

ROSATOM NEWSLETTER

01.

СТАТЬИ

В ИТЭР готовят испытания
Ледокол с героическим именем
Рожденные в один день



02.

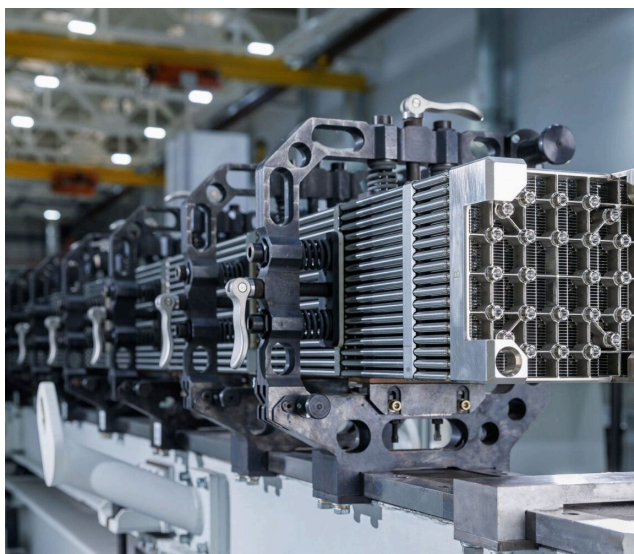
ТЕНДЕНЦИИ

Атом растет, но не увеличивается

03.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Китай. Топливо любой конфигурации
Турция. Сердце четвертого блока на площадке
Средний Восток. Реактор занял свое место



В ИТЭР ГОТОВЯТ ИСПЫТАНИЯ

На площадку строящегося Международного термоядерного экспериментального реактора (ИТЭР) 17 ноября прибыл из России первый из четырех испытательных стенов. В них в условиях, максимально приближенных к реальным, будут тестировать портплагги — устройства для размещения диагностических комплексов и технических систем.



Испытательный стенд представляет собой стальную вакуумную камеру весом почти 30 т и объемом 40 куб. м с вакуумной системой, системами нагрева, управления и контроля. Всего российская сторона, в соответствии с соглашением, подписанным в 2011 году, изготавливает и поставляет четыре таких стенда. Предприятие-изготовитель — Группа компаний машиностроения и приборостроения (ГКМП). ГКМП выпускает оборудование для термоядерного синтеза, криогенные комплексы и термовакuumные испытательные установки, проводит сложные испытания устройств.

«Этот испытательный стенд — одна из самых сложных и наукоемких систем в сфере нашей ответственности по проекту. Для его разработки и изготовления нашим ключевым поставщикам пришлось создать и внедрить передовые инновационные решения. России поручено изготовление всех установок, и это — результат нашего опыта и технологического лидерства», — сказал на торжественной церемонии в честь прибытия стенов директор Проектного центра ИТЭР (входит в «Росатом») Анатолий Красильников.

Испытания необходимы

В камерах стенов проверяют все 46 портплаггов, которые выпускают страны — партнеры проекта. Внутри будут созданы глубокий вакуум и высокая температура для проведения вакуумных, тепловых и функциональных испытаний. Так, предусмотрены три цикла

испытаний со сменой температуры с 20 до 240 °С. На каждом этапе будут проводить тест на утечку гелия для подтверждения герметичности системы.



Российские специалисты будут участвовать в пусконаладке стенда на площадке ИТЭР. «Мы отвечаем за шеф-надзор за сборкой стенда со всеми подсистемами и комплексные интегральные испытания», — рассказала газете «Страна Росатом» директор проектного офиса ИТЭР ГКМП Олеся Соловьева. ГКМП начала в этом году производство второго стенда. Предполагается, что он будет закончен к осени 2026 года. Затем заводские испытания, и в начале зимы его отгрузят во Францию. Третий и четвертый стенов поставят до конца 2029 года

— такую задачу поставила Международная организация ИТЭР.

Российский вклад

Заместитель гендиректора ИТЭР по строительству Серджо Орланди высоко оценил вклад российской стороны: «Как руководитель проекта по сооружению установки, я очень рад, что эта поставка первого стенда для испытаний порт-плагов от российского агентства ИТЭР состоялась. Этот комплекс — яркий пример высокого уровня промышленных возможностей Российской Федерации, обеспечившей завершение проекта в срок, с требуемым качеством и в рамках бюджета. Особую благодарность хочу выразить специалистам Российской Федерации, которые осуществляли квалифицированный надзор на всех этапах проектирования, закупок и сборки стенда».

Ранее российские атомные предприятия поставили на площадку сооружения ИТЭР сверхпроводники, катушку полоидального поля и четыре гиротронных комплекса. Продолжается производство других компонентов. Поставки уникального российского оборудования осуществляются в срок, в соответствии с графиком сооружения реактора. Всего российским институтам и предприятиям поручено изготовить и поставить 25 высокотехнологичных систем будущей термоядерной установки ИТЭР.

ИТЭР — проект первого в мире международного термоядерного экспериментального реактора нового поколения. Строительная площадка расположена возле Марселя (Франция). Задача проекта — продемонстрировать научно-технологическую осуществимость использования термоядерной энергии в мирных целях и отработать связанные с этим процессы. Практическое освоение термоядерного синтеза позволит обеспечить людей энергией на тысячелетия вперед.

Россия входит в число участников проекта ИТЭР наряду с ЕС, Китаем, Индией, Японией, Южной Кореей и США. Функции российского национального агентства ИТЭР, ответственного за обеспечение натурального вклада России в проект, выполняет Проектный центр ИТЭР (частное учреждение «Росатома»).

Фото: ITER, Проектный центр «ИТЭР» в России

Ледокол с героическим именем

На Балтийском заводе заложили «Сталинград», седьмой атомный ледокол проекта 22220. После сдачи в эксплуатацию этот ледокол станет девятым в составе российского «Атомфлота». Такие ледоколы обладают уникальными характеристиками: например, могут преодолевать льды до 3 м.



Ледокол назвали в честь города Сталинграда (сейчас — Волгоград). В этом городе и окрестностях с 17 июля 1942 года по 2 февраля 1943 года происходила Сталинградская битва — одно из крупнейших генеральных сражений Второй мировой войны между советской Красной армией и немецким вермахтом, закончившееся победой Красной армии.

Церемонию закладки ледокола приурочили к началу операции «Уран»: 19 ноября 1942 года советская Красная армия в Сталинграде перешла в контрнаступление.

«Уверен, что новый ледокол «Сталинград» будет достойно носить это гордое имя. Работая в суровых условиях Арктики, прокладывая путь через льды, он станет еще одним символом таланта, силы, созидательной энергии нашего народа, его способности ставить перед собой и воплощать в жизнь самые дерзновенные планы, выстоять в самые тяжелые времена», — заявил президент России Владимир Путин, выступая на церемонии закладки атомохода по видеосвязи.

«Вы поставили перед нами новую цель — создать на основе СМП Трансарктический транспортный коридор. Это задача огромного, планетарного масштаба. Ее решение позволит укрепить лидерство России и обеспечить реализацию национальных проектов в высокоширотной зоне и заложит основы логистического суверенитета Российской Федерации», — сказал, обращаясь к президенту, гендиректор «Росатома» Алексей Лихачев.

На церемонии участник Сталинградской битвы Павел Винокуров (в ноябре ему исполнилось 103 года) передал Алексею Лихачеву капсулу с землей из Волгограда. Она будет храниться на ледоколе.



Красное на белом

Дизайн «Сталинграда» выдержан в красно-белых тонах. Боковые стороны надстройки белые, на передней — панно: на красном фоне — белая звезда города-героя. На ней — красный силуэт скульптуры «Родина-мать зовет!».

Красно-белое решение надстройки «Сталинграда» решает еще и функциональную задачу: позволяет издали отличить его от строящегося на Балтийском заводе ледокола той же серии «Ленинград», у которого фасад жилой надстройки выполнен в сине-белых цветах.

«Это огромное счастье — создавать облик

атомного ледокола. А то, что «Сталинград» закладывают в год 80-летия Победы и атомной отрасли, придает дополнительную значимость проекту», — сказал автор дизайна и начальник отдела художественного оформления и дизайна частного учреждения «Центр коммуникаций «Росатома» Владимир Ружников.

Еще больше ледоколов

На момент закладки «Сталинграда» его готовность составила 4% — собраны первые три секции. Ледокол немного отличается от предшественников, так как по мере накопления опыта в каждое следующее строящееся судно вносят улучшения. Но основные особенности судов проекта 22220 сохранились: двухосадочность, использование двух реакторных установок РИТМ-200 и системы электродвижения переменного тока с асинхронными гребными электродвигателями. Такие ледоколы могут преодолевать льды до 3 м.

Сейчас на Балтийском заводе строят еще два атомных ледокола проекта 22220 — «Чукотку» и «Ленинград».

«Чукотку» уже готовят к швартовным испытаниям. В ноябре Машиностроительный завод (входит в «Росатом») с опережением контрактных сроков завершил изготовление активных зон для обеих реакторных установок ледокола. В октябре на «Чукотке» установили укрупненный блок надстройки из десяти секций общим весом более 200 т, в котором разместятся шахты отделений вспомогательной энергетической установки ледокола. В том же месяце установили и укрупненный насыщенный блок секций жилой надстройки весом около 300 т. После монтажа корпусных конструкций специалисты «Балтзавода» перейдут к обустройству внутренних помещений: кают, кают-компаний, столовой, зоны отдыха и проч.

На «Ленинграде» в ноябре установили резервный дизельный генератор (РДГ) на левом борту — агрегат весом 38,5 т и мощностью 2000 кВт. Следом установят РДГ на правый борт. Строительная готовность судна оценивается в 20%.

Благодаря переходу на технологию крупноблочного строительства сроки постройки атомных ледоколов сокращаются. Если головной ледокол серии строили семь лет, то следующий, «Якутию», — менее пяти. В пять лет планируют уложиться при строительстве «Чукотки», в четыре с половиной года — «Ленинграда» и «Сталинграда».

Кроме того, на верфи «Звезда» продолжается строительство суперледокола «Россия» проекта 10510, его планируют ввести в эксплуатацию в 2029 году.

Атомные ледоколы обеспечивают безопасные проводки судов сквозь льды на морских арктических маршрутах Трансарктического транспортного коридора, от Санкт-Петербурга до Владивостока.

Сейчас в атомный флот России входят восемь ледоколов, из них четыре — новейшего проекта 22220: «Арктика» (введена в эксплуатацию в 2020 году), «Сибирь» (2021), «Урал» (2022), «Якутия» (2024).

Фото: Объединенная судостроительная корпорация, kremlin.ru

Рожденные в один день

В 2025 году два предприятия машиностроительного дивизиона «Росатома» — ОКБМ Африкантов (ОКБМ, расположено в Нижнем Новгороде) и Центральное конструкторское бюро машиностроения (ЦКБМ, в Санкт-Петербурге) — в один день, 27 декабря, отмечают 80-летие. ОКБМ проектирует, изготавливает и испытывает реакторные установки для ледоколов, наземных и плавучих атомных станций малой мощности (АСММ), реакторы на быстрых нейтронах. ЦКБМ специализируется на главных циркуляционных насосных агрегатах (ГЦНА).



ОКБМ Африкантов

В 1945 году в составе завода № 92 было образовано особое конструкторское бюро по проектированию специальных машин (ОКБ) для решения задач советского атомного проекта.

В первые годы занимались получением ядерных материалов и поиском технологий обращения с ними. Так, с 1945 года ОКБ участвовало в создании газодиффузионных машин для обогащения урана.

Одно из важнейших направлений деятельности предприятия — судовые реакторные установки. Первый заказ — разработать атомную паропроизводящую установку для ледокола «Ленин» — ОКБ получило в 1953 году. В 1955 году он был выполнен. С 1975 по 2006 год для девяти атомных ледоколов конструкторы предприятия разработали и выполнили три модификации реакторной установки — ОК-900А, КЛТ-40, КЛТ-40М.

Теперь ОКБМ — главный конструктор и комплектный поставщик реакторных установок для ледоколов проектов 22220 и 10510. Для первых ОКБМ поставляет реакторные установки РИТМ-200, для ледокола «Россия» проекта 10510 — РИТМ-400 удвоенной мощности.

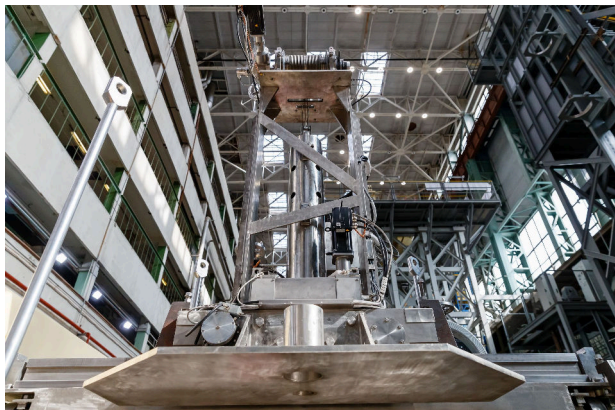
Конструкции судовых реакторных установок оказались столь успешными, что их стали

использовать для атомных станций малой мощности (АСММ). Для первой в мире плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС) «Академик Ломоносов» конструкторы ОКБМ произвели две реакторные установки КЛТ-40С. Для плавучих энергоблоков (ПЭБ), которые будут работать на Чукотке, специалисты ОКБМ разработали паротурбинные установки, которые, в отличие от КЛТ-40С, будут вырабатывать только электроэнергию. Электрическая мощность ПЭБа по сравнению с ПАТЭС вырастет в полтора раза — с 77 до 116 МВт. Для международного рынка ОКБМ разработал реакторную установку РИТМ-200М с увеличенным сроком между перегрузками топлива. ПЭБы с такими реакторами могут работать в странах с минимально развитой ядерной инфраструктурой. Еще одна модернизированная разработка — более мощная реакторная установка РИТМ-400М.

Пилотный проект в сегменте наземных АСММ — реакторные установки РИТМ-200Н. Два таких реактора установят на станцию возле поселка Усть-Куйга в Якутии.

Разработки в области реакторов на быстрых нейтронах предприятие ведет с 1960 года: это первый в мире опытно-промышленный энергетический реактор БН-350 и энергетические реакторы БН-600 и БН-800. Следующий проект — реактор БН-1200М для пятого энергоблока Белоярской АЭС. Его

строительство — часть проекта по замыканию ядерного топливного цикла.



Также ОКБМ Африкантов — главный конструктор высокотемпературных газоохлаждаемых реакторных установок для энерготехнологических комплексов и водородной энергетики.

До конца 2025 года ОКБМ Африкантов планирует изготовить и отгрузить РИТМ-200 для атомного ледокола «Ленинград», сдать заказчику РИТМ-400 для ледокола «Лидер», поставить РИТМ-200С для головного плавучего энергоблока — и это далеко не полный перечень отгрузок и работ.

ЦКБМ

ЦКБМ тоже начинал с производства основного оборудования для газодиффузионного обогащения. Сейчас это ключевой производитель насосного оборудования для АЭС.

Главные циркуляционные насосные агрегаты (ГЦНА) производства ЦКБМ установлены на более чем 20 АЭС в России и за рубежом.

Свежий пример — изготовление ГЦНА для энергоблока № 1 Курской АЭС — 2. Это насосные агрегаты нового поколения, у них одновальная компоновка, они используют воду вместо масла для смазывания и охлаждения узлов насоса и электродвигателя. Это улучшает эксплуатационные характеристики и повышает пожаробезопасность энергоблока.

Для реактора со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300, который строится в Северске Томской области в рамках проекта «Прорыв», конструкторы и инженеры построили уникальный насос, рассчитанный на перекачку жидкого свинца. Также в рамках «Прорыва» для модуля фабрикация-рефабрикация (также строится в рамках «Прорыва») ЦКБМ выпустил оборудование для производственных линий.

Ранее на предприятии произвели оборудование для твэлов с МОКС-топливом и изготовления тепловыделяющих сборок.

Кроме того, ЦКБМ разрабатывает и изготавливает дистанционно управляемое транспортно-технологическое оборудование для работы с радиоактивными материалами и отходами, которое используется на АЭС разных типов в России и за рубежом.

У ЦКБМ собственный испытательный центр. Это единственный в России комплекс для полномасштабных испытаний насосного оборудования в условиях, имитирующих работу реактора по всем параметрам (давление, температура, тип теплоносителя). Испытания проходят в различных режимах, позволяя тут же выявить отклонения параметров работы и устранить неисправности.

Предприятие активно внедряет новые технологии: роботизированную сварку элементов насосного оборудования, машинное зрение, технологии виртуальной реальности.

В 2025 году ЦКБМ завершило отгрузки комплектов ключевого оборудования ГЦНА для энергоблоков № 8 Тяньваньской АЭС и № 3 АЭС «Сюйдапу». Также было отгружено насосное и перегрузочное оборудование для других атомных станций.

Фото: газета «Страна Росатом»

Атом растет, но не увеличивается

Международное энергетическое агентство (МЭА) в ноябре выпустило доклад «Мировой энергетический прогноз», где представило обзор положения дел в различных энергетических отраслях в прошлом и настоящем, дало прогноз на будущее и обозначило ключевые вызовы и риски. Атомная отрасль растет, но не так быстро, как другие энергетические отрасли.



В докладе МЭА исходит из того, что нестабильность — ключевое свойство текущей реальности во всем мире и энергетическая безопасность — это то, о чем следует заботиться в первую очередь.

Главные риски, которые выделяет МЭА, — геополитическая турбулентность и конфликты, сдержанные цены при превышении предложения над спросом на нефтяном рынке, ограничения на поставки критически важных твердых полезных ископаемых, киберугрозы, производственные и климатические риски. «Решения, принимаемые лицами, определяющими энергетическую политику, будут иметь решающее значение для устранения этих рисков, но действовать им приходится в неоднозначных условиях», — отмечается в докладе.

В мире по-прежнему дефицит энергии. Энергетика (как, впрочем, очень часто и ранее) находится в центре современной геополитической напряженности. В таких условиях страны стремятся обеспечить энергетическую безопасность и доступность энергоресурсов, но делают это разными способами: «Некоторые страны, в том числе многие страны — импортеры энергоресурсов, видят решение в развитии возобновляемых источников энергии и повышении энергоэффективности. Другие же в большей степени сосредоточены на обеспечении достаточных поставок традиционных видов топлива», — считают авторы доклада.

Растут все виды энергогенерации: «В 2024 году возобновляемые источники энергии в 23-й раз подряд продемонстрировали рекордный рост внедрения. Потребление нефти, природного газа, угля, а также выработка атомной энергии также достигли исторических максимумов», — отмечается в отчете.

Еще одна важная тенденция, которую отмечают аналитики МЭА, — снижение интенсивности усилий по сокращению выбросов на национальном и международном уровнях. С 2019 года спрос на уголь, главным образом благодаря Китаю, рос на 50% быстрее, чем на следующий по темпам роста ископаемый вид топлива — природный газ. Это ключевая причина продолжающегося роста выбросов, связанных с энергетикой.

Текущее положение дел

С 2010 года общемировой спрос на энергию увеличился более чем на 20%. В 2024 году он продолжил расти, увеличившись на 2% — до более чем 650 ЭДж. Это гораздо больше, чем в среднем за период с 2010 по 2023 год (1,4%). Ископаемое топливо удовлетворило в 2024 году почти 80% общего спроса на энергию. Стабильный рост показывает ветровая и солнечная генерация (почти 700 ТВт·ч). Уровень выработки в атомной энергетике, снизившись в начале 2010-х годов, затем вырос благодаря подключениям к сети новых блоков и перезапуску ранее остановленных. В докладе это названо «сильным ростом», однако по

сравнению с другими источниками энергии объем поставок электроэнергии остается низким (ниже только биомасса).

Крайне скромным выглядит и увеличение установленной мощности мировой атомной генерации — в среднем лишь на 8 ГВт в год за последние 10 лет. Для сравнения: объем установленной мощности мировой солнечной генерации за тот же срок вырос в десять раз и в 2024 году составил 540 ГВт.



Инвестиции в энергетику в 2024 году выросли до \$3,2 трлн, это гораздо выше, чем \$2,6 трлн, которые в среднем вкладывались в течение предыдущего десятилетия. На графике, приведенном МЭА, видна недоинвестированность атомной энергетики не только по сравнению с такими популярными и быстрорастущими сегментами, как энергоэффективность, возобновляемая энергетика и накопители электроэнергии, но и такими отраслями, как нефть, газ и даже уголь. Рост инвестиций на 70% за последние пять лет звучит неплохо, но если сравнить его с удвоением объемов вложений за тот же срок в солнечные панели, то очевидно, что и темпы роста (особенно с учетом более низкой базы), увы, невелики.

Европа и США перестали быть лидерами в атомной отрасли. «В последние годы строительство больших реакторов в Европе и США столкнулось со значительными задержками и превышением сметы: в среднем их вводили в эксплуатацию на восемь лет позже запланированного срока, а стоимость превышала первоначальные оценки в 2,5 раза», — говорится в отчете. Там же скромно отмечается, что в России, Китае и Корее некоторые ядерные проекты были завершены ближе к первоначальным срокам и смете.

Прогнозы для энергетики

Уже традиционно МЭА представило в «Мировом энергетическом прогнозе» несколько сценариев возможного развития энергетики в мире. Сценарий текущих политических решений (ТПР) дает краткое описание действующих политик и нормативных актов и предлагает осторожную оценку скорости внедрения и интеграции новых энергетических технологий в энергосистему. Сценарий заявленных политических решений (ЗПР) включает официально предложенные, но еще не принятые политические решения, а также другие стратегические документы, указывающие направление развития энергетики. Этот сценарий предполагает, что препятствия к внедрению новых технологий ниже, чем в сценарии ТПР. Эти два сценария, по-видимому, оцениваются как наиболее вероятные. Также в докладе представлен сценарий «Нулевые выбросы к 2050 году», который характеризует путь к сокращению общемировых выбросов углекислого газа в энергетике до нулевого к 2050 году, и сценарий ускорения внедрения экологически чистых технологий приготовления пищи и электроснабжения.



Сценарий ТПР

В соответствии с этим сценарием спрос на электроэнергию вырастет везде. Наибольший рост покажут Индия и Индонезия. Предполагается, что солнечные фотоэлектрические системы и ветроэнергетика станут конкурентоспособными во многих регионах, но их внедрение столкнется с проблемами, которые замедлят рост. В результате ежегодный прирост мощностей солнечных фотоэлектрических систем составит в среднем 540 гигаватт к 2035 году. Впрочем, это сопоставимо с объемом установленных мощностей в 2024 году. Уголь до 2035 года останется крупнейшим источником мировой электрогенерации. Строительство новых

атомных электростанций ускорится в 2030-х годах: «Более чем в 40 странах приняты программы по расширению использования атомной энергии, инвестиции с 2015 года удвоились, и наблюдается растущий портфель разрабатываемых проектов: в результате, согласно прогнозу в рамках сценария ЗПР, глобальные мощности атомной энергетики к 2035 году увеличатся на треть». К 2050 году рост составит более 80%. В качестве источников роста аналитики МЭА назвали перезапуск реакторов в Японии и новые блоки в США, Японии, Корее и Франции.

Восстановим справедливость: рост обеспечат прежде всего блоки в России и Китае, а также те блоки в Европе, Азии и Африке, которые в настоящее время строят или готовят к началу строительства «Росатом». Так, в соответствии с Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики до 2042 года в России запланирован ввод 38 атомных энергоблоков совокупной мощностью 29,3 ГВт. В структуре производства электроэнергии в России доля атома вырастет с 18,9% в 2023 году до 24% в 2042 году. Зарубежный портфель «Росатома» состоит из 41 блока большой и малой мощности в 11 странах мира.

«На Китай в настоящее время приходится почти половина всех строящихся в мире атомных энергетических мощностей, и к 2030 году страна должна стать крупнейшим в мире оператором АЭС», — все же отмечается в отчете.

Несмотря на то что атомная энергетика в ближайшие десять лет по сценарию ТПР будет расти примерно на том же уровне, что и другие источники энергии (например, уголь), в абсолютных цифрах из-за низкой базы объем установленной мощности атомной генерации в 2035 году останется на самом низком уровне по сравнению с другими источниками энергии.

Сценарий ЗПР

Этот сценарий разработан для отражения преобладающего направления развития энергетической системы, даже если страновые правила и нормы еще не закреплены законодательно.

В соответствии с этим сценарием с 2030-х годов генерация на возобновляемых источниках энергии сможет удовлетворить весь дополнительный мировой спрос на энергию. Доля генерации на ВИЭ в выработке электроэнергии вырастет с одной трети в

настоящее время до более чем половины к 2035 году и до двух третей к 2050 году, в первую очередь за счет солнечной и ветровой энергии в сочетании с аккумуляторами. Выработка атомной энергии к 2035 году вырастет на 40%, сохранив долю в общем производстве электроэнергии на уровне 9%. МЭА пересмотрело прогноз спроса на атомную генерацию в этом сценарии. Предположительно, к 2035 году он будет на 4% выше, чем это прогнозировалось годом ранее. С 2035 до 2050 года, если реализуется сценарий ЗПР, атомная энергетика вырастет на дополнительные 40%, но все равно останется на уровне порядка 9%.



В соответствии с обоими сценариями инвестиции в атомную энергетику к 2035 году увеличатся, поскольку несколько стран принимают окончательные инвестиционные решения по крупным новым реакторам. Уровень инвестиций вырастет на 40% по сравнению с нынешним, до более чем \$100 млрд в год, в рамках ЗПР и примерно на 30%, до более чем \$90 млрд в год, в рамках ТПР. Если посмотреть на инвестиции в другие сегменты энергетики, то станет очевидно, что цифры инвестиций в атом очень невелики. Так, мировые инвестиции в электросетевое хозяйство вырастут в 2035 году до порядка \$715 млрд в сценарии текущих политических решений и \$730 млрд в сценарии заявленной политики.

Некоторые выводы

Положение дел и наиболее вероятные сценарии, представленные в докладе МЭА, показывают, что атомная генерация — высокотехнологичная отрасль, отвечающая запросам на экологичность, низкоуглеродность и стабильную выработку, — занимает наименьшую долю среди всех видов электрогенерации.

Учитывая общий рост потребления электроэнергии и в целом энергоносителей в мире, атомной энергетике придется «очень быстро бежать», чтобы хотя бы сохранить

нынешнюю долю (около 9%) в мировой энергокорзине.

Чтобы достичь более высоких результатов, придется «бежать еще быстрее». Для этого требуются соответствующие политические решения, технологии, инвестиции, кадры.

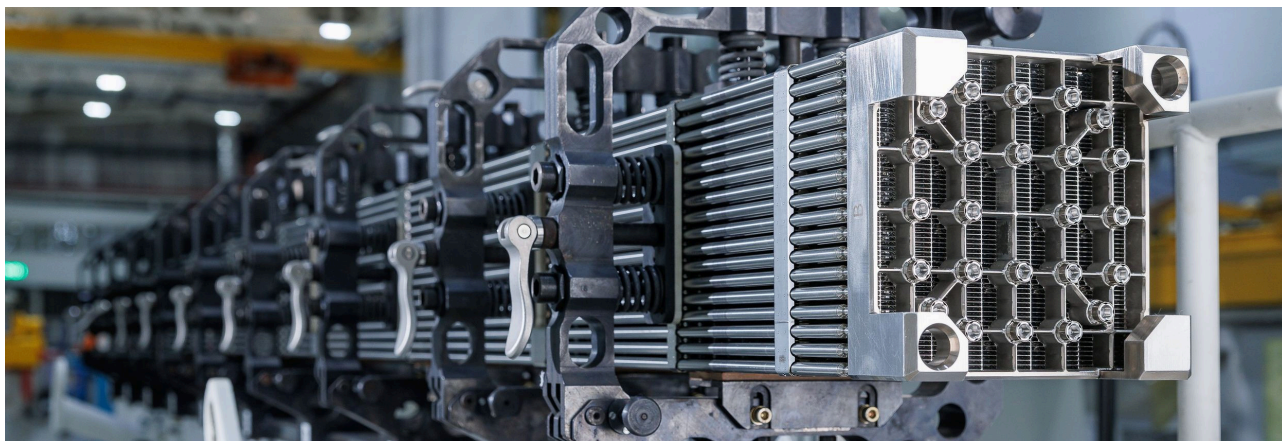
К счастью, в инвестиционной среде постепенно происходят изменения к лучшему. Так, в конце ноября Азиатский банк развития (АБР) внес изменения в свои нормы и правила, которые позволяют ему инвестировать в проекты атомной энергетики. Также АБР подписал соглашение с МАГАТЭ о сотрудничестве поддержки стран Азиатско-Тихоокеанского региона, которые изучают возможности использования ядерной энергии в рамках своих стратегий в области энергетики и развития. Ранее подобное решение принял Всемирный банк.

Остается надеяться, что за этими решениями и соглашениями последуют подобные. Такие инвестиции позволят строить новые блоки большой и малой мощности по всему миру, обеспечивая страны устойчивой электроэнергией, людей — интересной высокооплачиваемой работой и способствуя развитию науки и технологий.

Фото: Ленинградская АЭС, АО «Росатом
Возобновляемая энергия», Unsplash

Топливо любой конфигурации

На Международной выставке инноваций в атомной энергетике, прошедшей в Китае, «Росатом» продемонстрировал свои достижения в области разработки топлива «ТВС-Квадрат». Рассказываем, какое топливо для традиционных и инновационных реакторов разрабатывает и производит российская госкорпорация.



IV Международная выставка инноваций в атомной энергетике прошла в Шэньчжэне в середине ноября. Мероприятие собрало более 100 крупнейших организаций атомной отрасли и академическое сообщество. Центральным экспонатом выставочного стенда «Росатома» стала интерактивная стена, демонстрирующая российскую разработку ядерного топлива «ТВС-Квадрат» для реакторов западного дизайна. Отдельный раздел экспозиции был посвящен 75-летней истории российско-китайского сотрудничества в атомной энергетике, ядерной медицине и логистике. Стенд госкорпорации посетила делегация организаторов выставки во главе с председателем правления Китайской ассоциации энергетических исследований Ши Юйбо.

Макет топливной сборки был выбран ключевым экспонатом выставки неслучайно. «Росатом» — один из мировых лидеров по обогащению урана и производству ядерного топлива. Внутри госкорпорации за это отвечает топливная компания «ТВЭЛ»: деятельность компании включает в себя обогащение урановой продукции, изготовление тепловыделяющих сборок и комплектующих для них, услуги по разработке, лицензированию и научно-техническому сопровождению эксплуатации топлива.

Для водо-водяных и не только

«ТВЭЛ» производит ядерное топливо для всех типов энергетических реакторов российского

дизайна: ВВЭР-440, ВВЭР-1000, ВВЭР-1200 поколения III+, РБМК, ЭГП-6, БН-600 и БН-800, полностью обеспечивая работу АЭС в России и ряде зарубежных стран. Топливная компания «Росатома» занимает 17% мирового рынка ядерного топлива.



Так, на предприятиях «ТВЭЛ» производят топливо для ВВЭР-1200 — флагмана российской атомной промышленности. Оно отличается повышенным уровнем ураноемкости твэла. Это топливо обеспечивает эксплуатацию в гибких топливных циклах различной длительности с возможностью суточного маневрирования и делает работу энергоблоков более экономически эффективной.

«ТВС-Квадрат» (TVSK) — линейка тепловыделяющих сборок для реакторов PWR квадратного сечения, с возможностью

адаптации под иные типоразмеры ТВС. В конструкции этого топлива использованы два семейства российских циркониевых сплавов — Э110 для решеток и оболочек твэлов и Э635 для направляющих каналов топливных сборок. Комбинация этих материалов обеспечивает продолжительную эксплуатацию реакторов с разными водно-химическими режимами при высоких показателях надежности и коррозионной стойкости с минимальным образованием окисной пленки.

В основе конструкции TVSK лежат лучшие решения, которые были успешно апробированы в топливе для реакторов типа ВВЭР. TVSK — полностью независимая конструкция, свободная от интеллектуальной собственности третьих стран.

Топливные инновации

Также в «ТВЭЛ» разрабатываются инновационные виды ядерного топлива. Это, например, «толерантное» топливо ATF (Accident Tolerant Fuel): оно принадлежит к новому поколению безопасности и устойчиво к перегреву в случае прекращения подачи охлаждающей воды в активную зону реактора. Основная концепция — исключение пароциркониевой реакции, которая возникает в случае повышения температуры циркониевых оболочек тепловыделяющих элементов и их разрушения. АО «ТВЭЛ» создает толерантное топливо как для ВВЭР, так и для реакторов западного дизайна.

В прошлом году на втором энергоблоке Ростовской АЭС начался третий цикл эксплуатации тепловыделяющих элементов толерантного топлива. Таким образом, кассеты с опытными твэлами пройдут стандартный цикл эксплуатации ядерного топлива для российских реакторов ВВЭР-1000 — три топливные кампании по 18 месяцев.

Еще одна инновационная разработка «ТВЭЛ» — РЕМИКС-топливо для ВВЭР, которое получают из неразделенной смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В выделенную смесь добавляют небольшое количество обогащенного урана. Таким образом повторно используется не только плутоний, содержащийся в облученном топливе, но и невыгоревший уран-235. Применение РЕМИКС-топлива позволит снизить потребление природного урана в топливном цикле. В конце прошлого года на первом блоке Балаковской

АЭС начался третий 18-месячный цикл опытно-промышленной эксплуатации тепловыделяющих сборок с РЕМИКС-топливом.

МОКС-топливо тоже производится из ОЯТ, но в его основе — оксид плутония, наработанный в энергетических реакторах, и оксид обедненного урана. Это приближает замыкание ядерного топливного цикла, сокращает объем образования ядерных отходов и расширяет сырьевую базу атомной энергетики за счет многократного рециклирования ядерного топлива. Налажено серийное производство МОКС-топлива.

Такое топливо в первую очередь планируется использовать на «быстрых» реакторах. Еще три года назад реактор БН-800 на четвертом блоке Белоярской АЭС полностью перешел на МОКС-топливо. Однако есть возможность использования этого топлива и на водо-водяных реакторах нового поколения. В марте этого года в «Росатоме» начались исследования нейтронно-физических характеристик реактора ВВЭР-С с МОКС-топливом.

Кроме того, на предприятиях «ТВЭЛ» производят ядерное топливо для всех российских и ряда зарубежных исследовательских реакторов. Также «ТВЭЛ» обеспечивает ядерным топливом ледокольный флот России и первую в мире плавучую АЭС «Академик Ломоносов».

Работа на перспективу

Ученые «Росатома» разрабатывают топливо и для принципиально новых реакторов. Один из них — высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (ВТГР). Это ключевой элемент атомной энерготехнологической станции (АЭТС), нацеленной на обеспечение высокопотенциальным теплом промышленных предприятий, в том числе для производства аммиака и водородсодержащей продукции методом парокислородной конверсии метана. Недавно на одном из предприятий «Росатома» была создана опытно-промышленная линия по производству топлива для ВТГР. Основа такого топлива — микротвэлы и топливные компакты, способные работать в условиях экстремально высоких температур.

Photo by: TVEL JSC, FSUE «Mining and Chemical Combine», Balakovo NPP

Сердце четвертого блока на площадке

На площадку строящейся АЭС «Аккую» доставлен корпус реактора для четвертого блока. Это последний из четырех реакторов для станции — остальные три уже установлены в проектное положение. Параллельно со стройкой идет подготовка персонала: новая группа турецких студентов начала обучение в российских вузах по атомным специальностям.



Помимо корпуса реактора, на площадку также доставили транспортный шлюз для блока № 3 и компенсатор давления для блока № 4. Оборудование транспортировалось разными видами транспорта. От завода-изготовителя корпус реактора доставили на причал на специальной самоходной платформе, после чего судно преодолело более 3000 километров по морю и прибыло на грузовой терминал «Восточный» на территории площадки АЭС «Аккую».

«Корпус реактора — это ключевой элемент атомного энергоблока, в котором во время эксплуатации станции будет происходить управляемая цепная реакция. Реактор еще называют сердцем атомной электростанции. На сегодняшний день это оборудование уже установлено на первом, втором и третьем энергоблоках. Прибытие корпуса для четвертого блока означает, что мы завершили поставку реакторов для всех четырех блоков АЭС «Аккую», — сказал генеральный директор АО «Аккую Нуклеар» Сергей Буцких.

Корпус реактора, изготовленный из высокопрочной теплостойкой легированной стали, имеет длину около 13 метров, диаметр — 4,5 метра. Вес изделия составляет 320 тонн. Срок службы — от 60 лет с возможностью продления до 80 лет.

Монтаж корпуса реактора на четвертом блоке будет выполнен с применением технологии оретор, предусматривающей подачу крупногабаритного оборудования в герметичную зону через открытый верх цилиндрической части здания реактора. Технология оптимизирует строительно-монтажные операции на энергоблоке.

Знания об атоме — для всех

В конце ноября к занятиям в магистратуре четырех российских вузов приступила новая группа из 56 студентов. Отбор студентов проводился среди выпускников бакалавриата профильных вузов Турции по показателям успеваемости и релевантности полученного образования. Все кандидаты прошли вступительные испытания, в том числе собеседования с преподавателями вузов — участников программы. Обучение студентов проходит в рамках программы подготовки инженерного персонала для АЭС «Аккую».

В течение первого года студенты изучат русский язык до уровня, необходимого для освоения профильных дисциплин, после чего продолжат подготовку по специальностям в области ядерной физики, теплоэнергетики, электроэнергетики, электротехники.

«Каждый новый набор — это шаг вперед в

подготовке команды, которой предстоит эксплуатировать первую атомную электростанцию в Турции. К обучению приступила новая группа студентов. Для них открываются широкие перспективы профессионального развития в атомной энергетике. В лучших российских технических вузах наши будущие коллеги получают фундаментальные знания, а работа на АЭС «Аккую» позволит применить их на практике. Мы обеспечим студентам поддержку на всех этапах — от адаптации в России до распределения по подразделениям «Аккую Нуклеар», — отметил генеральный директор АО «Аккую Нуклеар» Сергей Буцких.



«Вопросы Global Atomic Quiz пробуждают интерес к ядерным наукам и дают новые знания. Даже студенты, которые не имеют глубоких профильных знаний, пытались отвечать, опираясь на логику. Среди вопросов были такие, которые показывали, что атомные технологии — это не только производство электроэнергии; они применяются в самых разных сферах на благо человечества. Особенно понравился вопрос о быстрых реакторах. Такие реакторы работают в России, и, на мой взгляд, именно они сделают атомную энергетику чистой и практически неисчерпаемой», — отметила профессор Шюле Эргюн, заведующая кафедрой атомной энергетики Университета Хаджеттепе.

Фото: АО «Аккую Нуклеар»

«Росатом» занимается не только обучением профильного персонала, но и популяризацией знаний об атомной отрасли. Так, в ноябре уже в шестой раз прошла международная образовательная викторина Global Atomic Quiz. В этом году в ней приняли около 46 000 человек из 106 стран. В Турции очная часть прошла в Университете Хаджеттепе: более ста студентов с разных факультетов собрались и прошли тест одновременно. В этом году квиз был посвящен 80-летию российской атомной отрасли и охватывал прошлое, настоящее и будущее атомных технологий. Темы включали историю атомной индустрии, современные разработки и перспективы ее развития. Участники благодаря вопросам и пояснениям узнавали, как атомные технологии применяются в разных сферах.

Реактор занял свое место

На стройплощадке АЭС «Эль-Дабба» состоялось главное производственное событие года — установка в проектное положение корпуса реактора для первого блока. Президенты Египта и России поздравили команду проекта с этим достижением. Две страны продолжают тесное взаимодействие в атомной области: в ноябре была подписана комплексная программа сотрудничества.



340-тонный корпус реактора для первого блока станции был доставлен в Египет в конце октября. Оборудование прошло входной контроль, затем строители приступили к монтажу. Сначала специалисты выполнили кантовку и перемещение корпуса реактора из горизонтального в вертикальное положение. Затем началась установка оборудования в центр шахты реактора. Все операции проводились с использованием тяжеловесного гусеничного крана грузоподъемностью 2200 тонн.

Наконец, в конце ноября состоялась торжественная церемония по случаю установки реактора в проектное положение. Президенты Египта и России Абдель Фаттах Ас-Сиси и Владимир Путин по видеосвязи поздравили команду проекта с прохождением важнейшего этапа сооружения первого энергоблока. Также участникам мероприятия направил видеообращение генеральный директор Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) Рафаэль Гросси.

Глава «Росатома» Алексей Лихачев отметил, что установка корпуса реактора первого энергоблока в штатное положение — это главное производственное событие года на АЭС «Эль-Дабба». «Я искренне рад, что мы можем отметить День атомной энергетики Египта таким значимым достижением, знаменующим один из ключевых этапов в сооружении первого блока поколения III+ на Африканском континенте. Работы на строительстве всех энергоблоков идут полным ходом, всего на площадке

задействованы более 30 тысяч человек», — отметил Алексей Лихачев.

Корпус реактора — ключевой элемент реакторной установки, внутри которого размещается активная зона и происходит управляемая цепная реакция. Он обеспечивает герметичность, выдерживает высокое давление и температуру, гарантируя безопасность и надежность работы энергоблока.



Сотрудничество продолжается

«Росатом» и Министерство электроэнергетики Египта подписали комплексную программу сотрудничества. Документ фиксирует рамочные механизмы сотрудничества и открывает новые направления совместной работы. Программа ориентирована на укрепление стратегического партнерства между странами, она

предусматривает развитие экономического сотрудничества и расширение кооперации между профильными организациями двух государств. Особое внимание уделено обмену опытом и научно-техническому взаимодействию, формированию устойчивой платформы для долгосрочного партнерства. Инициатива нацелена на создание условий для запуска перспективных проектов и комплексное развитие ключевых отраслей экономики Египта.

«Россия и Египет последовательно укрепляют экономические связи, создают инфраструктуру для обмена технологическими компетенциями и локализации производства, что будет способствовать росту инвестиций, созданию рабочих мест и повышению конкурентоспособности», — отметил Алексей Лихачев.

Сотрудничество между Египтом и «Росатомом» тесно связано с ключевыми аспектами Национальной стратегии устойчивого развития Египта до 2030 года. Реализация проекта АЭС «Эль-Дабба» — главное, но не единственное направление совместной работы: «Росатом», в частности, поставляет компоненты низкообогащенного ядерного топлива для второго египетского исследовательского реактора ETRR-2.

Деловые связи

«Росатом» выстраивает сотрудничество с Египтом на всех уровнях, в том числе укрепляя деловые связи. В ноябре российская госкорпорация приняла участие в выставке и конференции «Транспорт, интеллектуальная мобильность, логистика и промышленность» (TransMEA-2025), ведущей региональной платформе Египта для обсуждения инноваций, технологической трансформации, развития промышленности и устойчивой мобильности.

«Росатом» представил диверсифицированный портфель технологических решений, выходящих далеко за рамки атомной энергетики. Это, например, комплексная интегрированная экосистема в области аддитивного производства, включающая разработку материалов, программного обеспечения для проектирования, передовых 3D-принтеров и промышленных приложений, а также технологии хранения энергии, включая литийионные аккумуляторы и модульные системы.

«Египет — стратегический партнер, сотрудничество с которым насчитывает несколько десятилетий и воплощается в проекте АЭС «Эль-Дабба». Опираясь на этот прочный фундамент, мы продолжаем развивать партнерство в передовых технологических секторах, которые дополняют реализацию национальных целей Египта — от аддитивных технологий, повышающих эффективность производства и ускоряющих производственные процессы, до систем накопления энергии, повышающих надежность и эффективность энергоснабжения», — отметил Мурад Асланов, генеральный директор странового офиса «Росатома» в Египте.

Фото: АО АСЭ, Госкорпорация «Росатом»