



## Ядерная энергия, человек и окружающая среда

### ДЕНЬ РАБОТНИКА АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

28 сентября в России отмечался День работника атомной промышленности. Дата выбрана потому, что в этот день в 1942 году вышло Распоряжение Государственного Комитета обороны СССР «Об организации работ по урану». Академия Наук СССР обязывалась возобновить работы по исследованию осуществимости использования атомной энергии путем расщепления ядра урана и представить к 1 апреля 1943 г. доклад о возможности создания урановой бомбы. Этим постановлением Президиуму АН СССР предписывалось создание при Академии наук специальной лаборатории атомного ядра. 12 апреля 1943 г. была создана Лаборатория № 2 АН СССР — будущий Курчатовский институт.

Указом Президента РФ от 3 июня 2005 г. учрежден профессиональный праздник — День работника атомной промышленности, отмечаемый 28 сентября.

Свой профессиональный праздник Росатом отметил вводом в промышленную эксплуатацию (с опережением на три месяца) блока № 4 Ростовской АЭС (РоАЭС). На конец сентября этого года блок № 4 РоАЭС выработал более 3 млрд 750 млн кВт·ч электроэнергии (генератор турбины блока был синхронизирован с сетью 1 февраля 2018 г.), что позволило Ростовской области уже сейчас войти в число российских регионов — лидеров по объему электрогенерации. С вводом блока № 4 в промышленную эксплуатацию Ростовская АЭС стала третьей после Балаковской и Калининской АЭС станцией с четырьмя действующими блоками с реакторами ВВЭР-1000. Кстати, блок № 4 РоАЭС — это последний построенный в РФ блок-тысячник, но, по словам А. Лихачева, уже спроектированный с некоторыми элементами защиты, используемыми в инновационных энергоблоках поколения «3+».

Ростовская АЭС — первая атомная станция, где был применен метод поточного строительства блоков, что позволило без ущерба для безопасности и с учетом накопленного опыта сократить сроки строительства и сдачи объекта в эксплуатацию, а также сэкономить свыше 1,5 млрд руб.

С вводом в промышленную эксплуатацию блока № 4 доля РоАЭС составит 54% электропроизводства южного региона России, будет увеличено электроснабжение Волгоградской области, Краснодарского и Ставропольского краев.

# НОВОСТИ

АЭС обеспечит также возможность функционирования Крымского энергомоста. Сама АЭС не связана с полуостровом, но теперь электростанции, обеспечивающие передачу в Крым электроэнергии, получили надежный запас мощности, необходимый как на случай непредвиденной ситуации, так и для проведения планово-предупредительных ремонтов.

## **«ЛИДЕР» ПОСТРОЯТ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

Самые мощные атомные ледоколы в мире («Лидер» проект 10510) будут строиться на новом специализированном комплексе «Звезда» в г. Большой Камень в Приморье, который станет судостроительным кластером мирового уровня.

АЛ «Лидер» — перспективный новый тип российских атомных ледоколов с мощностью на валу 120 МВт. Примерная стоимость создания одного судна оценивается в 95 млрд руб. Проектант АЛ «Лидер» — ЦКБ «Айсберг».

На ледоколе будут установлены две новейшие реакторные установки «РИТМ-400» тепловой мощностью 315 МВт каждая (разработка ОКБМ «Африкантов»). На головном АЛ «Арктика» (серия ЛК-60Я проект 22220) и серийных «Сибирь» и «Урал», строящихся сейчас на Балтийском заводе и планируемых к вводу в эксплуатацию в середине 2019 г., ноябре 2020 г. и ноябре 2021 г. соответственно, используются установки РИТМ-200 тепловой мощностью 175 МВт каждая.

Благодаря новым техническим решениям «Лидер» сможет преодолевать арктический лед толщиной более 4 м и прокладывать судоходный канал 50 м (за счет большой ширины этих ледоколов — 47,5 м). Через двухметровый лед он сможет двигаться со скоростью 10—12 узлов, тогда как ледоколы серии ЛК-60 при той же толщине льда двигаются не быстрее 2 узлов и способны проложить канал не шире 36 м.

Появление АЛ «Лидер» сделает экономически выгодным проводку сверхбольших морских танкеров водоизмещением 80—120 тыс. тонн, шириной 45 м по Северному морскому пути, даст возможность круглогодичной работы по высокоширотной трассе и восточном секторе Арктики, обеспечит присутствие России в арктическом регионе.

По словам генерального директора ЦКБ «Айсберг» А. Рыжкова, чтобы создать головной «Лидер» в 2027 г. его строительство надо начать в 2020 г., а к созданию рабочей документации приступить в IV квартале текущего года или в самом начале 2019 г.

11 сентября комплекс «Звезда» посетил Президент РФ В.В. Путин. Он принял участие в церемонии закладки танкера типа «Афрамакс» и заливки первого бетона в основание самого крупного сухого дока в России, а также осмотрел транспортно-передаточный док «Вымпел», недавно доставленный на территорию судостроительного завода. Его грузоподъемность 40 тыс. тонн (вес четырех АЛ «Ленин») и габаритные размеры 280×62 м. Док предназначен для проведения работ по спуску со стапеля на воду крупногабаритных судов длиной 300 м и шириной более 50 м. а также элементов буровых платформ.

# НОВОСТИ

Что касается сухого дока, то это — самое крупное гидротехническое сооружение в России, предназначенное для создания крупнотоннажных судов, в том числе крупнейшего арктического танкера-газовоза для работы на Северном морском пути в рамках проекта «Арктик СПГ» и атомных ледоколов «Лидер»; буровых платформ, судов снабжения и других видов морской техники. Док планируется сдать уже в 2020 г., на три года ранее заявленного срока.

С развитием судостроительного комплекса «Звезда» фактически создается новая отрасль промышленности — тяжелое судостроение, которой в РФ не было. Это — научно-производственный комплекс, который будет заниматься не только строительством судов, но и технологическими разработками и проектной деятельностью. Планируется создание полного производственного цикла, начиная с проектирования судов и заканчивая спуском их на воду, что позволит заказчикам сократить и сроки реализации проектов и их стоимость.

## ТЕКУЩАЯ СТАТИСТИКА ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

В октябре статус действующих получили два энергоблока, оба в Китае: блок № 2 АЭС Haiyang (с реактором AP-1000 производства Westinghouse Electric) и блок № 4 АЭС Тяньвань с реактором ВВЭР-1000, сооружаемый при содействии России. Блоки были подключены к электросети 13 и 27 октября, соответственно. Всего с начала года произведено 9 энергопусков — семь в Китае и 2 — в России. Общее количество ядерных энергоблоков в мире стало равным 454, в стадии строительства находятся 54 блока.

Первая очередь АЭС Haiyang состоит из двух блоков с реакторами AP-1000. Блок № 1 был подсоединен к электросети 17 августа этого года, 22 октября на нем успешно завершилось финальное испытание перед сдачей в коммерческую эксплуатацию – работа на 100%-ной мощности в течение 168 часов. Блок № 2 планируют сдать в коммерческую эксплуатацию в конце года.

Два блока АЭС Haiyang и два блока АЭС Sanmen с реакторами AP-1000, начавшие эксплуатацию 30 июня и 24 августа, соответственно, являются референтными для вывода на китайский рынок американской технологии AP-1000.

Начал строиться блок № 6 АЭС Shin-Kori в Южной Корее. Разрешение на строительство блоков Shin-Kori-5, -6 было получено в 2016 г. Старт к началу строительства блока № 5 был дан 1 апреля 2017 г., на блоке № 6 начались подготовительные работы. Однако новый президент страны, Мун Чжэ Ин, приверженец политики поэтапной ликвидации ядерной энергетики в стране, в июне 2017 г. заявил о намерении остановить строительство этих блоков. В июле строительство было приостановлено, но 25 октября на блоке № 5 возобновлено на основании решения общественного жюри о необходимости продолжения строительства. 20 сентября 2018 г. начал строиться блок Shin-Kori-6. Это четвертый энергоблок, строительство которого началось в этом году.

Окончательно остановлены три ядерных блока: Oyster Creek в США и блоки № 1 и № 2 АЭС Chinshan на Тайване. Одноблочная АЭС Oyster Creek с реактором BWR мощностью 619 МВт начала строиться в декабре 1964 г. Энергопуск состо-

# НОВОСТИ

ялся в сентябре 1969 г., с декабря 1969 г. блок находился в коммерческой эксплуатации и на момент останова (17 сентября 2018 г.) она являлась старейшей АЭС США. Число действующих блоков в стране стало равным 98.

На Тайване 3 октября (ранее запланированных сроков) остановлены блоки № 1 и № 2 АЭС Chinshan.

## НА ГЕНЕРАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МАГАТЭ

Очередная 62 сессия Генеральной конференции МАГАТЭ, которая является площадкой для обсуждения стратегических вопросов и утверждения направлений развития мировой атомной отрасли, состоялась в Вене с 17 по 21 сентября. В ней приняли участие представители более чем 160 стран-членов МАГАТЭ. Конференция прошла под знаком приверженности целям устойчивого развития ООН и защите окружающей среды. Впервые за всю историю Агентства генеральный директор МАГАТЭ не смог принять участие в работе сессии, выступление Ю. Аmano было распространено в формате видеобращения.

Российскую делегацию возглавил генеральный директор ГК Росатом А. Лихачев. Выступая на пленарном заседании, он отметил, что «для многих государств ядерная энергетика — апробированная, чистая, безопасная и экономичная технология, которая будет играть важную роль в достижении энергетической безопасности и целей устойчивого развития в XXI веке». В качестве главной задачи на ближайшую перспективу глава Росатома назвал эффективность утилизации отработанного ядерного топлива. По его словам, добиться этого можно за счет постепенного перехода к двухкомпонентным ядерно-энергетическим системам на базе тепловых и быстрых реакторов с замыканием ядерного топливного цикла. А. Лихачев подчеркнул роль МАГАТЭ в решении ключевых задач развития мировой атомной отрасли, отметив, что «достижение общего успеха невозможно без глобального сотрудничества, без опоры на опыт и авторитет МАГАТЭ».

Росатом представил объединенную экспозицию, посвященную новейшим российским технологиям в области ядерной энергетики и промышленности, центром которой стал инновационный проект «Академик Ломоносов» — первый и единственный в мире плавучий ядерный энергоблок. В рамках сессии А. Лихачев встретился с вице-президентом и главой Организации по атомной энергии Ирана Али Акбаром Салехи. Стороны обсудили строительство новых АЭС в Иране и производство стабильных изотопов в промышленных и медицинских целях. А. Лихачев заявил о готовности ГК Росатом к производству реакторов средней мощности для опреснения воды и производства электроэнергии в Иране.

В рамках сессии был подписан ряд документов, в том числе знаковый контракт между МАГАТЭ и «Техснабэкспортом» на транспортировку низкообогащенного урана и оборудования, необходимого для работы банка НОУ в Казахстане.

На полях конференции прошел ряд мероприятий, где страны представляли свои новые реакторные разработки или рассказывали о планах по строительству АЭС. О развитии в Китае технологии AP сообщил Чжэн Мингуан, президент Shanghai Nuclear Engineering Research & Design Institute, генеральный конструктор

# НОВОСТИ

САР-1400 (китайская разработка на основе американского АР-1000, находящаяся на стадии готовности к строительству).

В Китае впервые в мире построены четыре блока с реакторами АР-1000. Китайцы смогли адаптировать, развить технологию АР и пустить первые блоки с АР-1000 раньше американцев (в США блоки с АР-1000 находятся пока в стадии строительства). Ч. Мингуан дал хорошую оценку проекту АР-1000, но отметил, что он «не был поддержан оборудованием», выявлялись недочеты, которые приходилось устранять, процесс был итерационным, т.к. замена оборудования приводила к изменениям в проекте.

Что касается проекта САР-1400, то к нему есть принципиальные требования со стороны властей Китая – он должен быть реализован силами атомной отрасли КНР. Это требование вызвано напряженными отношениями между Китаем и США. В Пекине опасаются, что Вашингтон в какой-то момент может наложить эмбарго на поставки оборудования для блоков с реакторами САР-1400 (опасения подтвердились в октябре).

## **ЭКСПОРТНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ США ДЛЯ КИТАЙСКИХ АТОМЩИКОВ**

«Атомная торговая война» между США и Китаем длится уже, как минимум, несколько месяцев. Сейчас она перешла в открытую фазу. Опубликованный в середине октября документ под названием «US Policy Framework on Civil Nuclear Cooperation with China» за авторством Министерства энергетики (DOE) и национального управления по ядерной безопасности США не только ужесточает правила экспорта ядерных технологий в Китай, но и вводит прямые санкции. Одним из обоснований необходимости введения ограничений на атомный экспорт в КНР американские чиновники называют якобы усилившиеся при председателе Си Цзиньпине сращивания гражданского и военного секторов в атомной отрасли, что позволяет китайским оружейникам получать доступ к американским технологиям, поставленным в Китай для мирных целей.

С данным тезисом в Пекине категорически не согласны: «Американские объявления (о введении экспортных ограничений) — это очередной ход в шумихе по поводу «теории об угрозе со стороны Китая», не имеющий под собой никаких оснований. Без американского импорта Китай продолжает сотрудничество с такими странами, как Франция и Россия, а администрация Трампа всего лишь закрывает бизнес-возможности для американских атомных компаний на китайском рынке».

Под прямые санкции попала гуандунская корпорация CGN. Ее в Вашингтоне обвинили в том, что она якобы занимается хищением ядерных технологий у американских частных фирм, что создает преимущество для китайских государственных компаний.

Для корпорации CGN при рассмотрении заявок на новые экспортные лицензии и на продление и расширение уже действующих лицензий будет действовать «презумпция отказа». Ее действие распространяется на любой экспорт, включая поставки оборудования и компонентов, получателем которого выступает CGN или ее дочерние предприятия.

# НОВОСТИ

В гуандунской корпорации эти обвинения считают «полностью необоснованными» и CGN «оставляет за собой право предпринять юридические действия для защиты своих законных прав и интересов».

Под угрозой оказались проекты по строительству новых блоков в Великобритании, в которых участвует CGN: АЭС Hinkley Point C, Sizewell и Bradwell.

На строительстве двух блоков АЭС Hinkley Point C основная роль у CGN — финансовая. Что касается строительства АЭС Sizewell и Bradwell, то там должна быть задействована определенная доля американского оборудования и компонентов. Возможный запрет на их поставку приведет к срыву сроков строительства блоков.

Против владельцев АЭС Худару (компания SPIC, блоки № 1, 2) и АЭС Haiyang (CNNC, блоки № 3, 4) с реакторами CAP-1000 персонализированных санкций не введено. Более того, в Вашингтоне обещают применять к экспортным поставкам для этих проектов «презумпцию утверждения». А проект CAP-1400 должен стать либо полностью китайским (или хотя бы полностью независимым от американских поставок), либо его вообще не будет. Поставка уникальных американских компонентов и оборудования для блоков с CAP-1400 подпадают под пункт, связанный с «прямой экономической конкуренцией» с США, и к ним будет применяться «презумпция отказа». Пока китайские атомщики предпочитают идти по первому варианту — «импортозамещению».

## КИТАЙСКИЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

На 12-й китайской международной выставке ядерной энергетики и оборудования, прошедшей в Пекине с 5 по 7 сентября были представлены разработки проектов реакторов для атомного теплоснабжения: HAPPY-200 и DHR-400.

Первый практический опыт атомного теплоснабжения китайцы получили еще в 1980-е годы, когда бассейновый реактор в Институте атомной энергии и технологий (INET) университета Циньхуа был приспособлен для отопления. В 1989 г. в Китае был запущен корпусной реактор NHR-5 мощностью 5 МВт (тепловых), спроектированный как реактор теплоснабжения. Впоследствии на его основе был спроектирован более мощный демонстрационный реактор NHR-200.

Реактор HAPPY-200 тепловой мощностью 200 МВт, разработанный корпорацией SPIC, легководный, размещен в шахте, причем верх реактора находится на отрицательной отметке (–6 м). Для дополнительной безопасности шахта реактора может быть залита водой. Установка трехконтурная, к потребителю приходит чистая вода из последнего III-го контура, турбина в ней не предусмотрена.

Проект реактора DHR-400 (второе имя: Yanlong — «глотка дракона») разработан китайской национальной ядерной корпорацией (CNNC). Прототип реактора впервые был испытан еще в ноябре 2017 г. (по сообщению Китайского института по атомной энергии реактор непрерывно генерировал тепло в течение 168 часов), однако информация об этом была обнародована только 7 сентября этого года.

DHR-400 — легководный реактор бассейнового типа. Активная зона находится на отрицательной отметке, как и у реактора HAPPY-200. Установка трехконтурная. Давление во II контуре выше, чем в I-м, что предотвращает попадание радиоак-

# НОВОСТИ

тивной воды первого контура во второй через возможные протечки в теплообменнике. Вода на выходе из активной зоны реактора достигает температуры 90 °С. По заявлению разработчиков реактора к числу его преимуществ относятся повышенные характеристики безопасности, такие, как специальные меры по предотвращению расплавления топлива и усиленная радиационная защита, что позволяет размещать такие реакторы даже в плотной городской застройке. Проектный срок службы составляет 60 лет, а цена за гигакалорию производимой тепловой энергии является более низкой, чем за обычную тепловую энергию. Реакторы будут наиболее эффективны во внутренних, либо в северных районах страны в зимнее время.

## НОВОСТИ ИЗ ИНДИИ

В рамках 19-го российско-индийского саммита в Нью-Дели глава Росатома А. Лихачев и председатель индийской Комиссии по атомной энергии Камлеш Вьяс в присутствии прибывшего с визитом Президента РФ В.В. Путина и премьер-министра Индии Н. Моди подписали 5 октября «План действий по расстановке приоритетов и реализации направлений сотрудничества в области ядерной энергетики».

Согласно документу, стороны намерены, в частности, развивать проект сооружения в Индии шести ядерных энергоблоков российского дизайна на новой площадке, расширять сотрудничество и взаимодействие по новым перспективным направлениям помимо сооружения АЭС. Для проекта новой атомной станции российская сторона предложит референтный блок поколения «3+» с реактором ВВЭР мощностью 1200 МВт и увеличит уровень локализации в Индии. Комментируя соглашение, Р. Раджараман, профессор Университета им. Дж. Неру, отметил, что Россия – единственная страна, которая успешно реализует в Индии проект АЭС. После подписания в 2008 г. в рамках индийско-американского соглашения в области ядерной энергетики в Индии для строительства АЭС американского дизайна были выделены площадки в Митхи Вирди (для компании General Electric Hitachi Nuclear Energy) и в Ковадде (для компании Westing House). Но эти проекты не были реализованы. По словам главы индийского атомного ведомства С. Басу коммерческие контракты на строительство в Индии АЭС с реакторами AP – 1000 будут заключены не ранее 2021 г.

В соответствии с межправсоглашением от 1988 г. и дополнением к нему от 1988 г. Россия сооружает в Индии в штате Тамилнаду АЭС Kudankulam. Блок № 1 начал вырабатывать энергию в 2013 г., летом 2016 г. он был окончательно передан заказчику. Блок № 2 вступил в строй в августе 2016 г.; в конце марта 2017 г. был сдан в гарантийную эксплуатацию. В июне и октябре 2017 г. состоялась заливка первого бетона соответственно для блоков № 3 и № 4 этой станции (II очередь). Сейчас на площадке III очереди (блоки № 5 и № 6) идут подготовительные работы. Планируемые даты фактического начала строительства 2019 г. и 2020 г., соответственно.

Площадка для новых шести блоков официально пока не названа, но ранее сообщалось, что она может быть расположена в индийском штате Андхра-Прадеш.

# НОВОСТИ

## ТАЙВАНЬ ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ АЭС

Правительство Тайваня выступило с официальным заявлением, в котором подтвердило, что будет осуществлять планы свертывания ядерной энергетики на острове к 2025 г.

В составе ядерного парка страны три действующие атомные станции: АЭС Chinshan (2 BWR и 604 МВт (нетто) каждый), Kuosheng (2 BWR по 948 МВт каждый) и Maanshan (2 PWR по 890 МВт). Доля ядерного электричества в общем национальном электропроизводстве в 2017 г. составила 9,3% (в 2013 г. — 18,4%). С начала 2000-х годов на Тайване, в отличие от континентального Китая, существовала сильная оппозиция ядерной энергетике. В результате строительство четвертой АЭС Lungmen, которое велось с 1999 г., неоднократно приостанавливалось, сроки его завершения переносились. После аварии на АЭС Fukushima в марте 2011 г. негативное отношение к ядерной энергетике усилилось, и правительство приняло решение законсервировать практически готовый блок № 1 АЭС Lungmen и приостановить строительство блока № 2 (готовность ~90%). В феврале этого года оно одобрило планы компании Taipower по перепродаже ядерного топлива (1744 ТВС для реакторов ABWR мощностью 1350 МВт), предназначавшегося для АЭС Lungmen.

В январе 2016 г. президентом Тайваня стала представительница Демократической прогрессивной партии Цай Инвэнь, которая пришла к власти во многом благодаря своему «Безъядерному плану-2025».

Согласно официальным планам правительства блок № 1 АЭС Chinshan будет остановлен в декабре 2018 г., блок № 2 — в июне 2019 г. (блоки введены в эксплуатацию в ноябре 1977 г. и ноябре 1978 г. соответственно).

Блок № 1 АЭС Kuosheng (работает с декабря 1981 г.) планируется остановить в 2021 г., блок № 2 (вступил в строй в марте 1983 г.) — в 2023 г.

Проектный срок эксплуатации АЭС Maanshan — 60 лет. Блок № 1 начал работу в июле 1981 г., блок № 2 — в мае 1985 г. Лицензии истекают в июле 2024 г. и мае 2025 г., продлевать их не собираются, и, предварительно, эти даты считают концом эксплуатации.

Правительство поставило своей целью сформировать такой энергобаланс, в котором половину будет составлять электроэнергия, получаемая за счет использования природного газа, еще 30% — за счет угольных электростанций и 20% должны дать возобновляемые источники. В планах Тайваня построить целые кластеры морских установок суммарной мощностью до 3,8 ГВт. Недостающие мощности (из энергетического бюджета «выпадает» около 5 ГВт ядерных мощностей) планируется заменить солнечными панелями.

Действия правительства вызывают протест среди сторонников ядерной энергетики. В стране ширится движение по проведению референдума по поводу политики «безъядерной родины» к 2025 г. Его возглавляет демократический активист Ши Сюэуан. Одобрил референдум и присоединился к проядерным защитникам окружающей среды и бывший президент Ма Инцзю. Референдум планируется провести 24 ноября наряду с местными выборами. Уже собрано более 300 тысяч подписей (при 282 тыс., требуемых для проведения референдума).

*Материал подготовила И.В. Гагаринская*