



Ядерная энергия, человек и окружающая среда

МИРОВАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В 2018 г.

Согласно базе данных МАГАТЭ по энергетическим реакторам (PRIS) на 31 декабря 2018 г. мировой ядерный парк состоял из 453 энергоблоков общей установленной мощностью 399 370 МВт(э) нетто. В течение 2018 г. 9 новых ядерных энергоблоков (2 — в России и 7 — в Китае) были подсоединены к электрической сети: Ростов-4 (ВВЭР-1000, 2 февраля); Ленинград-2-1 (ВВЭР-1200, 9 марта); Yangjiang-5 (ACPR-1000, 23 мая); Taishan-1 (EPR-1600, 29 июня); Sanmen-1 (AP-1000, 30 июня); Haiyang-1 (AP-1000, 17 августа); Sanmen-2 (AP-1000, 24 августа); Haiyang-2 (AP-1000, 13 октября) и Tianwan-4 (ВВЭР-1000, 27 октября).

Все блоки уже введены в коммерческую эксплуатацию: 8 — в 2018 г., Haiyang-2 — 9 января 2019 г. Китайский энергоблок Taishan-1 — первый в истории ядерной энергетики с французским реактором EPR-1600, вступивший в коммерческую эксплуатацию (3 декабря 2018 г.), а китайские Haiyang-1 и -2 — первые, начавшие коммерческую эксплуатацию энергоблоки с американскими реакторами AP-1000 компании Westinghouse.

В стадии строительства находятся 55 энергоблоков, из них 5 начали строиться в 2018 г.: 3 апреля Аккиу-1 в Турции, 29 апреля — Kursk-2-1 в России, 14 июля — Rooppur-2 в Республике Бангладеш, 20 сентября Shin Kori-6 в Южной Корее и 11 декабря — Hinkley Point C-1 в Великобритании. В 2018 г. прекращена работа четырех энергоблоков: Chinshan-1 и Chinshan-2 на Тайване, 3 октября; Oyster Creek в США, 17 сентября; Ленинград-1 в России, 22 декабря.

В Японии были перезапущены четыре блока: № 3 и № 4 АЭС Оhi (14 марта и 11 мая соответственно) и № 3 и № 4 АЭС Genkai (23 марта и 16 июня соответственно).

РОССИЙСКАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В 2018 г.

Атомные станции России выработали в 2018 г. 204,275 млрд кВт·ч электроэнергии, превысив достижение 2017 г. (202,868 млрд кВт·ч) на 1,4 млрд кВт·ч. Абсолютный рекорд по выработке — 212,8 млрд кВт·ч был достигнут лишь во времена Советского Союза с учетом Армении, Литвы, Украины.

Выработка всей электроэнергии в России выросла в 2018 г. на 1,7% по сравнению с прошлым годом — до 1,1 триллиона кВт·ч. Доля АЭС в общем национальном электропроизводстве составила 18,6% (в 2017 г. — 18,9%). Максимальную выработку среди российских АЭС, внесших наибольший вклад в очередной рекорд концерна Росэнергоатом, обеспечили Калининская (~35 млрд кВт·ч), Балаковская (свыше 31 млрд кВт·ч) и Ленинградская (свыше 28 млрд кВт·ч) атомные станции. Достигнутые Калининской АЭС показатели по производству электроэнергии превзошли рекордные данные этой станции в 2015 г. (33,44 млрд кВт·ч) и Балаковской АЭС в 2013 г. (33,69 млрд кВт·ч). Суммарной рекордной выработки удалось добиться и благодаря работе вступивших в строй в 2018 г. новых блоков поколения «3+».

- 28 сентября началась промышленная эксплуатация блока № 4 Ростовской АЭС. Он стал последним построенным на территории России ядерным энергоблоком с реактором ВВЭР-1000. Ввод блока в промышленную эксплуатацию был назван в числе 10 главных событий 2018 г. в глобальной ядерной энергетике по версии одного из ведущих мировых информационных изданий в этой области — журнала Nuclear Engineering International (Великобритания). С момента включения в единую энергосистему России (2 февраля) блок № 4 выработал 7 млрд кВт·ч электроэнергии.

- 29 октября началась промышленная эксплуатация блока № 1 Ленинградской АЭС-2 (блок № 5 ЛАЭС) с реактором ВВЭР-1200, заместившего блок № 1 ЛАЭС с реактором РБМК-1000. Произошло не просто полное замещение мощности новым энергоблоком, но и ее увеличение на 20%.

- 22 октября впервые в России остановлен блок-тысячник — № 1 ЛАЭС, первый блок с реактором РБМК-1000, введенный в эксплуатацию в 1973 г.

НОВОСТИ

- В ноябре успешно проведены физические пуски реакторных установок правого и левого борта плавучего энергоблока «Академик Ломоносов» в составе атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС), аналога которому нет в мире.
- 29 апреля началось строительство блока № 1 Курской АЭС-2 с реактором ВВЭР-1200.
- Завершена масштабная модернизация блока № 4 Нововоронежской АЭС. Срок его эксплуатации повторно продлен на 15 лет (до 60 лет). 10 января 2019 г. блок выведен на 100% номинала.
- Выполнен комплекс работ, связанных с продлением эксплуатации блока № 1 Кольской АЭС на 15 лет — до 2033 г.
- Впервые в истории мировой ядерной энергетики на реакторе большой мощности (ВВЭР-1000) в рамках планового капитального ремонта энергоблока № 1 Балаковской АЭС проведен восстановительный отжиг металла корпуса реактора. Это уникальная технология, разработанная НИЦ «Курчатовский институт», которая позволяет с помощью отжига восстановить ресурсные характеристики металла корпуса реактора, и не только увеличить эксплуатационный ресурс реактора на срок от 15 до 30 лет, но и повысить безопасность реакторной установки в целом. Эту технологию Россия может предложить и другим странам, развивающим ядерную энергетику.
- На Горно-химическом комбинате (г. Железногорск, Красноярский край) выпущены пилотные промышленные топливные сборки на основе смешанного оксидного уран-плутониевого (МОКС)-топлива, которые будут применяться в реакторе на быстрых нейтронах (БН-800) блока № 4 Белоярской АЭС. БН-800 отводится важная роль для отработки ряда технологий замыкания ядерного топливного цикла.
- Урановый холдинг «Атомредметзолото» выполнил план по добыче природного урана: добыто 2904 тонны урана, что соответствует уровню предыдущего года. Продолжена работа по подготовке к эксплуатации новых урановых месторождений: завершены инженерные изыскания на Количиканском и Добрынском месторождениях в Республике Бурятия.
- В сентябре принято решение о строительстве нового атомного ледокола «Лидер» на судостроительном комплексе «Звезда» в Приморье. АЛ «Лидер» — перспективный новый тип российских атомных ледоколов с мощностью на валу 120 МВт, в два раза больше мощности строящихся сейчас на Балтийском заводе и планируемых к вводу в эксплуатацию в 2019, 2020 и 2021 гг. универсальных АЛ «Арктика», «Сибирь» и «Урал».

Российские ядерные технологии находят все большее признание за рубежом. По словам главы Росатома А. Лихачева десятилетний портфель зарубежных заказов ГК Росатом превысит по итогам 2018 г. 130 млрд долларов. На разных этапах реализации находятся проекты 36 энергоблоков АЭС в 12 странах:

- 22 декабря сдан в коммерческую эксплуатацию энергоблок № 4 АЭС Tianwan с реактором ВВЭР-1000.
- Началось строительство за рубежом двух энергоблоков с реакторами ВВЭР-1200: Akkuu-1 в Турции и Roorrig-2 в Республике Бангладеш.
- Турецкое агентство по атомной энергии выдало ограниченное разрешение на строительство блока № 2 АЭС Akkuu, что позволит начать возведение объектов будущего энергоблока за исключением реакторной установки (подготовка котлована, инженерные изыскания и другие работы).
- В июне в Пекине был подписан крупнейший в истории сотрудничества двух стран в ядерной области пакет соглашений, который предусматривает сооружение двух блоков (№ 7 и № 8) на площадке АЭС Tianwan с реакторами ВВЭР-1200 и двух аналогичных блоков на новой площадке Сюйдапу в китайской провинции Ляонин. До сих пор опыта сосуществования в рамках одной АЭС энергоблоков российского (блоки № 3 и № 4) и американского (блоки № 1 и № 2) дизайна не было.
- В сентябре подписано межправительственное соглашение о строительстве в Узбекистане по российскому проекту АЭС с двумя энергоблоками общей установленной мощностью 2,4 ГВт, а 19 октября президенты России и Узбекистана в режиме телемоста из Ташкента нажатием символической кнопки положили начало изыскательским работам на одной из приоритетных площадок АЭС. Запуск первого энергоблока запланирован на 2028 г.
- ГК Росатом вошла в шорт-лист для прохождения второго этапа конкурса, который проводит Саудовская Аравия по строительству первой атомной электростанции.

НОВОСТИ

ИТОГИ 2018 г. В СТРАНАХ МИРА

Бельгия

Согласно данным бельгийского ядерного форума, электроэнергия, произведенная на атомных станциях страны в 2018 г., составила 48% национального электропроизводства, снизившись по сравнению с 2017 г. (49,8%) из-за запланированного текущего ремонта и незапланированных остановов. Доля органического топлива составила 40%, ветроэнергетики — 7%, солнечной — 5%.

Бельгийский ядерный парк состоит из 7 энергоблоков: трех на АЭС Tihange в Льеже, и четырех на АЭС Doel вблизи Антверпена. В ноябре 2018 г. работал всего один блок — Doel-3. Два других блока этой станции Doel-1, -2 были остановлены в сентябре после небольшой утечки в контуре аварийного водяного охлаждения. Блок Tihange-1 остановлен на техническое обслуживание и перегрузку топлива. Tihange-2, -3 и Doel-4 прекратили работу из-за обнаружения деградации бетона (по этой же причине останавливали и Doel-3 в 2017 г.). Остановка сразу 6 энергоблоков вызвала озабоченность в бельгийском обществе по поводу риска отключений электроэнергии зимой 2019 г., если температура упадет, а спрос превысит ограниченное предложение.

В конце ноября вернулся в строй Tihange-1, в декабре — Doel-4.

В настоящее время четыре блока производят электроэнергию: Doel-3, -4, Tihange-1, -3. Три блока не работают: Tihange-2 — из-за деградации бетона, Doel-1, -2 — из-за утечки в контуре.

Бельгия намерена остановить все свои реакторы к 2025 г., начало свертывания ядерной энергетики запланировано на 2022 г. — после завершения 40-летнего срока эксплуатации будет закрыт блок Doel-3. Первые два блока АЭС Doel будут продолжать работу еще 10 лет после истечения 40-летнего срока их эксплуатации, т.е. до 2025 г.

Бразилия

Два энергоблока единственной АЭС в стране — Angra в 2018 г. произвели 15,67 ТВт·ч электроэнергии (в 2017 г. — 15,74 ТВт·ч). Блок № 1 выработал 4,97 ТВт·ч, его коэффициент установленной мощности (КИУМ) был равен 88%. Блок № 2 выработал 10,7 ТВт·ч электроэнергии, весь год работая без незапланированных остановов, КИУМ достиг значения 90,3%.

Мощность АЭС Ангра составляет 1,22% от суммы всех электрогенерирующих мощностей страны.

Блок № 3 АЭС Ангра начал строиться в июне 2010 г., потом строительство было приостановлено. В настоящее время по-прежнему имеет статус «строящегося». Возобновление его строительства поддерживает новый министр энергетики страны.

Испания

По сообщению испанского атомно-промышленного форума выработка электроэнергии, производимой АЭС в 2018 г., составила 53,216 ТВт·ч. Доля ядерного электричества составила 20,39% всего национального электропроизводства и 34,42% низкоуглеродной электроэнергии, при производстве которой практически не образуется парниковых газов.

В составе испанского ядерного парка 7 энергоблоков на пяти АЭС: Almaraz-1, -2, Asko-1, -2, Cofrentes, Trillo-1, Vandellos-2, их доля в общей установленной мощности — 7,9%. КИУМ составил 82,1% (из 8760 часов прошлого года семь блоков работали 7192 часа).

В ноябре 2018 г. власти Испании подтвердили, что рассчитывают закрыть действующие в стране АЭС в ближайшие 10 лет. Государственный секретарь по энергетике Хосе Домингес заявил, что правительство не планирует продлевать лицензии АЭС по достижении ими срока эксплуатации в 40 лет.

Семь испанских блоков планируют отключить в период между 2023 и 2028 годом.

Китай

По данным Китайской федерации электроэнергетических предприятий (КФЭП) в 2018 г. атомные станции страны выработали 294,4 млрд кВт·ч электроэнергии — на 18,6% больше, чем в 2017 г., что позволило сократить выбросы двуокиси углерода на 280 млн тонн. Доля ядерного электричества составила 4,2% от общего национального электропроизводства (в 2017 г. — 3,94%).

За прошедший год запущены семь новых ядерных энергоблоков мощностью 8263 МВт(э) нетто.

КФЭП охарактеризовала ситуацию с эксплуатацией в 2018 г. китайских АЭС как безопасную и стабильную.

НОВОСТИ

В обнародованном в январе 2019 г. докладе государственного энергетического управления КНР сообщается, что объем потребления электроэнергии в Китае по итогам 2018 г. вырос на 8,5% и достиг значения 6,8 триллионов кВт·ч (в 2017 г. этот показатель был равен 6,3 триллиона кВт·ч, в 2016 г. — 5,9 триллиона кВт·ч).

Рост энергопотребления в сфере услуг составил 12,7%, потребления электроэнергии домашними хозяйствами — 10,4%. Темпы роста в промышленности и сельском хозяйстве достигли 9,8% и 7,2% соответственно.

Франция

Атомные электростанции страны выработали в 2018 г. 393,2 ТВт·ч электроэнергии, увеличив ее производство на 3,7% по сравнению с прошлым годом (379,1 ТВт·ч). Доля ядерного электричества в 2017 г. составила 71,6%.

НАЧАЛИСЬ ИСПЫТАНИЯ ТОЛЕРАНТНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ЛЕГКОВОДНЫХ РЕАКТОРОВ

Две экспериментальные тепловыделяющие сборки (ТВС) производства Новосибирского завода химконцентратов с толерантным (противоаварийным) ядерным топливом загружены в водяные петли исследовательского реактора «МИР» в Димитровграде. Каждая ТВС содержит по 24 тепловыделяющих элемента (ТВЭЛ) типоразмеров ВВЭР и PWR с четырьмя различными сочетаниями материалов оболочки и топливной матрицы. В качестве материалов оболочек использованы либо циркониевый сплав с хромовым покрытием, либо хром-никелевый сплав. Топливные таблетки изготовлены как из традиционного диоксида урана, так и из уран-молибденового сплава с повышенной плотностью и теплопроводностью.

Выбор конкретных материалов обусловлен не только исследованиями, но и многолетним опытом российской атомной отрасли, поскольку некоторые из них успешно используются в конструкциях топлива для исследовательских реакторов, а также в активных зонах энергетических и транспортных реакторов.

В реакторе МИР для ТВС будут созданы условия, максимально приближенные к условиям эксплуатации и параметрам теплоносителя энергетических реакторов ВВЭР и PWR. Конструкция исследовательского реактора позволяет одновременно проводить исследования в отдельных петлях, что особенно важно с учетом синхронного испытания топлива для реакторов российского и зарубежного дизайна.

Исследования выполняются в рамках проекта компании «ТВЭЛ» по созданию и выводу на рынок российского толерантного ядерного топлива, устойчивого к тяжелым авариям. Толерантное топливо должно сохранять свою целостность и не приводить к возникновению так называемой парциркуляционной реакции, в ходе которой выделяется взрывоопасный водород.

Первая фаза реакторных испытаний и послереакторных исследований завершится в 2019 г. На основании полученных данных предстоит определить оптимальное сочетание материалов оболочки и выполнить расчеты и обоснования нейтронно-физических характеристик активных зон водо-водяных реакторов. После этого ТВС с отдельными ТВЭЛами в «толерантном исполнении» планируется загрузить в энергетический реактор одной из российских АЭС.

Материал подготовила И.В. Гагаринская