

## Конференции и совещания

### Симпозиум МАГАТЭ по выбору площадок для ядерных установок

В работе Симпозиума (9—14 декабря 1974 г.) приняли участие 230 представителей из 40 стран и ряда международных организаций (МКРЗ, Всемирной энергетической конференции и др.). Было прочитано и обсуждено 43 доклада. В них отмечено, что существующая в настоящее время практика эксплуатации большого числа ядерных установок, АЭС, предприятий топливного цикла позволяет сделать вывод о безопасности для населения и внешней среды работы таких установок при нормальных условиях. Дозовые нагрузки на прилегающей территории, связанные с газообразными и жидкими выбросами, могут быть доведены до такого низкого уровня, что составят 5—30% от естественного фона.

Лишь некоторая вероятность аварий вынуждает считать ядерные установки потенциально опасными для населения. Поэтому критерии выбора площадок для размещения ядерных установок, обсуждаемые в докладах ряда стран (Англии, СССР, США, Франции, ФРГ и др.), выдвигают три основные группы требований: общие инженерные требования, требования безопасности для населения и окружающей среды, социально-экономические, включая общественное мнение. Небезынтересно на примере наиболее полного и подробного доклада (№ 188/42, США) привести полный комплекс требований к площадке для размещения АЭС.

- I. Общие требования.
  1. Потребность в энергии в данном районе.
  2. Близость и доступность системы электроснабжения\*.
  3. Размер и число единиц (АЭС), устанавливаемых на площадке.
  4. Пригодность данной площадки для других производств (конкуренция производств).

#### II. Инженерные требования (характеристики площадки).

1. Безопасность (геология, отсутствие сейсмической опасности; гидрология, исключение наводнений, степень разбавления жидких радиоактивных сбросов; демография, низкая плотность населения; метеорология, разбавление и рассеяние газообразных выбросов).
2. Функциональные требования (наличие и доступность охлаждающей воды; геология, допустимые нагрузки на грунт; доступность площадки к освоению; наличие рабочей силы и необходимых строительных материалов).

\* В США и ряде других капиталистических стран основное внимание уделяется близости АЭС к потребителю, чтобы исключить отчуждение земель для линий электропередач.

- III. Характеристики внешней среды (экологическая чувствительность флоры и фауны на земле и в воде к воздействию сбросов установки (радиоактивных, тепловых и т. д.) на прилегающей территории).
- IV. Использование земель в районе площадки.
  1. Совместимость ядерной установки с имеющимися производствами.
  2. Наличие заповедных площадей, имеющих историческую, археологическую или эстетическую ценность.
- V. Социально-экономические факторы.
  1. Стоимость земель.
  2. Размещение собственников земель.
  3. Конкуренция в использовании ресурсов (земель, воды).
  4. Общественное мнение.

В докладе рассматривается метод, практикуемый в США, при котором для различных районов страны на основе приведенных выше требований выбираются основные управляющие и вспомогательные критерии. В зависимости от местных условий критерии оцениваются по десятибалльной системе, а затем по балльной системе оценивается и выбирается площадка. Метод, который носит название «метод посеивания», иллюстрировался на примере выбора площадок для АЭС в штате Аризона. Этот штат характеризуется наличием больших охраняемых площадей (заповедников, резерваций и др.), сейсмической активностью, бедными водными ресурсами и относительно низкой плотностью населения. Поэтому в качестве основных управляющих критериев при определении районов размещения АЭС были выбраны доступность земель к использованию, исключение сейсмически активных площадей, наличие водных ресурсов (грунтовых вод). В качестве вспомогательных критериев рассматривались демография, метеорология (факторы разбавления радиоактивных сбросов), доступность площадок к освоению.

Таким образом, основными критериями были инженерные требования; вопросы обеспечения безопасности населения решались более просто. Такой подход к выбору площадок характерен для стран, располагающих обширными территориями при сравнительно низкой средней плотности населения.

Иначе решается этот вопрос в европейских странах с ограниченной территорией и высокой плотностью населения (ФРГ, Франция, Дания, Италия и др.). Так, в докладе 188/49 (ФРГ) отмечалось, что в соответствии с прогнозом на 1995 г. в ФРГ будет построено ~40 АЭС общей мощностью 100 млн. кВт с размещением в основных промышленных районах с высокой плотностью населения при среднем расстоянии между площадками 70—100 км. Таким образом, в непосредственной близости к АЭС будет проживать основная часть

населения страны. Если еще учесть площадки для радиохимических заводов по переработке топлива и транспортировку облученного горючего, то становится понятным, что основной вопрос при размещении АЭС и других предприятий топливного цикла — вопрос обеспечения безопасности населения при нормальных условиях работы и возможных аварийных ситуациях. Положение, при котором радиоактивному воздействию выбросов ядерных установок подвергается значительная часть населения страны, привело к пересмотру пределов допустимых уровней облучения и введению предела по генетически значимой дозе 30 мбэр/год на все тело (Франция, ФРГ, Дания, Финляндия, страны Общего рынка и др.). При определении опасности ядерной установки для населения рассматривается авария, связанная с расплавлением активной зоны реактора и выходом активности в здание — оболочку. За допустимую принимается утечка радиоактивных продуктов деления из здания — оболочки 0,1% за сутки. За предельную дозу для отдельных лиц населения при такой аварии в большинстве стран принимают 25 бэр на все тело, 300 бэр на щитовидную железу. Пределом допустимой коллективной дозы для населения в радиусе до 100 км устанавливается величина  $10^6$  чел-бэр. При возможном превышении указанных предельных доз для отдельных лиц населения последние должны эвакуироваться в безопасные районы. В докладах 188/6 (Дания), 188/7 (Финляндия) рассматривались дозовые нагрузки на население в случае серьезной аварии на АЭС с нарушением здания — оболочки. Показано возможное значительное превышение предельной дозы для отдельных лиц населения на прилегающей территории на расстояниях до 10 км.

Методам расчета коллективной дозы при выбросе на АЭС были посвящены доклады 188/15, 188/18 (Франция), в которых развивается новый метод определения коэффициента разбавления радиоактивности для больших расстояний — до 100 км. На основе экспериментальных исследований предложены коэффициенты, определяющие вертикальную и поперечную ( $\kappa$  направлению ветра) турбулентные диффузии ( $\sigma_z$  и  $\sigma_y$ ) в виде зависимостей  $\sigma_i(t) = (A_i t)^{K_i}$ , где  $A_i$  и  $K_i$  для последовательных интервалов времени после выброса принимают некоторые значения, получаемые из опыта. Определяя концентрации радиоактивности на различных расстояниях от установок в секторе  $20^\circ$  и умножая эту величину на плотность населения на этом расстоянии, находят коллективную дозу в указанном секторе. Таким образом оценивается опасность размещения АЭС на данной площадке в случае серьезной аварии в наиболее неблагоприятном секторе.

Считается необходимой организация метеослужбы в районе выбираемой площадки. Большой риск для населения серьезной аварии на АЭС требует внимательного рассмотрения всех возможных внешних причин, которые могут вызвать такую аварию. Такими причинами могут быть сильные землетрясения, наводнения, ураганы, прорывы плотин, аварии самолетов, взрывы на соседних предприятиях, газопроводах и т. д. При выборе площадки должны быть проведены соответствующие исследования, направленные на предотвращение такой опасности. Подробно этот вопрос рассматривался в докладе 188/58 (США). Отмечено, что в соответствии с правилами, действующими в США, при расположении АЭС или другой ядерной установки на площадке, под-

верженной воздействию любого из перечисленных факторов, риск аварии не должен превышать  $10^{-7}$  год $^{-1}$ . Соответствующие расчеты должны представляться органам, выдающим лицензии.

Особенностям размещения заводов по переработке твэлов были посвящены доклады 188/20, 188/21 (ФРГ); 188/26 (Индия); 188/59 (СССР). В них указано, что при выборе места для размещения радиохимических заводов необходимо стремиться к сокращению операций по транспортировке облученного горючего и радиоактивных отходов на длительное захоронение. В докладах 188/21, 188/20 (ФРГ) обсуждались особенности размещения радиохимических заводов для обеспечения топливного цикла АЭС установленной мощностью  $\sim 50$  млн. кВт. Рассматривались два варианта: размещение завода поблизости от большинства планируемых АЭС и размещение вблизи района, где возможна организация длительного хранения радиоактивных отходов от заводов и АЭС. Показано, что при выбросе радиоактивных газов, образующихся при растворении твэлов ( $^{85}\text{Kr}$ ,  $^3\text{T}$ ), в вентиляционную трубу высотой 200 м приземные концентрации радиоактивности превышают допустимые дозы на кожу (более 100 мбэр/год). Отмечено, что аварии на радиохимических заводах менее опасны по масштабу воздействия на население и окружающую среду, чем аварии на АЭС, из-за отсутствия контуров высокого давления и более низкого выхода активности.

Ряд сообщений, обсуждавшихся на Симпозиуме, посвящен формированию общественного мнения в стране. Из-за неправильной информации иногда преувеличивается возможная опасность и создается отрицательное отношение к программам развития атомной энергии, к размещению ядерных установок. В докладах 188/39 (Англия), 188/56 (ФРГ) подчеркивается необходимость внимательной разъяснительной работы с населением, организации выставок, показа моделей, проведения лекций, из которых можно почерпнуть надежную и качественную информацию о безопасности ядерных установок. Аналогичные положения выдвигались и в других докладах.

Интересный доклад о подземном размещении АЭС был представлен США (№ 188/45). Слой земли толщиной 10—30 м над заданием установки позволяет исключить риск для окружающей среды и населения при серьезных авариях на АЭС, что, по мнению автора, вполне оправдывает дополнительные затраты на сооружение, не превышающие 10%.

В заключение отметим некоторые новые принципы в подходе к выбору мест для размещения ядерных установок. В США и Англии считают, что при вводе больших энергетических мощностей АЭС, учитывая трудности получения лицензий, целесообразно размещать на одной площадке несколько блоков АЭС общей мощностью до 8—10 млн. кВт. Такой подход резко снижает риск для населения, так как площадки могут выбираться в районах с малой плотностью населения, а вероятность крупной аварии для такой площадки, очевидно, остается на уровне вероятности аварии для единичной АЭС.

При выборе площадки на берегу океана (моря) упрощается организация мощных систем охлаждения АЭС при морском водозаборе. Однако этот принцип находится в определенном противоречии с необходимостью приближения АЭС к потребителю.

ДЕРГАЧЕВ Н. П.