

**Ядерная энергия, человек и окружающая среда****НА ЛЕДОКОЛЕ «АРКТИКА»
ПОДНЯТ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ФЛАГ**

Универсальный атомный ледокол «Арктика» вошел в состав атомного флота России. 21 октября на АЛ в Мурманске прошла церемония поднятия государственного флага Российской Федерации. Акт приема-передачи АЛ «Арктика» проекта 22220 подписали генеральный директор АО «Балтийский завод» Алексей Кадилов и генеральный директор ФГУП «Атомфлот» Мустафа Кашка. «Головной универсальный атомный ледокол «Арктика» открывает серию судов, которые определят будущее Северного морского пути, — сказал М. Кашка. — Атомоходы проекта 22220 соответствуют высоким требованиям безопасности для работ в Арктическом регионе. Технические характеристики атомных ледоколов отвечают запросам наших партнеров: мощность, автономность и надежность».

Принявший участие в церемонии поднятия государственного флага председатель Правительства РФ Михаил Мишустин отметил, что «инновационное оборудование и мощный двигатель позволяют использовать ледокол везде — во льдах, на воде, на глубоководных и мелководных трассах... Развитие ледоколов позволит в полной мере раскрыть транспортный потенциал Севморпути, усилит интерес международного бизнеса к транзитному коридору — между Европой и Азией и, конечно, обеспечит первенство России в Арктике, стратегически важном для нас регионе». «России нужно активнее увеличивать свое присутствие в Арктике; здесь мы решаем задачи как обеспечения национальной безопасности страны, так и ее экономические интересы», — сказал он. Головной АЛ «Арктика» проекта 22220 построен АО «Балтийский завод» по заказу ГК Росатом (закладка судна состоялась 5 ноября 2013 г., спуск на воду 16 июня 2016 г.). В декабре 2019 г. «Арктика» вышла на ходовые испытания, которые проходили в несколько этапов. 17 сентября 2020 г. после завершения ходовых испытаний АЛ вернулся в Санкт-Петербург, а 22 сентября вышел в направлении порта приписки Мурманска. Судно пришвартовалось у причалов базы ФГУП «Атомфлот» 12 октября, пройдя за 21 сутки около 4800 морских миль, из них во льдах — около 1030 миль. Во время перехода АЛ вышел (3 октября) к географической точке Северного полюса. Все ледовые поля «Арктика» успешно преодолела, ядерная установка отработала без нареканий. Ледокол сможет начать работать в акватории Северного морского пути уже с декабря 2020 г. Помимо «Арктики» в серию 22220 войдут еще четыре АЛ: «Сибирь», «Урал», «Якутия» и «Чукотка». Планируемые даты ввода их в эксплуатацию 2021, 2022, 2024 и 2026 годы. Серия принципиально новых атомных судов, созданных для решения стратегических задач по освоению и развитию Арктики, обеспечит круглогодичную навигацию в западном районе Арктики, что позволит достигнуть необходимого уровня грузоперевозок по Северному морскому пути.

**ЭНЕРГОБЛОК № 2 ЛАЭС-2 ЗАПУЩЕН
В ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

На Ленинградской АЭС-2 состоялся энергетический пуск — 22 октября блок № 2 ЛАЭС-2 был впервые подключен к единой электросети. Строительство началось 15 апреля 2010 г. Реактор ВВЭР-1200, входящий в состав блока, достиг первой критичности 31 августа 2020 г. Перед подключением к сети была проведена оценка готовности основного оборудования и систем к выработке тепловой и электрической энергии и дальнейшей эксплуатации.

НОВОСТИ

После энергетического пуска предусмотрены опытно-промышленная эксплуатация и комплексное опробование энергоблока, во время которых все системы пройдут финальную проверку.

Блок № 2 ЛАЭС-2 (№ 6 Ленинградской АЭС и Leningrad-2-2 в системе PRIS) — инновационный проект, обладающий рядом преимуществ, существенно повышающих экономические характеристики и безопасность блока. Это уже четвертый блок поколения 3+ с реактором ВВЭР-1200, построенный в России. Промышленная эксплуатация подобных блоков (№ 1 и 2 Нововоронежской АЭС-2 и № 1 Ленинградской АЭС-2) началась в феврале 2017 г., октябре 2019 г. и октябре 2018 г. соответственно. На Ленинградской АЭС-2 запланировано сооружение еще двух блоков с реакторами ВВЭР-12000 (блоки № 3 и 4, в качестве референтного для них принят проект первой очереди строительства ЛАЭС-2). Данные включены в генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2035 г., утвержденную Правительством РФ. Блок № 2 ЛАЭС-2 заменит блок № 2 Ленинградской АЭС с реактором РБМК, который после 45 лет службы будет окончательно остановлен в конце текущего года. Энергоблок № 1 ЛАЭС-2 уже заместил блок № 1 ЛАЭС с реактором РБМК, который прекратил подачу электроэнергии с 21 декабря прошлого года. Синхронизация процесса вводимых и выводимых блоков — это жизненно важный для Ленинградской области процесс и гарантия ее энергетической и экономической стабильности.

ЭНЕРГОБЛОК № 1 БЕЛОРУССКОЙ АЭС ВЫВЕДЕН НА МКУ

По сообщению Министерства энергетики Республики Беларусь 11 октября 2020 г. реактор блока № 1 БелАЭС был выведен на минимально контролируемый уровень мощности (МКУ). Вывод реактора на МКУ (менее 1% от номинальной мощности) открывает заключительную часть испытаний на этапе физического пуска энергоблока, которые позволяют проверить характеристики активной зоны на соответствие требованиям проекта и подтвердить надежность всей системы ядерно-физического контроля и ядерной безопасности реакторной установки (началом физического пуска считается 7 августа 2020 г., когда первая тепловыделяющая сборка была загружена в активную зону реактора). Результаты в общей сложности более 50 исследований передаются в Госатомнадзор Беларуси для получения разрешения на энергетический пуск с включением в энергосистему страны.

В пресс-службе Министерства энергетики Республики Беларусь 21 октября сообщили, что «эксперты московского центра Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные станции (ВАО ААЭ) провели заключительный этап предпусковой партнерской проверки первого блока Белорусской АЭС» и «не выявили каких-либо недостатков, которые могли бы стать препятствием для его безопасного пуска».

По заявлению Президента РБ Александра Лукашенко (16 сентября с.г.) энергетический пуск Белорусской АЭС запланирован на 7 ноября.

Согласно сообщению ТАСС от 28.10.2020 г. белорусские парламентарии ратифицировали протокол об изменении соглашения с РФ о сотрудничестве в строительстве БелАЭС от 15 марта 2011 г.: «...стороны принимают необходимые меры по вводу в эксплуатацию первого энергоблока БелАЭС в 2021 г., второго — в 2022 г.»

Таким образом, ввод БелАЭС смещается на два года: первого блока с декабря 2019 г. на I квартал 2021 г., второго — с 2020 г. на май 2022 г.). В качестве механизма компенсации для Минска в связи с переносом сроков ввода энергоблоков, ратифицирован и протокол изменений в соглашении по госкредиту Правительства РФ для строительства АЭС. Согласно документу, срок начала кредита перенесен на 2023 г., период погашения кредита составит 15 лет, а ставка по нему сделана фиксированной в размере 3,3% годовых.

Белорусская АЭС — крупнейший российско-белорусский экономический проект. Генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком строительства двухблочной АЭС общей мощностью 2400 МВт (2 ВВЭР-1200) в Островце Гродненской области выступает Атомстройэкспорт (ГК Росатом), ОАО «Атомэнергомаш» — поставщик всего ключевого оборудования ядерного острова, топливо произведено на Новосибирском заводе химконцентратов. Ввод в промышленную эксплуатацию блока № 1 БелАЭС запланирован на февраль 2021 г.

НОВОСТИ

ТЕКУЩАЯ СТАТИСТИКА ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Согласно базе данных МАГАТЭ по энергетическим реакторам (PRIS) на 31 октября 2020 г. статус действующих имеют 443 ядерных энергоблока общей установленной мощностью 392 751 МВт(э) нетто, 53 блока находятся в стадии строительства.

С начала года произошли энергопуски трех блоков. Первым ядерным энергоблоком, вступившим в строй в 2020 г., стал блок № 5 АЭС Tianwan в Китае, в составе которого реактор ВВЭР-1000 российского дизайна; он был подключен к электросети 8 августа. 19 августа в Объединенных Арабских Эмиратах вступил в строй первый ядерный энергоблок в стране — блок № 1 на АЭС Barakah, в составе которого корейский реактор APR-1400. Блок № 6 Ленинградской АЭС (второй блок ЛАЭС-2), занесенный в PRIS как Leningrad-2-2, подключен к электросети 22 октября.

Начато строительство двух энергоблоков: в Турции (блок № 2 АЭС Аккуу) 8 апреля, и в Китае (Zhangzhou-2) 4 сентября. В составе блоков реакторы ВВЭР-1200 и HPR («Hualong One») соответственно.

Блок Аккуу-1 и блок Zhangzhou-1 начали строиться 3 апреля 2018 г. и 16 октября 2019 г. соответственно.

В 2020 г. окончательно прекращена работа трех энергоблоков: во Франции закрыта старейшая АЭС страны — Fessenheim (блок № 1 — 22 февраля, блок № 2 — 30 июня), в США — блок № 2 АЭС Indian Point (30 апреля).

Общее количество реакторо-лет эксплуатации ядерных энергоблоков в мире составляет 18 677.

НОВОСТИ ИЗ КИТАЯ

- Первый из двух демонстрационных реакторов Hualong One (HPR-1000) на энергоблоке Fuqing-5 в китайской провинции Фуцзянь 21 октября достиг критичности.

Строительство блоков № 5 и 6 АЭС Fuqing было окончательно одобрено Госсоветом КНР в апреле 2015 г. 7 мая 2015 г. состоялась заливка первого бетона на Fuqing-5. Процесс загрузки 177 ТВС в активную зону реактора был завершён 10 сентября 2020 г.

Перед включением в сеть на блоке будут проходить различные пусконаладочные испытания при увеличивающихся уровнях мощности. Ввод в коммерческую эксплуатацию намечен на конец года.

Строительство энергоблока № 6 АЭС Fuqing началось в декабре 2015 г., его ввод в строй ожидается в конце 2021 г.

Оператор АЭС Fuqing — Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC). Мощность реакторов блоков № 5 и 6 — 1000 МВт(э) каждый, тип реактора — PWR, модель Hualong One («Дракон») национальной разработки. Блоку № 5 предстоит стать первым в мире блоком с реактором Hualong One (HPR-1000).

В составе АЭС Fuqing — 6 блоков, первые четыре — с реакторами китайского дизайна CPR-1000. Строительство блоков началось в 2008, 2009, 2010, 2012 годах, ввод в коммерческую эксплуатацию — 2014, 2015, 2016 и 2017 гг. соответственно.

- CNNC объявило о завершении (19 октября) холодных функциональных испытаний на первом из двух реакторов HTR-PM строящегося в Китае блока Shidao Bay-1 в провинции Шаньдун, начавшихся 6 октября с.г.

Холодные испытания на втором реакторе планируется закончить к ноябрю. Целью испытаний является проверка системы оборудования первого контура реактора, а также прочность и герметичность его вспомогательных трубопроводов под давлением, выше расчетного. Для проверки работоспособности контура охлаждения активной зоны реактора применялся сжатый воздух с небольшой добавкой гелия. В ходе испытаний давление в контуре повышалось до 8,9 МПа. А при давлении 8,0 МПа на протяжении более 24 часов измерялась скорость утечки газа из контура, отслеживались и другие параметры. По сообщению CNNC «все показатели первого реактора соответствуют проектным требованиям, эффективно подтверждая надежность изготовления и качества монтажа оборудования ядерного острова».

Строительство демонстрационного блока, включающего два высокотемпературных газоохлаждаемых реактора HTR-PM, соединенных общей паровой турбиной, началось в декабре 2012 г.

В качестве замедлителя и отражателя нейтронов используется графит, теплоносителем первого контура служит гелий. Расчетная температура на HTR-PM достигает 750 °С.

- Помимо HTR-PM Китай предлагает увеличенную версию под названием HTR-PM600, в которой одна большая турбина мощностью 650 МВт приводится в действие шестью реакторами HTR-PM. В мае 2020 г. при обсуждении актуальных проблем атомной отрасли КНР на ежегодных заседаниях Всекитайского собрания народных представителей, президент ядерного общества КНР Ван Шоуцзюнь отметил, что для строительства HTR-PM600 подходит северо-восток Китая. Сооружение HTR-PM600 будет способствовать развитию в Китае ядерной энергетики IV поколения, имеющей, в том числе, высокий эксперт-потенциал. Это позволит оптимизировать энергетическую инфраструктуру (размещение HTR-PM600 рядом с потребителями сделает возможным отказ от множества мелких и средних ТЭЦ, придаст новый импульс для развития предприятий атомного машиностроения и создаст точки роста, в том числе, для местных экономик).

- По сообщению китайских СМИ, власти КНР одобрили строительство новых ядерных энергоблоков. Один из проектов — II очередь АЭС Changjiang. На действующих блоках № 1 и 2 этой станции (I очередь) установлены реакторы CNP-600 национальной разработки, вступившие в строй в 2015 и 2016 гг. соответственно. На блоках № 3 и 4 возможна установка реакторов Hualong (HPR-1000) от CNNC.

Вторым утвержденным проектом называют станцию на новой площадке Sanao в провинции Чжецзян, где будут построены два блока с реакторами HPR-1000 от корпорации CGN (China Guangdong Nuclear Power Group).

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ПАКИСТАНА

Первый ядерный энергоблок страны вступил в строй 18 октября 1971 г. вблизи Карачи (АЭС Kanupp). В его составе тяжеловодный реактор типа CANDU мощностью 125 МВт(э) нетто (согласно данным системы PRIS в настоящее время его мощность 90 МВт(э) нетто).

В 1993 г. в Пенджабе началось строительство АЭС Chasnupp. Сооружение блока № 1 этой станции заняло 7 лет. В декабре 2005 г. состоялась заливка первого бетона на блоке Chasnupp-2. В составе обоих блоков реакторы PWR мощностью 300 МВт нетто каждый. Основная часть станции спроектирована Шанхайским научно-исследовательским и проектным институтом ядерной энергетики (SNERDI) на основе китайского блока Qinshan-1. Блоки были подсоединены к электросети в июне 2000 г. и марте 2011 г. соответственно. В апреле 2009 г. подписан контракт с SNERDI на разработку строительства энергоблоков № 3 и 4 АЭС Chasnupp с реакторами CNP-300.

Построенные Китайской национальной ядерной корпорацией (CNNC) энергоблоки № 3 и 4 АЭС Chasnupp вступили в строй в октябре 2016 г. и июне 2017 г. соответственно. 23 сентября 2020 г. состоялась церемония окончательной официальной приемки блока № 4, в которой принял участие президент CNNC Гу Цзюнь. Он заявил, что Китай и Пакистан поддерживают прочные партнерские отношения в области ядерной энергетики с тех пор, как две страны в 1986 г. подписали соглашение о передаче гражданских ядерных технологий, и, что «CNCC, как всегда, будет помогать Пакистану в эксплуатации и техническом обслуживании своих энергоблоков, предоставлять полный цикл услуг».

В ноябре 2017 г. CNNC и пакистанская Комиссия по атомной энергии (PAEC) подписали соглашение о сотрудничестве по строительству блока № 5 АЭС Chasnupp с реактором Hualong One («Дракон»).

Китай в настоящее время — единственное государство, продающее Пакистану ядерные технологии. Пакистан не является участником Договора о нераспространении ядерного оружия, что существенно осложняет его международное сотрудничество в ядерной области. Тем не менее мирная ядерная программа добилась крупных успехов, и страна продолжает ее расширять. В стадии строительства находятся два энергоблока на АЭС KANUPP (блоки № 2 и 3) с реакторами мощностью 1014 МВт(э) нетто каждый.

В будущем предполагается сооружение двух блоков на новой площадке вблизи Музаффаргарха (провинция Пенджаб).

МАГАТЭ неоднократно выражало удовлетворение режимом ядерной безопасности Пакистана. При этом блоки АЭС Chasnupp эксплуатируются с высокими значениями КИУМ (более 80%) и тарифы на отпускаемую с АЭС электроэнергию — одни из самых низких в стране.

Материал подготовила И.В. Гагаринская