

УДК 629.039.58

ОЦЕНКА ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ 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.



Рисунок 1. Основные внешние воздействия

Кроме того, рассматриваются геологические и инженерно-геологические процессы и явления: сейсмотектонические 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.

Экстремальные погодные условия (ураганы и торнадо): для АЭС должен быть учтен гораздо более сильный ветер, чем для обычных сооружений, 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.

Торнадо

Торнадо (другие наименования – «смерч», «тромб») представляет собой стремительно вращающийся и поступательно перемещающийся вертикальный воронкообразный вихрь, спускающийся от нижней границы облаков. Чаще всего торнадо образуется во время сильной грозы. Иногда при своем движении оно не соприкасается с землей постоянно, а периодически отрывается от нее, а затем через несколько километров пути вновь спускается («скачущее торнадо»).

При прохождении торнадо на сооружение действует, во-первых, ветровое давление. Если размер сооружения в плане соизмерим с диаметром вихря, то при определении этой нагрузки надо учесть, что скорость ветра в разных частях наветренной поверхности неодинакова (в этом отличие торнадо от обычного «плоского» ветра). Расчет небольших элементов сооружения (например, стеновых панелей) производится на максимальную скорость ветра, а для проверки устойчивости всего сооружения (каркаса здания) ветровая нагрузка усредняется по его длине.

Благодаря силам инерции частицы воздуха отбрасываются от оси вихря, в результате чего давление воздуха в его середине меньше атмосферного. Поэтому вторая нагрузка, создаваемая торнадо, - падение атмосферного давления. Из-за этого наружные поверхности сооружения оказываются под действием избыточного давления.

Наконец, при торнадо поднимаются в воздух различные предметы, и должен учитываться их удар о строительные конструкции. Обычно рассматривают летящие тела трех видов:

а) массивные тела, обладающие большой кинетической энергией, которые при соударении с конструкцией вызывают ее общую деформацию;

б) тяжелые жесткие тела, приводящие к локальному пробиванию защитных конструкций;

в) небольшие жесткие тела, которые могут залететь через вентиляционные и иные отверстия внутрь здания АЭС и вывести из строя оборудование.

В нормах в качестве таких тел предлагается принимать:

а) автомобиль массой 1800 кг;

б) монолитную болванку диаметром 200 мм и массой 125 кг;

в) стальную сферу.

Общее число смерчей N , прошедших через рассматриваемый район, и суммарную площадь разрушений S следует определять по формуле (1) и (2):

$$N = \sum_{k=0}^m n_k a(k); \quad (1)$$

$$S = \sum_{k=0}^m n_k a(k) L_k W_k, \quad (2)$$

где n_k – число зарегистрированных смерчей класса k ;

L_k – длина пути смерча;

W_k – ширина пути смерча;

$a(k)$ – отношение фактического числа смерчей к числу зарегистрированных смерчей, принимаемое в зависимости от класса интенсивности равным:

$$a(k) = a_0 \text{ при } k < 1,$$

$$a(k) = 1 \text{ при } k > 1.$$

$$N = \sum_{k=0}^m n_k a(k) = 1 \cdot 1,5 = 1,5;$$

$$S = \sum_{k=0}^m n_k a(k) L_k W_k = 1 \cdot 1,5 \cdot 12000 \cdot 45 = 810000 \text{ м}^2 = 0,81 \text{ км}^2.$$

Годовая вероятность P_s возникновения смерчопасного события в районе размещения и сооружения ОИАЭ в пределах окружающей площадку объекта территории площадью 1000 км^2 , расположенной в районе площадью A с однородными физико-географическими условиями образования смерчей, определяется по формуле (3):

$$P_s = \frac{S \cdot 10^3}{AT}, \quad (3)$$

где S – суммарная площадь зоны разрушений от смерчей в районе площадью A ;

T – эффективный период наблюдений.

Для оценки эффективного периода наблюдений T в рассматриваемом районе (зоне) путем анализа хронологического графика зарегистрированных смерчей необходимо выбрать максимальный однородный по частоте прохождения смерчей период T_0 , в течение которого зарегистрировано m_0 смерчей. Величину T следует определять из условия постоянной частоты прохождения смерчей по формуле (4):

$$T = T_0 \frac{m}{m_0}, \quad (4)$$

где m – полное число смерчей, зарегистрированных в районе.

$$T = T_0 \frac{m}{m_0} = 2 \cdot \frac{59}{5} = 23,6;$$

$$P_s = \frac{S \cdot 10^3}{AT} = \frac{0,81 \cdot 1000}{700000 \cdot 23,6} = 4,9 \cdot 10^{-5}.$$

Пороговый уровень вероятности возникновения смерчопасного события P_0 определяет принятие решений об учете смерчей.

Статистические данные о прохождении смерчей над территорией выбранной площадки размещения ОИАЭ определяют решение о принятии допустимого предела вероятности возникновения смерчопасного события P_0 . С учетом рекомендаций [5] P_0 следует принимать равным 10^{-4} .

Если $P_s > P_0$, то территория площадью A , на которой размещена площадка ОИАЭ, является смерчопасной.

$$0,49 \cdot 10^{-4} < 1 \cdot 10^{-4}.$$

Таким образом, 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.

Расчет показывают, что Гродненская область не является смерчопасным районом.

Литература

1. Оценка частоты тяжелого повреждения активной зоны реактора (для внешних исходных событий природного и техногенного характера). ТКП 566-2015 (33130). – Введ. 28.04.2015 «Оценка частоты тяжелого повреждения активной зоны реактора (для внешних исходных событий природного и техногенного характера)». – Минск: 2015 г. – 48 с.
2. Руководства по безопасности. РБ-022-01. – Введ. 01.03.2002 «Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии». – Москва: 2001 г. – 63 с.
3. Учет внешних событий, исключая землетрясения, при проектировании атомных электростанций: руководство по безопасности. Серия норм по безопасности, № NS-G-1.5. МАГАТЭ – Вена.: 2008. – 127 с.