

## Реактор реактору — рознь

### Как устроен «мирный атом» изнутри?

Реакторы ВВЭР наработали более 1400 реакторо-лет. Это солидный срок. И все это время работа реакторов была безопасной и безаварийной. Наличие комплекса мер безопасности позволило МАГАТЭ признать Тяньванскую АЭС (Китай) самой безопасной в мире. Балтийская и Белорусская АЭС являются копиями Ленинградской АЭС, прототипом которой, в свою очередь, является Тяньванская АЭС. Так что проект АЭС-2006 с реактором ВВЭР-1200 является современным, надежным и востребованным.

После аварии на АЭС «Фукусима-1» противники развития атомной энергетики получили мощный козырь. Ведь о какой надежности и безопасности реакторов может идти речь, если даже в одной из наиболее развитых стран мира производственные корпуса, в которых расположены реакторные блоки, взлетают на воздух? И ведь в новейшей истории такое случилось не впервые — многим еще хорошо помнится взрыв реактора в Чернобыле. Получается, что история повторяется, и мало ли к каким более ужасным последствиям может привести активная эксплуатация «мирного атома»? Для того чтобы развеять хотя бы часть таких сомнений, следует внимательнее изучить, что же такое ядерный реактор и как он эксплуатируется.

Следует обратить внимание: реакторы, которые работали на «Фукусиме-1», относятся к предыдущему поколению и не имеют тех элементов безопасности, которыми отличаются современные агрегаты. Но главное даже не в этом. Суровая правда заключается в том, что сами реакторы удар стихии выдержали. Они были вовремя остановлены, ядерная реакция была прекращена. Проблемы на японской станции начались тогда, когда возникла необходимость отвода тепла от облученного ядерного топлива. Волна цунами разрушила водоводы и смыла резервные дизель-генераторы, которые должны были обеспечить энергией циркуляционные насосы. В итоге — отсутствие теплоносителя, перегрев и расплавление топлива, выделение водорода и взрыв. Персонал станции, кстати, тоже нельзя обвинить в «излишней расторопности». Многих последствий можно было бы избежать при более грамотных и оперативных действиях кризисного штаба. И «божественный ветер» в данном случае японцам не помог.

Понятно, что в этом месте многие противники атомной энергетики приведут один довод: генералы, как известно, всегда готовятся к прошедшей войне. Где гарантия, что самый современный реактор российского дизайна АЭС-2006, который планируют установить на Белорусской АЭС, окажется он в подобной ситуации, выдержит проверку на прочность?

Ответить на этот вопрос можно, рассмотрев особенности систем безопасности новых российских АЭС на основе реакторов ВВЭР. «Здоровая» физика реактора означает, что при любой нештатной ситуации реакция деления самопроизвольно затухает и спонтанно возникнуть уже не может, в отличие от реакторов типа РБМК (был установлен на Чернобыльской АЭС). Кстати, возвращаясь к событиям на «Фукусиме», следует отметить, что с физикой там было все в порядке — реакторы заглохли штатно.

Современный реактор российского дизайна — это двухконтурный аппарат, в котором теплоноситель первого контура физически не смешивается с водой второго контура, пар из которой вращает турбину. На практике такая схема означает, что теплоноситель второго контура не соприкасается с радиоактивными элементами и сам не является радиоактивным. Стенка реактора — это броневая сталь толщиной 197 мм. Да, такая схема дороже при сооружении и имеет меньший коэффициент полезного действия во время эксплуатации. Но именно она является одной из составляющих

принципа «безопасности много не бывает». Уже около 80 % мирового парка современных реакторов имеют двухконтурную схему. Нельзя не отметить, что в первом контуре отсутствуют пустоты, не заполненные водой. Отсутствие пустот не позволяет образовываться пару, наличие которого может привести к обнажению топливных стержней с их последующим разрушением и выделением водорода за счет разложения воды при высокой температуре. Кроме того, дополнительный запас воды на случай нештатных ситуаций находится в специальных емкостях большого объема. Запас воды в парогенераторах обеспечивает естественную циркуляцию и отвод тепла в случае остановки реактора и предоставляет дополнительный запас прочности, которого не хватило реакторам на «Фукусиме».

С другой стороны, на «Фукусиме» взорвался не реактор, а реакторное здание. Значит, важна не только прочность самого реактора, но и той оболочки, под которой он установлен. На самом деле реактор окружает защитная оболочка, которая называется контайнмент. Она двойная и состоит из двух контуров. Толщина внутренней оболочки составляет 1200 миллиметров высокопрочного армированного напряженного железобетона. Изнутри эта оболочка облицована сталью толщиной 6 миллиметров. Внутренний свободный объем контайнмента составляет 75 000 кубических метров. Внутри контайнмента находится бак с запасом воды, насыщенной бором, которая может использоваться при возникновении нештатной ситуации для охлаждения реактора. Внешняя оболочка имеет толщину 800 миллиметров и защищает реактор от внешних воздействий. Она способна предохранить реактор от падения самолета, смерчей и ураганов, обледенения и наводнения, а также является дополнительной защитой от террористических угроз.

И все же, если произойдет тяжелая авария и разрушится реактор — радиоактивные элементы беспрепятственно попадут в окружающую среду, и мы снова будем говорить о загрязнении местности? Все не так мрачно. Для такого случая в проекте АЭС-2006 предусмотрена ловушка расплава. Она представляет собой жаропрочный тигель весом 250 тонн и устанавливается под шахтой реактора. В случае расплавления активной зоны и разрушения корпуса реактора жидкое радиоактивное топливо попадет в ловушку и будет там локализовано. Это означает, что выхода радиоактивных элементов за пределы герметичной оболочки не произойдет при любых, даже самых тяжелых, сценариях. Наличие в проекте ловушки расплава является серьезным конкурентным преимуществом российского проекта. Несмотря на то что наличие ловушки увеличивает стоимость проекта, события на «Фукусиме» подтвердили правильность подобного подхода.

**Виктор ДАШКЕВИЧ, ведущий научный сотрудник [ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси](#)**