

УДК 539.172:543.522

ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АЭС

Пташиц К.П.

Научный руководитель – старший преподаватель Буров А.Л.

Для адекватной оценки рисков от всех возможных внешних исходных событий (ИС) и минимизации затрат на исследование не значимых с точки зрения риска внешних ИС необходимо разработать реалистичные критерии отбора.

Внешнее ИС может быть исключено если выполняется хотя бы один из следующих качественных критериев:

1. ИС, не может возникнуть достаточно близко к площадке АЭС;
2. ИС входит в определение другого рассмотренного события;
3. ИС отличается медленным характером развития, и персонал АЭС имеет в своем распоряжении большой запас времени для предотвращения его развития до критической величины воздействия или принятия адекватных мер по ограничению его воздействия.

4. ИС имеет или очень низкую среднюю частоту возникновения ($<1 \cdot 10^{(-6)}$ 1/год) или значительно более низкую среднюю частоту возникновения, чем другие рассмотренные события, характеризующиеся аналогичной неопределенностью и не менее тяжелыми последствиями с точки зрения риска тяжелого повреждения активной зоны.

К природным явлениям относятся гидрометеорологические процессы и явления: наводнения, цунами, сейши; приливы и отливы, штормовое волнение, сгон и нагоны воды в прибрежной зоне морей; изменение водных ресурсов (экстремально низкий сток, аномальное снижение уровня воды); ледовые явления на водотоках (зажоры, заторы); смерч (торнадо); ураган, тропический циклон; экстремальные осадки и снегопады; гололед; снежная лавина; удары молнии.

Кроме того, рассматриваются геологические и инженерно-геологические процессы и явления: сеймотектонические разрывные смещения, поднятия и опускания блоков земной коры; тектонический крип; остаточные сейсмодеформации земной коры; землетрясения; извержения вулканов; грязевой вулканизм; оползни, обвалы, сели, лавины; размывы берегов, склонов, русел; оседания и провалы территории, подземные размывы, карст; деформации специфических грунтов (вечная мерзлота, термокарст, разжижение и пр.).

Внешними факторами техногенного происхождения являются: удар летательного аппарата и других летящих тел; пожары по внешним причинам; взрывы, в том числе дрейфующих облаков; выбросы в атмосферу взрывоопасных и воспламеняющихся газов, токсичных паров, газов и аэрозолей; коррозионные жидкие сбросы в поверхностные и грунтовые воды; электромагнитные импульсы и излучения; разлив масел и нефтепродуктов на прибрежных поверхностях рек, морей и океанов; прорыв естественных и искусственных водохранилищ.



Рисунок 1 Основные внешние воздействия

Землетрясение: Проектирование АЭС производится с учетом двух уровней сейсмичности:

1. Проектное землетрясение (ПЗ) с повторяемостью 1 раз в 1000 лет;
2. Максимальное расчетное землетрясение (МРЗ) с повторяемостью 1 раз в 10 000 лет.

К категории I сейсмостойкости относят элементы АЭС, выход из строя которых может привести к выходу радиоактивных продуктов в количествах, приводящих к дозовым нагрузкам на население, превосходящим допустимые при проектной аварии. Элементы этой категории сейсмостойкости практически совпадают с элементами категории безопасности I. Сюда входит сама ядерная паропроизводящая установка, хранилища радиоактивных отходов, отработавшего топлива, а также ряд других элементов. Кроме того, в эту категорию включаются системы, обеспечивающие безопасную остановку реактора и поддержание его в состоянии холодного останова. Сюда же входят сооружения, где эти системы располагаются.

В категорию II сейсмостойкости входят элементы АЭС, не включенные в категорию I, отказ которых может привести к выходу радиоактивных продуктов в количествах, приводящих к дозовым нагрузкам на население больше допустимых годовых значений при нормальной эксплуатации АЭС. Сюда входят элементы с «малой» радиоактивностью (спецмастерские, спецпрачечные и пр.). Кроме того, согласно российским нормам к категории II относят элементы, отказ которых может привести к перерыву в выработке электроэнергии (турбогенератор и связанные с ним устройства, турбинный зал и пр.).

Все прочие элементы АЭС относят к категории III сейсмостойкости.

К различным категориям предъявляются следующие требования по сейсмостойкости.

Элементы категории I должны сохранять полную работоспособность во время и после ПЗ. Во время и после МРЗ они должны выполнять свои функции по обеспечению безопасности АЭС.

Элементы категории II должны сохранять работоспособность во время и после ПЗ. При МРЗ требования к ним не предъявляются.

Элементы категории III проектируются в соответствии с обычными нормами по сейсмостойкости для строительных конструкций и оборудования.

Затопление: В данном разделе необходимо представить результаты рассмотрения РУ и бассейна выдержки отработавшего ядерного топлива на устойчивость к затоплению.

Различают два вида затопления:

1. глобальные;
2. локальные.

Экстремальные погодные условия (ураганы и торнадо): для АЭС должен быть учтен гораздо более сильный ветер, возможный 1 раз в 10 000 лет. Нормы разрешают принимать его скорость по карте с повышающим коэффициентом 2,5. В результате этого АЭС на побережье Балтийского моря должна проектироваться на такой же ветер, как обычное сооружение на Курильских островах.

При прохождении торнадо на сооружение действует, во-первых, ветровое давление.

Вторая нагрузка, создаваемая торнадо, – падение атмосферного давления. Из-за этого наружные поверхности сооружения оказываются под действием избыточного давления.

Взрыв: Различают два основных типа взрыва: детонационный и дефлаграционный (для последнего используются также наименования вспышка и мгновенное возгорание).

Детонационный взрыв характерен, прежде всего, для концентрированных взрывчатых веществ (ВВ) – тротила, гексогена и т.п.

Дефлаграционные взрывы наблюдаются в облаках ГПВС. При таком взрыве пламя распространяется по облаку с дозвуковой скоростью, которая зависит от вида вещества и может изменяться в широких пределах. Анализ аварийных промышленных взрывов показал, что обычно эта скорость составляет от 120 до 250 м/с, но может быть и больше.

Падение самолета на АЭС: Вопрос о защите АЭС от падения самолета впервые возник в 60-е гг. XX в. Это техногенное воздействие является одним из самых опасных. Его обязательный учет предусмотрен российскими нормами проектирования АЭС, а также зарубежными нормами, отраженными в рекомендациях МАГАТЭ.

Согласно российским нормам, независимо от реального воздушного движения в окрестностях АЭС, в проекте должен быть учтен удар легкого самолета массой до 5000 кг, используемого на внутренних авиалиниях.

При ударе самолета в здание АЭС учитывают, во-первых, механические нагрузки на строительные конструкции. При этом разделяют нагрузку от разрушения фюзеляжа и от удара твердого обломка (за который часто принимают турбину двигателя). Во-вторых, необходимо обеспечить защиту от воздействий, связанных с авиационным топливом.

Обычно рассматривают самолеты трех видов, отличающиеся массой и скоростью:

Первый вид самолетов – малые самолеты (или самолеты авиации общего назначения). По классификации ИКАО, к ним относятся самолеты максимальной взлетной массой до 5700 кг (такой самолет может пилотировать один человек). В качестве типичных самолетов этого вида в рекомендованы Lear Jet-23 и Cessna-210. Масса первого 5670 кг, скорость в момент удара 100 м/с. Масса второго самолета 1725 кг, скорость 85–100 м/с.

Второй вид – скоростные военные самолеты, имеющие относительно небольшую массу, но большую скорость. В качестве образца такого самолета рассматривают истребитель-бомбардировщик Phantom RF-4E массой 20 000 кг и скоростью 200 м/с. Площадь ее приложения 7 м².

Третий вид – самолеты коммерческой авиации, масса которых больше, чем у военных самолетов, но скорость меньше. В качестве такого самолета до недавнего времени принимали дальнемагистральный пассажирский лайнер Boeing 707-320 массой 90 000 кг и скоростью 100 м/с.

Заключение:

При защите АЭС от экстремальных внешних воздействий, отличающихся большой интенсивностью, но малой вероятностью реализации, производят классификацию элементов АЭС по их роли в обеспечении радиационной и ядерной безопасности, и экстремальные воздействия рассматривают только для наиболее ответственных из них. Это позволяет гарантировать безопасность АЭС, но избежать ее неоправданного удорожания. В докладе описаны методы обеспечения безопасности при наиболее тяжелых экстремальных воздействиях: землетрясениях, ураганах и торнадо, взрывах, падении на АЭС самолета.

Так же в Беларуси в последнее время участились образование смерчей. В дальнейшем будет рассчитана работа АЭС после прохождения смерча над территории АЭС и возможным уносом воды с брызгальных бассейнов.

Литература

1. ТКП 566-2015 (33130). Оценка частоты повреждения активной зоны реактора (для внешних исходных событий природного и техногенного характера). Минск: 2015 г. – 48 с.
2. Серия норм МАГАТЭ по безопасности. Учет внешних событий, исключая землетрясения, при проектировании атомных электростанций. МАГАТЭ – Вена.: 2008. – 127 с.