

БУДУЩЕЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

В.Б. ИВАНОВ,
ЗАСЛУЖЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ НАУКИ РФ, АКАДЕМИК РАЕН,
ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Начнем с вопроса: а есть ли это будущее? Авария на АЭС «Фукусима» в Японии снова вернула правительства многих стран, где вынашивались планы развития такой энергетики, и общественность (не только принципиальных противников атомной энергетики) к состоянию, в котором мир находился после чернобыльской аварии. А ведь были ещё аварии на АЭС «Три Майл Айлэнд» (США), Селлафилде (Великобритания), причём последствия чернобыльской и фукусимской вышли за пределы границ государства. Объективно в результате этих аварий было не так много человеческих жертв, но факты отселения людей из близлежащих территорий, длительное отчуждение земель, страх радиоактивного облучения сильно влияют на человеческое сознание, а необходимость вовлечения громадных государственных средств для ликвидации последствий - дополнительный довод отказаться от такого вида генерации. Это решение приняли ряд европейских государств.

Какие основные проблемы волнуют общественность?

Тяжёлые аварии, о которых говорилось выше, когда разрушается (расплавляется) ядерное топливо, либо из-за потери теплоносителя, либо из-за избыточной реактивности. При этом вероятностный анализ безопасности показывал, что такого рода события практически невозможны. Однако сочетание целого ряда факторов, ошибок операторов всё-таки привело к подобным авариям.

Использование в современной энергетике в качестве основного делящегося материала урана-235 наталкивается на ресурсные ограничения. При теперешнем уровне установленной мощности АЭС в мире запасов относительно дешёвого урана, по расчётам, хватит лет на 100-120. Срок службы современной АЭС - 60 лет, и это означает, что уже следующему поколению подобных установок не на чем будет работать.

Нерешённость проблем с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами в долгосрочном плане. Да, перевозки этих конструкций и веществ, их контролируемое хранение без особых проблем реализуются во всём мире, но общественность

спрашивает, что будет дальше, через 100 и более лет.

Наконец, проблема распространения атомного оружия. Применяемые для работающих реакторов технологии обогащения урана вполне могут быть использованы для получения урана оружейного качества. Именно это обсуждается в связи с иранской атомной программой.

Можно ли преодолеть перечисленные трудности? Да, можно. Учёные и специалисты России вот уже много лет ведут разработки ядерных реакторов с так называемой естественной безопасностью. Что это означает? На таком реакторе принципиально не могут быть тяжёлые аварии, защита от них базируется только на законах физики. Даже если все стержни регулирования мощности и аварийной защиты будут извлечены, разрушения топлива не произойдёт. Для этого в таком реакторе будет использоваться тяжёлый металлический теплоноситель (свинец или свинец-висмут). Такой теплоноситель не горит, не вытекает в больших количествах из активной зоны. Будет использоваться плотное ядерное топливо и равновесное количество делящихся элементов (сколько делится и выделяет энергию, столько же вновь образуется). Это исключает разгон реактора на мгновенных нейтронах (что произошло на ЧАЭС).

Описанные выше реакторы будут работать на быстрых нейтронах, что позволит вовлечь в топливный цикл уран-238 (его в природе 99,3%) и торий-232. Этих ресурсов России и человечеству хватит на тысячи лет для использования в базовой энергетике, существенно большей по сравнению с современной.

Реакторы на быстрых нейтронах позволяют трансмутировать (преобразовать) долгоживущие (тысячи лет) изотопы в короткоживущие (сотни лет), а это, в свою очередь, позволяет их окончательно захоранивать в геологические формации, сохраняя один и тот же уровень радиации в земле (сколько взяли урана и тория, столько вернули после нескольких сотен лет). Радиоактивные отходы при такой технологии занимают небольшой объём, для них не потребуются большие территории и подземные объёмы. Поскольку упомянутые реакторы производят сами для себя ядерное топливо (из урана-238

плутоний-239), то нет накопления отработавшего ядерного топлива, образуется замкнутый топливный цикл.

Выше говорилось о равновесной активной зоне, поэтому в топливном цикле нет лишних делящихся элементов, которые можно было бы изъять без того, чтобы реактор встал, нет необходимости обогащать уран, кроме того, ядерное топливо в замкнутом топливном цикле смешано с высокорadioактивными элементами, поэтому проблемы хищения делящихся материалов не существует.

Работа над созданием таких реакторов и их топливного цикла активно ведётся. Уже до 2020 года должен заработать первый опытный реактор БРЕСТ-300, проектируется реактор СВБР-100, ведутся испытания плотного топлива и технологий переработки.

Энергокомплексы на основе подобных реакторов и пристанционного топливного цикла могут быть не только как базовая энергетика России, но и продаваться в третьи, неядерные страны. Переход атомной энергетике на реакторы естественной безопасности произойдёт эволюционно начиная с 2025-2030 годов.

В настоящее время в мире сформировался повышенный интерес к строительству модульных атомных станций малой и средней мощности (АСМСМ). Несмотря на то, что до настоящего времени нет действующих пилотных модульных АСМСМ, их ожидаемые высокие потребительские качества и экономическая конкурентоспособность с другими источниками энергии в ряде регионов мира, значительный инвестиционный потенциал сегодня не вызывают особых сомнений у специалистов, инвесторов и политиков.

Модульный характер АСМСМ определяет принцип построения АЭС из отдельных модулей с возможностью построения надёжных гибких энергетических систем. Особенность современных АСМСМ состоит в том, что они строятся «под ключ» на заводах-изготовителях и транспортируются различными способами до места назначения к потребителю в полной готовности. Таким образом, АСМСМ сочетают высокую технологичность, качество, экономичность заводского серийного изготовления и обеспечивают большую гибкость в финансировании, размещении, удовлетворении требований потребителя в отношении количества и качества вырабатываемой энергии.

Проектные проработки АСМСМ показывают высокие показатели безопасности и надёжности. Их работа не зависит от внешних природных условий, они позволяют стабильно обеспечивать потребителей энергией. Такие станции до 100 МВт электрической мощности очень нужны для региональной энергетике, в первую очередь, районов дальнего Севера, Дальнего Востока, Чукотки, там, где находятся основные ресурсы минеральных, да и органических ископаемых.

Конечно, граждане России вправе сами выбирать, какую энергетику использовать, но понятие энергетической безопасности, понимание того, что нефть, газ и позднее уголь в конечном счёте исчезнут, а главное, неправильно использовать их для сжигания, когда в них нуждается химия, показывают, что безопасная и экологически приемлемая атомная энергетика пока, по крайней мере, не имеет альтернативы как базовая энергетика.