



Дана Саккетти

Земля, ветер

Подготовка атомных электростанций к природе

Производство электроэнергии на АЭС происходит не в вакууме. Воздействие окружающего мира может выражаться в таких опасностях, как ураганы, землетрясения, пожары, цунами и вулканическая деятельность. Поскольку наивысший приоритет на АЭС отдается обеспечению безопасности, разработчики и строители ядерной установки должны быть готовы к самому худшему, что может преподнести природа.

Вид вулкана Этна из космоса. Фотография: НАСА

И ОГОНЬ в крупнейших катастрофам.

С самого начала эры ядерной энергетики главные тревоги по поводу АЭС были связаны с возможной ошибкой человека или механической поломкой, приводящей к радиоактивному выбросу в окружающую среду. Примеры Чернобыля и АЭС «Три-Майл Айленд» оставили впечатление, что наибольшие факторы риска связаны с тем, что находится внутри станции.

И все же события последних лет выявили призрак новых угроз: оказывается, наибольшая угроза для работы станции таится не внутри станции, а за ее стенами. Производство электроэнергии на АЭС происходит не в вакууме, и в условиях, когда станции разбросаны по всему земному шару, возрастает возможность возникновения помех работе вследствие природных явлений. Воздействие окружающего мира может выражаться в таких опасностях, как ураганы, землетрясения, пожары, цунами и вулканическая деятельность. Поскольку наивысший приоритет на АЭС отдается обеспечению безопасности, разработчики и строители ядерной установки должны быть готовы к наихудшему, что может преподнести природа.

Сейсмическая уязвимость

Одно из первых внешних событий, привлечших внимание ядерного сообщества, произошло более чем тридцать лет тому назад, когда землетрясение 1977 года в Румынии затронуло АЭС «Козлодуй» в соседней Болгарии. Колебание почвы нанесло лишь незначительный ущерб узлам станции, которые не были связаны с безопасностью, но все же это стало для международного сообщества предупреждением о возможной «ахиллесовой пяте» некоторых более старых станций советской конструкции.

“Землетрясение во Вранчеа в 1977 году было тревожным сигналом для станций советской конструкции”, объясняет Айбарс Гюрпинар, бывший директор Отдела безопасности ядерных установок МАГАТЭ. “Оно также побудило Советский Союз принять меры по укреплению станции в Армении и заставило МАГАТЭ провести первую из многих миссий по оказанию помощи в рассмотрении конструкции станций во всем регионе.”

Авария на Чернобыльской АЭС также привела к широкому анализу вопросов ядерной безопасности в Восточной Европе, Советском Союзе и международном ядерном сообществе. Тревогу вызывали не только общие вопросы, связанные с ядерной безопасностью; росла озабоченность по поводу того, что для защиты станций от возможных внешних событий делается недостаточно.

В конце 1980-х и в начале 1990-х годов МАГАТЭ организовало на станции в Армении, затем в Чехословакии, Болгарии и Российской Федерации несколько миссий по рассмотрению с целью оценки станций советских конструкций. В ходе этих миссий МАГАТЭ обнаружило, что станции с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР) первого поколения были спроектированы без учета в их конструкции внешних опасностей. Выводы миссий МАГАТЭ содержали рекомендации о необходимости рассмотрения некоторого оборудования станций, а также монтажа дополнительных опор и модернизации аппаратуры, обеспечивающей безопасность.

В других регионах были также подвергнуты сомнению проектные пределы сейсмостойкости АЭС. На некоторых станциях в США в ряде случаев была превышена основа проекта по сейсмостойкости, хотя ни в одном случае не возникло какого-либо значительного риска для безопасности.

В январе 1986 года вблизи одноблочной АЭС «Перри», расположенной на северо-востоке штата Огайо, произошло землетрясение силой 4,9 балла по шкале Рихтера. Зарегистрированные на площадке уровни ускорения грунта достигали 0,19 - 0,23g, что превосходило значение проектной основы станции, составлявшее 0,1g. В то время станция была отключена от энергосети, хотя на следующий день была запла-

нирована загрузка свежего топлива. После этого события на станцию была направлена группа инженеров и сейсмологов, чтобы проверить возможные отказы систем и проконтролировать последствия толчков после основного землетрясения. Были выявлены небольшие трещины в бетоне и утечки во второстепенных трубопроводах, хотя оба эти дефекта, возможно, существовали еще до землетрясения. Землетрясение на АЭС «Перри» повлекло за собой длительные юридические баталии, однако станция, как выяснилось, надежно выдержала землетрясение и вскоре после него была вновь введена в эксплуатацию.

Наиболее сильное землетрясение, воздействию которого когда-либо подвергалась АЭС, произошло в прошлом году вблизи самой большой в мире ядерно-энергетической установки в Японии. Мощный подземный толчок привел к гибели 11 человек на близлежащих территориях, снес с лица Земли почти 400 сооружений и нарушил работу заводов по производству автомобилей. АЭС «Касивадзаки-Карива», насчитывающая семь энергоблоков и расположенная вдоль береговой линии Японского моря, 16 июля 2007 года подверглась воздействию подземных толчков силой 6,6 балла, что привело к безопасному останову станции. Хотя работа реакторов была оценена как хорошая, подземный толчок, как выяснилось, произошел на разломе, о котором было неизвестно разработчикам станции, и его сила значительно превысила пределы, первоначально заложенные в конструкцию станции.

После двух посещений экспертами МАГАТЭ площадки станции был сделан вывод, что хотя основа проекта была превышена, станция была спроектирована правильно и хорошо выдержала толчок, несмотря на неожиданную силу подземного удара. Тем не менее, эта станция по-прежнему находится в режиме останова после землетрясения, и возобновление ее эксплуатации не планируется.

Поскольку Япония - одна из стран мира, где отмечается наибольшая сейсмическая активность, в ней действуют строгие регулирующие положения, направленные на ограничение последствий подземных толчков для АЭС. Эти нормы содержат требование относительно строительства станций на прочных коренных породах, с тем чтобы уменьшить амплитуду колебаний, и предусматривают классификацию всех компонентов станции в соответствии с различными категориями безопасности. Поскольку станции по некоторым аспектам более уязвимы, чем по другим, подобным же образом поступают при конструировании для обеспечения прочности.

Цунами и наводнения

В условиях, когда на значительном числе АЭС во всем мире морская вода используется для целей охлаждения, второй угрозой для АЭС являются прибрежные наводнения и, в частности, цунами. Мощное землетрясение в Индийском океане, произошедшее 26 декабря 2004 года, породило ряд

разрушительных волн цунами, ставших причиной гибели почти четверти миллиона человек и вызвавших широкомасштабный катастрофический ущерб в одиннадцати странах.

Два энергоблока на АЭС «Калпакам» в Индии подверглись воздействию волн цунами, но оба они хорошо выдержали это воздействие волн. Даже притом, что разработчики станции никогда не рассматривали возможность воздействия цунами на станцию, они все же учитывали при проектировании аналогичное явление - штормовые нагоны, вызываемые циклонами. Строители станции оценили максимальный уровень воды, которая могла достигнуть станции в случае штормового нагона, и соответствующим образом учли его при сооружении станции. Были построены два колодца, один - далеко в море и один - на земле, с тем чтобы в случае приближения штормовой волны предупредить об опасности операторов. Как только оператор станции получил предупреждение, станция была незамедлительно остановлена. К тому же, здания реактора имеют стены метровой толщины, препятствующие проникновению воды в реакторные блоки.

Так что даже в условиях повышения уровня воды и ударного воздействия массивных волн станция «Калпакам» функционировала удовлетворительно.

“Для того, чтобы такие важнейшие здания могли выдерживать землетрясения, был предусмотрен прочный бетонный фундамент” - поясняет Л. В. Кришнан, бывший директор Центра атомных исследований им. Индиры Ганди в Калпакаме. “Поэтому, если конструкция перемещается, она перемещается как единое целое, без образования трещин.”

Воздействию ряда сильных наводнений подверглась также АЭС “Блайе” в регионе Бордо, Франция. Во время сильного шторма в декабре 1999 года на защитную дамбу, сооруженную на станции, обрушились высокие волны, что привело к частичному затоплению установки. Вода повлияла на работу станции, а именно, работу энергоблоков 1 и 2. Водяные насосы, которые обычно используются для откачивания воды со станции, вышли из строя, и руководство станции было вынуждено принять аварийные меры, с тем чтобы предотвратить возможное расплавление активной зоны. Для борьбы с наводнением были использованы аварийные системы питательной воды, и впоследствии станция была возвращена в режим нормальной эксплуатации.

Согласно требованиям французских норм безопасности, платформа, на которой размещено связанное с безопасностью оборудование, должна располагаться на уровне не ниже максимального уровня воды и должна блокировать любые возможные пути, по которым внешняя вода может достичь оборудования, обеспечивающего безопасность реактора и расположенного ниже уровня платформы площадки. После наводнения на АЭС “Блайе”, в ходе которого были нарушены обе нормы, французские компетентные органы по

ядерной безопасности были вынуждены пересмотреть нормы по защите от наводнений.

Путь вперед

С конца 1970-х годов МАГАТЭ проводит во всем мире работу по оценке готовности АЭС к природным катастрофам. На раннем этапе большая часть организованных им миссий экспертов была нацелена на развивающиеся страны, причем МАГАТЭ оказывало помощь в обеспечении устойчивой работы ядерных установок в случае воздействия на них определенных экологических факторов риска. МАГАТЭ также в течение длительного времени публикует нормы безопасности, содержащие рекомендации для стран, нуждающихся в руководящих материалах по улучшению безопасности ядерных установок.

Примерно восемь лет тому назад МАГАТЭ приступило к разработке норм безопасности, в большей степени учитывающих информацию о риске и основанных на вероятностных оценках. Это изменение подхода требует, чтобы строители учитывали при строительстве станций вероятность возникновения внешней опасности, в то время как прежние нормы задавали более единообразный комплекс норм для всех станций во всем мире.

МАГАТЭ также проводит конференции и совещания с участием государств, имеющих ядерную энергетику, с целью обсуждения методов строительства и модернизации станций с учетом внешних событий. За прошедший год МАГАТЭ провело две таких конференции по проблемам внешних опасностей, посвященные сейсмической безопасности и угрозам, создаваемым цунами.

Ожидается, что объем работ МАГАТЭ по проблемам внешних опасностей в предстоящие годы увеличится.

“Теперь многие страны, приступающие к новому строительству, обращаются к нам в МАГАТЭ с просьбой помочь в оценке площадки и рассмотрении внешних событий” - пояснил г-н Гюрпинар.

Однако определение наилучшего способа защиты ядерных установок от гнева матушки-природы – это по-прежнему процесс обучения. “Оказывается, больше всего о воздействии землетрясений на АЭС, как правило, мы узнаем после мощных сейсмических явлений”, говорит Антонио Годой, исполняющий обязанности руководителя Секции технической безопасности МАГАТЭ.

Постоянно поддерживая связь и транспарентность в отношениях между странами, обладающими ядерной энергетикой, МАГАТЭ и регулирующие органы во всем мире проводят работу по обеспечению безопасности станций от всякого рода природных воздействий.

Г-н С.Н. Ахмад из Департамента атомной энергии Индии вкратце изложил концепцию проектирования АЭС с учетом природных явлений. “Человек не может избежать природных катастроф” - заявил он. “Мудрость заключается в эффективном решении проблем, возникающих в таких ситуациях, и обеспечении безопасности жизни людей и имущества. В процессе выбора площадки и проектирования АЭС учитывается весь спектр таких природных бедствий и крайне маловероятных аварийных условий”.

Дана Саккетти, Отдел общественной информации МАГАТЭ. Эл. почта: d.sacchetti@iaea.org.

Твердые уроки «шатких» событий

Касивадзаки, Япония — После сильного землетрясения на площадке самой большой в мире АЭС «Касивадзаки-Карива», в прошлом году там было вновь проведено международное мероприятие, основное внимание на котором было уделено прочности конструкции ядерных установок. С 19 по 21 июня 2008 года МАГАТЭ организовало семинар-практикум с целью обмена новейшими техническими знаниями и подходами в области проектирования и поддержания устойчивости работы АЭС таким образом, чтобы они безопасно переносили воздействие подобных тяжелых внешних опасностей. В работе совещания, проведенного в Японии, принимали участие более 300 экспертов – специалистов в различных областях знаний, и она была завершена в конце июня 2008 года.

“Мы организовали этот семинар-практикум с целью обмена информацией о новейших выводах и данных, полученных в результате анализа сильных землетрясений, воздействующих на АЭС, а также информацией об образцовой практике и извлеченных уроках” - пояснил Антонио Годой, исполняющий обязанности руководителя Секции технической безопасности МАГАТЭ и руководитель семинара-практикума.

Важнейшие выводы этого семинара-практикума:

- 1 оценка сейсмической опасности остается ключевым элементом обеспечения сейсмической безопасности АЭС;
- 2 критическую роль в обеспечении сейсмической безопасности играют относящаяся к специфическим условиям площадки информация и полное понимание геологических и тектонических особенностей площадки АЭС;
- 3 в свете уроков землетрясения, произошедшего в июле 2007 года на станции «Касивадзаки-Карива», ясно, что регулирующие положения, касающиеся проектирования и безопасности, играют важнейшую роль в обеспечении надежности станции, несмотря на недооценку первоначального сейсмического воздействия в сейсмологических исследованиях, выполненных в то время; и
- 4 уроки, извлеченные из опыта АЭС «Касивадзаки-Карива», являются ценным вкладом в нормы безопасности МАГАТЭ.

“Наука делает огромные успехи, но для того, чтобы обеспечивать безопасность АЭС, мы должны быть постоянно готовы осмысливать новые выводы и новую информацию. И нам также необходимо поддерживать транспарентность” - заявил представитель японской компании «Тохоку электрик пауэр» г-н Х. Хиравака.

Семинар-практикум был организован МАГАТЭ в сотрудничестве с Агентством по ядерной и промышленной безопасности (NISA), Комиссией по ядерной безопасности (КЯБ) и Организацией по безопасности ядерной энергии Японии (JNES). В организации этого семинара-практикума принимало участие Агентство по ядерной энергии ОЭСР.

23 июня 2008 года в Дэджоне, Корея, был проведен под руководством МАГАТЭ семинар-практикум по аналогичной тематике, посвященный воздействию цунами на АЭС.