



Ядерная энергия, человек и окружающая среда

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО БЫСТРЫМ РЕАКТОРАМ

В начале марта в Париже прошла большая международная конференция по быстрым реакторам и замкнутому ядерному циклу. В ней приняли участие около 600 специалистов из 20 стран и семь международных организаций. Наиболее заинтересованные в быстрых реакторах страны изложили свое видение дальнейшего развития этого направления.

Во **Франции** продолжаются работы по проекту ASTRID — демонстрационному быстрому натриево-реактору IV поколения мощностью 600 МВт. В 2019 г. будет приниматься окончательное решение о его строительстве. При положительном вердикте на пуск блока можно надеяться не раньше 2023 г.

ASTRID должен сыграть роль реактора-прототипа для серии французских коммерческих быстрых натриевых установок, которую планируется развернуть к 2050 г.

Работы по проекту газового быстрого реактора ALLEGRO также продолжаются, но ведутся на дальнюю перспективу. Вместе с французами над ALLEGRO трудится консорциум из четырех стран — Венгрии, Польши, Словакии и Чехии (возможно блок с ALLEGRO будет построен у кого-то из них).

Китаю необходимо крупномасштабное развитие технологий быстрых реакторов. Рост энергопотребления по сравнению с 90-ми годами возрос в разы и останавливаться не собирается. Основным энергоисточником в КНР является уголь (в 2012 г. его доля — 66,2%).

Китай, конечно, уделяет большое внимание и развитию альтернативных видов энергетики (67,7 млрд долл. инвестировано в 2012 г.), однако у возобновляемых энергоисточников в КНР существуют естественные пределы: максимально возможный гипотетический парк ветряков составит 700 ГВт (сейчас их установленная мощность 61 ГВт), у гидроэлектростанций максимальный потенциал — 500 ГВт, солнечная энергетика ограничена 200 ГВт. Без ядерной энергетики, подкрепленной быстрыми реакторами, транспортная система КНР захлебнется от потоков угля, а ее население начнет физически вымирать от смога.

Планы Китая по строительству быстрых реакторов воистину огромны, ожидается, что в 2050 г. в стране будет работать от 70 ГВт (если урана в КНР окажется достаточно) до 200 ГВт (при дефиците урана) быстрых реакторов. В 2023 г. китайцы собираются запустить свой демонстрационный блок CFR-600 с натрием и MOX-топливом. В 2030 г. должна начаться коммерческая эксплуатация CFR-1000.

В **Индии** на площадке в Калпакаме заканчивается строительство демонстрационного энергетического быстрого реактора PFBR. В конце этого года ожидается заливка в контур натрия, на сентябрь 2014 г. намечен физпуск. За демонстрационным блоком последуют два блока с коммерческими CFBR-500.

В отдельную ветвь выделены натриевые реакторы с металлическим топливом. Сначала появится реактор MFTR мощностью 120 МВт, потом MFBR-1000.

Позиция **Соединенных Штатов** остается выжидательной; продолжатся «научно обоснованные» исследования с привлечением университетов, национальных лабораторий, промышленности и международной кооперации, но пока строиться быстрые реакторы или перерабатывающие заводы не будут. Не торопятся и с промежуточными хранилищами ОЯТ — только на обдумывание и осмысление первого из них отводится 10 лет.

В Аргоннской национальной лаборатории работают над проектом AFR-100. Это модульный натриевый реактор с компактной активной зоной мощностью 100 МВт (э) или 250 МВт (тепло-

НОВОСТИ

вых). Топливо — металлический уран, легированный цирконием. Предполагается заводское изготовление модулей с доставкой к потребителю по железной дороге.

Япония, несмотря на Фукусиму, не намерена отказываться от продолжения работ по созданию реакторов IV поколения и готова сохранить для исследований быстрый натриевый реактор Monju.

Италия и Румыния объединили усилия для создания демонстрационного быстрого реактора со свинцовым теплоносителем. Речь идет о реакторе ALFRED мощностью 125 МВт (э), который может быть построен в румынском Питешти примерно к 2025 г. Резонно предположить, что Италия участвует в проекте технологиями, а Румыния территорией.

Российские специалисты представили все три направления развития быстрых реакторов (натриевые, свинцово-висмутовые и свинцовые), одновременно разрабатываемые в стране. При этом обсуждалось как решение долгосрочных задач (освоение плотного топлива, выбор новых реакторных технологий, разработка сценариев существования технологий и т.д.), так и поиск ответов на насущные проблемы отрасли (в данном случае, ОЯТ).

Было показано, что проблему ОЯТ российского парка ВВЭР можно решить, используя имеющиеся технологии — реакторы БН и МОХ-топливо. По оценкам, 40—60 ГВт российских легководных реакторов в 2030 г. могли бы обслуживать 4—6 БН-1200, к которым прилагались бы МОХ-производство и завод по переработке мощностью 800—1200 тонн в год.

Кроме того, построенные к 2030 г. действующие и набравшие реальный и продолжительный (несколько лет) опыт эксплуатации блоки с БН-1200 предоставили бы России возможность принять участие в реализации китайских планов разработки быстрых реакторов.

Отказ от строительства БН-1200 (а такая точка зрения отстаивается рядом специалистов) означает уход с огромного, в потенциале, китайского рынка быстрых реакторов и потерю позиций, нарабатанных во время контактов с CEFR, т.е. практически «передачу рынка» конкурентам.

По материалам ATOMINFO.ru, 5—7 марта

Решение о возведении энергоблока на быстрых нейтронах БН-1200 на Белоярской АЭС будет принято после запуска и начала эксплуатации (первый квартал 2014 г.) энергоблока БН-800, сообщил председатель наблюдательного совета Росатома Б. Грызлов.

БН-1200 является самым подходящим реактором для замыкания ядерного топливного цикла до 2030 г. Замыкание ЯТЦ позволит решить проблему обращения с облученным ядерным топливом, накапливаемым в процессе работы реакторов типа ВВЭР и РБМК; он предполагает переработку ОЯТ, выгруженного из реактора, для извлечения урана и плутония для повторного изготовления ядерного топлива. Замыкание ЯТЦ приведет к тому, что с 2030 г. в России не потребуется строить новые хранилища ОЯТ для парка АЭС мощностью 54 ГВт.

Планируется, что БН-1200 будет запущен в эксплуатацию в 2020 г. в качестве головного в серии из шести энергоблоков.

ЗАЯВЛЕНИЕ ДВЕНАДЦАТИ

В Лондоне 12 марта (на следующий день после второй годовщины аварии на АЭС Fukushima) представители двенадцати стран Европейского Союза подписали совместное заявление, в котором выражают убеждение, что ядерная энергия может внести вклад в будущее низкоуглеродного энергетического производства ЕС, и называют создание новых реакторов «правильным инвестированием в охрану окружающей среды».

Заявление подписали Болгария, Великобритания, Венгрия, Испания, Литва, Нидерланды, Польша, Румыния, Словакия, Финляндия, Франция и Чехия. Стороны планируют решать задачи сокращения выбросов за счет внедрения «максимально широкого перечня технологий, включая возобновляемые источники, системы улавливания и хранения CO₂ и ядерную энергетику. Подчеркивается, что ядерная энергия играет ключевую роль в обеспечении безопасности энергоснабжения и уменьшения эмиссии, и может обеспечивать экономические преимущества и дешевую электроэнергию для стран Евросоюза.

Одновременно правительство Великобритании заявило о присоединении к программе создания исследовательского материаловедческого реактора Jules Horowitz, который строится в Кадараше и финансируется консорциумом из пяти стран (Франция, Бельгия, Испания, Финляндия, Чехия) и ЕК. Реактор будет использоваться для разработки нового топлива и материалов, применяемых в ядерной промышленности.

НОВОСТИ

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Ядерный парк Великобритании, насчитывающий к началу 2000 г. 35 энергоблоков, к настоящему времени сократился более чем наполовину — до 16 энергоблоков.

Только за период 2000—2006 гг. на шести АЭС были закрыты 16 энергоблоков, вступивших в строй в 1959—1966 гг.: Calder Hall (4 блока), Chapelcross (4 блока), Bradwell (2 блока), Dungeness-A (2 блока), Hinkley Point-A (2 блока) и Sizewelle-A (2 блока).

В июне 2011 г. остановлен второй блок АЭС Oldbury-A, а в феврале 2012 г. — первый блок этой станции. Изначально оба эти блока, построенные в 60-х годах и принадлежащие к первому поколению британских реакторов, планировалось остановить в конце 2008 г., но затем было получено разрешение на продолжение их работы после этого срока с тем, чтобы заработать средства на оплату их вывода из эксплуатации.

Второй блок АЭС Wylfa был остановлен 25 апреля 2012 г., за несколько дней до плановой даты. Реактор был подключен к электросети в июле 1971 г. Ожидается, что его брат-близнец (Wylfa-1) будет работать до 2014 г., когда его топливо выработает свой ресурс.

На АЭС Oldbury и Wylfa установлены магноксидные реакторы. Великобритания построила всего 26 реакторов Magnox и 490-мегаваттные блоки Wylfa были последними и самыми мощными из них. В таблице приведены действующие в настоящее время ядерные энергоблоки Великобритании и планируемые сроки их останова.

АЭС	Тип	Мощность МВт (э) нетто	Включение в сеть	Планируемый останов
1. Wylfa-1	Magnox	490	1971	2014
2. Hinkley Point B-1, 2	AGR	2×435	1976	2016
3. Hunterston B-1, 2	AGR	2×430	1976, 1977	2016
4. Dungeness B-1, 2	AGR	2×520	1983, 1985	2018
5. Hartlepool-1, 2	AGR	2×595	1983, 1984	2019
6. Heysham A-1, 2	AGR	1×585 1×575	1983, 1984	2019
7. Heysham B-1, 2	AGR	2×620	1988	2923
8. Torness-1, 2	AGR	1×600 1×605	1988, 1989	2023
9. Sizewell-B	PWR	1188	1995	2035

Великобритания закрывает энергоблоки, у которых заканчивается проектный срок эксплуатации, но в отличие от Германии, не собирается отказываться от использования ядерной энергетики. «В мире трудно найти страну, столь же открытую для безопасного развития ядерной энергетики, как Британия, — сказал министр энергетики Чарльз Хендри. — Мы должны двигаться вперед со строительством новых АЭС, без этого мы будем более темной и менее процветающей страной».

Следует отметить, что население Великобритании сохраняет положительное отношение к ядерной энергетике. По результатам исследований компании You Gov (25 октября 2012 г.) 40% из 1734 опрошенных считает, что британскому правительству следует шире использовать ядерную энергию, чем оно это делает сейчас (в ноябре 2011 г. эта цифра составляла 35%). Сохранение современного уровня ЯЭ предпочтительно для 21%, а 20% считают, что ее должно быть меньше, чем сейчас (в 2011 г. таких было 27%).

Правительство страны подготовило национальный план модернизации ядерной энергетики и объявило тендер на строительство АЭС следующего поколения. К 2025 г. планируется ввести в строй 16 ГВт ядерных мощностей для замещения выводимых реакторов.

Уже опубликован список из восьми площадок, признанных подходящими для строительства АЭС и впервые за 25 лет выдана лицензия на строительство на одной из них (Hinkley Point-C) двух реакторов британской версии EPR общей мощностью 3200 МВт. 13 марта с.г. Агентство по охране окружающей среды выдало EdF Energy три основных разрешения, требующихся для эксплуатации планируемой АЭС.

В середине 2013 г. правительство Великобритании планирует представить стратегию развития атомной промышленности.

НОВОСТИ

ЗАЛОЖЕН ФУНДАМЕНТ НОВОЙ АЭС В США

South Carolina Electric and Gas Company (SCE&G) 11 марта завершила двухдневный процесс закладки фундаментной плиты ядерного острова на строительстве второго энергоблока АЭС Virgic C. Summer в Южной Каролине. Это первая в США заливка бетона для новой АЭС за последние тридцать лет; в проектах АЭС она считается официальным началом строительства.

SCE&G и ее партнер Santee Cooper строят два блока с реакторами AP1000 фирмы Westinghouse на площадке Саммер, где уже работает один блок, коммерческая эксплуатация которого началась в январе 1984 г. По словам SCE&G, строящиеся блоки начнут производить электроэнергию в 2017 и 2018 гг. соответственно. AP1000 — единственный проект поколения 3+, сертифицированный Комиссией по ядерному регулированию США. Westinghouse строит 4 таких реактора в Китае и заявляет, что пять энергетических компаний в США (включая SCE&G) выбрали его для возможного строительства АЭС.

«ГОРЮЧИЙ ЛЕД» СО ДНА ОКЕАНА

Агентство природных ресурсов и энергии Японии 12 марта сообщило, что государственная корпорация Japan Oil & Metals National Corp. впервые в мире смогла добыть газ из поддонных залежей гидрата метана в районе разлома Нанкай, находящегося в Тихом океане в 50 км от побережья острова Хонсю. Ствол скважины с исследовательского судна «Тикю» прошел километровую толщу воды и достиг залежей газовых гидратов на глубине 300 м ниже уровня дна.

По предварительным расчетам это месторождение содержит запасы газовых гидратов, сопоставимые с объемами потребления природного газа в стране за 14 лет. Первая промышленная добыча может начаться не ранее 2018 г.

Япония в настоящее время является лидером гонки за новым источником энергии. В 1995 г. правительство страны инициировало программу по освоению газогидратных месторождений на шельфе. Наиболее известный международный проект, продолжающийся уже более 10 лет — разработка газогидратных залежей в районе дельты реки Маккензи в Канаде — в значительной степени финансируется Японией.

За ней, в соответствии с объемами инвестиций и количеством реализуемых проектов следуют Соединенные Штаты. Под эгидой Министерства энергетики США в 1982—1991 гг. было установлено присутствие залежей твердого метана («горючего льда») на Аляске, изучено 15 зон скопления газогидратов на шельфе, осуществлена пробная добыча метана на месторождении Прадо Бей.

Японские энергетики возлагают большие надежды на гидрат метана как на перспективный источник природного газа. Однако добыча газа из метановых гидратов сопряжена со значительными трудностями и материальными затратами. По оценкам себестоимость метана из поддонных залежей (92 иены за куб. м) вчетверо дороже, чем сжиженный природный газ на терминале в Японии. К тому же метан — это парниковый газ, в 20 раз более сильный, чем CO₂, а бурение в разломной зоне способно спровоцировать землетрясение. Тем не менее, если японцы освоят эту технологию, и промышленная добыча газа из гидратов (по оценке японских ученых запасы этого вида сырья в их стране составляют около 7 трлн куб. м) окажется удачной, то ситуация в мире кардинально изменится. «Метангидраты потенциально способны привести к энергетической революции в Японии, сопоставимой со «сланцевой» революцией в США, однако на этом пути еще много препятствий», — говорится в заявлении руководителя исследовательской группы Института экономики и энергетики Японии Ю. Мориты.

Газовые гидраты представляют собой твердые кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды (водного раствора, льда, водяных паров) и низкомолекулярных газов. Молекулы воды образуют ажурный каркас, в полости которого заходят молекулы газа. Такая структура гидрата, внешне напоминающего рыхлый лед, позволяет удерживать большие объемы газа. Чтобы он не распался, необходимы низкие температуры и повышенное давление. В природе газовые гидраты встречаются под слоем вечной мерзлоты или глубоко на океанском дне. 1 м³ природного гидрата метана в твердом состоянии содержит около 164 м³ метана в газовой фазе и 0,87 м³ воды.

Общие объемы метана в природных гидратах оцениваются в последние годы цифрами порядка (2—7)×10¹⁵ м³. Метан из газогидратных залежей — это энергоноситель будущего; его ресурсов хватило бы человечеству на столетия, при условии, что оно научится их извлекать.

Материал подготовила И.В. Гагаринская