технология».

Несмотря на давление Брюсселя, Франция отказывается закрывать свои АЭС и неизбежность этого курса подтверждается в плане. В разделе «Новое изобретение ядерной энер-

НОВОСТИ

гетики» на демонстрацию технологии малых модульных реакторов (SMR) предусматривается 1 млрд евро. Макрон считает, что программа «начнется очень быстро, с очень четких первых проектов», добавив при этом, что «на самом деле необходимо запустить несколько проектов из разных технологических семейств». Что касается крупных реакторов, президент объявил, что он сможет принять решение о возможном строительстве до шести реакторов большой мощности «в ближайшие недели», ожидая завершения основного исследования премьер-министром Жаном Кастексом.

Озвученный Э. Макроном план предусматривает и массовое производство водорода с использованием ядерного электричества в этом десятилетии. По его словам, возможность использования «чистой» электроэнергии от 56 ядерных энергоблоков страны, «позволит Франции быть лидером» в развивающемся водородном секторе: «Мы должны развивать наше промышленное предложение в области водорода и, следовательно, вкладывать огромные средства в этот сектор. Это означает, что к 2030 г. Франция должна иметь на своей территории по крайней мере два гига-завода электролизеров, чтобы массово производить водород». «Ядерная, водородная и возобновляемая энергия» и их инновации позволят нам производить энергию и электричество по-другому и начать вносить свой вклад в этот мир, где мы производим лучше и больше без выбросов углерода».

Помимо 8 млрд евро на эти энергетические проекты, Э. Макрон дал понять, что Франция будет вкладывать больше средств, чтобы помочь существующей тяжелой промышленности в ее «декарбонизации»: «Это будут государственные и частные инвестиции».

Э. Макрон, за шесть месяцев до президентских выборов, представил «Францию 2030» как свой «ближайший ответ на великие вызовы нашего времени и способ построения гуманизма 21-го века» и, несомненно, эта программа будет использована в его предвыборной борьбе.

НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЛАН РУМЫНИИ

На заседании правительства Румынии принят комплексный национальный план по энергетике и изменению климата — «всеобъемлющий документ, который был разработан и адаптирован к последним реалиям», согласно заявлению министра энергетики страны Вирджила Попеску.

В плане приняты во внимание пять основных аспектов коллективной энергетической политики стран Евросоюза: энергетическая безопасность, декарбонизация, энергоэффективность, внутренний энергетический рынок, а также исследования, инновации и конкурентоспособность. План должен быть зарегистрирован в Евросоюзе.

В Румынии действует единственная АЭС Cernavoda с двумя ядерными энергоблоками в составе которых реакторы CANDU мощностью 650 МВт(э) каждый. Строительство АЭС началось в 1983 г.; блок № 1 вступил в строй в 1996 г., блок № 2 — в 2007 г., они обеспечивают 19% потребляемой в стране электроэнергии.

Разработанный комплексный план предусматривает строительство еще двух блоков на этой АЭС мощностью 675 МВт каждый, которые, согласно плану, должны быть запущены в 2030 и 2031 гг., соответственно. Частью плана является и реновация блоков № 1 и № 2 АЭС Cernavoda, которая ожидается в 2027—2028 гг. (блок № 1) и 2037 г. (блок № 2).

После реновации сроки службы обоих блоков должны быть продлены на 30 лет. В плане также поддерживается развитие быстрого реактора ALFRED со свинцовым теплоносителем, проект которого реализуется при поддержке Евросоюза. По оценкам, строительство демонстрационного реактора ALFRED мощностью 300 МВт может быть завершено до 2030 г.

Материал подготовила И.В. Гагаринская