

Объект "Укрытие": Взгляд в XXI век

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

площадке ЧАЭС наиболее радиологически значимых трансурановых элементов во время прохождения облака очень высоки (табл 2)

Характерное время существования облака в области аэродинамической тени "Укрытия" составляет десятки минут. Если персонал будет находиться в нем в течение 0.1 - 0.5 ч то число годовых норм облучения вследствие ингаляции составит несколько сотен годовых норм.

При этом нельзя исключить летальные эффекты, поскольку число работающих на ЧАЭС достигает нескольких тысяч человек. По мере удаления от "Укрытия" дозы быстро снижаются и на расстоянии 10 км становятся меньше предельно допустимых.

После осаждения облака выпавшие на землю радионуклиды (в основном ^{137}Cs) способны создать в центре участка аэродинамической тени мощность дозы 200 мбэр/ч.

В конце 1995 г Г Претч и др. опубликовал независимые расчеты доз, которые могут получить люди, работающие на промплощадке ЧАЭС, в случае "коллапса" объекта "Укрытие" (при спокойной погоде). Результаты этих расчетов соответствуют предыдущим и представлены на рис. 2.

Приведенные оценки вызывают законную тревогу. Однако следует помнить что необходимых данных о функции источника source term) все еще крайне недостаточно, чтобы сделать точные количественные предсказания. И в указанных работах белые пятна заполняются максимально консервативными предположениями.

Выбранная модель основывалась на предположении об отсутствии сильного ветра. Но на промплощадке объекта "Укрытие" с вероятностью 10-4 год⁻¹ можно ожидать урагана ветра со скоростью 47.3 м/с при среднегодовом значении 4.2 м/с. Расчеты показывают, что в том случае, когда ураган серьезно не повреждает объект дополнительный выброс из существующих щелей за счет подсоса мал. При разрушении последствия могут быть очень серьезными, но количественной оценки вероятности такого сценария нет.

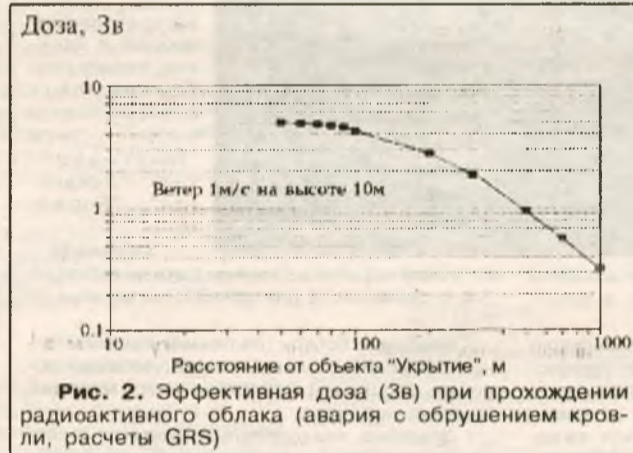


Рис. 2. Эффективная доза (Зв) при прохождении радиоактивного облака (авария с обрушением кровли, расчеты GRS)

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Оценка прочности конструкций "Укрытия" при землетрясении силой в 7 баллов - максимальном расчетном землетрясении - уже была сделана ранее. Согласно полученным результатам опоры балок такого землетрясения не выдерживают и "Укрытие" разрушается. Радиационные последствия аналогичны последствиям при обрушении кровли объекта по деградационным причинам. Аварийное состояние ряда конструкций заставляет предположить возможность их падения и при землетрясениях меньшей балльности. Однако соответствующих расчетов в настоящее время нет.

ВОДА В ОБЪЕКТЕ "УКРЫТИЕ"

Вода - главная угроза для безопасности объекта "Укрытие". Она может разрушать ТСМ увеличивая количество радиоактивной пыли в объекте; способствовать разрушению строительных конструкций привести к увеличению критичности

ТСМ а со временем, по мере их охлаждения и разрушения, к образованию ядерно опасных композиций (о чем речь пойдет ниже),

загрязнить радионуклидами грунтовые воды.

Кроме этих непосредственных воздействий на состояние объекта вода оказывает и "косвенное" негативное влияние. Она нарушает нормальную работу диагностических систем препятствует проведению исследований по повышению безопасности объекта, превращает в особо опасные (с точки зрения электробезопасности) помещения "Укрытия" и т. п.

Поэтому важнейшей задачей для безопасности объекта "Укрытие" является принятие мер по уменьшению количества воды, попадающей в помещения объекта, а при попадании воды - организация постоянного контроля за ее нахождением радионуклидным составом, наличием растворенных делящихся материалов и при необходимости принятие активных контрмер.

Исследования указывают на несколько возможных путей поступления воды внутрь объекта "Укрытие". Это - естественные осадки проникающие через щели в кровле и стенах, вода, находящаяся в пылеподавляющем составе и попадающая в объект при периодическом пылеподавлении (в центральном зале). Есть и еще один источник воды влияющий которого возрастает со временем по мере охлаждения "Укрытия" водяной конденсат, выпадающий в виде росы внутри холодных помещений объекта при поступлении в них влажного и теплого наружного воздуха.

Что касается попадания воды из атмосферы с дождем и снегом, то верхняя оценка среднегодового поступления воды (сделанная еще до начала работ по герметизации крыши) следующая

в помещении реакторного отделения попадает 3000 м³;
в деаэрационную этажерку - 1800 м³;
в машинный зал - 6000 м³.

В результате работ по герметизации было закрыто большое количество отверстий в кровле машинного зала, деаэрационной этажерки, заделана часть длинных щелей в наклонных частях кровли реакторного отделения. Это уменьшило попадание воды но ненамного.

Радиоактивная вода постепенно собирается в нижних помещениях блока (ее общее количество в скоплениях оценивается как 3000 м³) а затем покидает их путями относительно которых до сих пор нет достоверной информации.

Систематические исследования водных масс объекта "Укрытие" были начаты в 1991 г. В 1995 г под наблюдением находились около 40 различных помещений.

Суммарная активность изученных образцов воды по гамма-излучающим радионуклидам составляла в 1995 г $2 \cdot 10^8 - 2 \cdot 10^9$ Бк/л. Основной вклад в суммарную активность вносят изотопы цезия преимущественно находящиеся в растворенном состоянии. Активность исследованных образцов по бета-излучающему изотопу стронций-90 составляет $6 \cdot 10^2 - 6 \cdot 10^6$ Бк/л.

Содержание изотопов урана в изученных образцах воды составляет 5 - 20000 мкг/л, причем значительная часть находится в растворенном состоянии. Активность плутония не превышает 3000 Бк/л.

Насколько страшно проникновение этой воды за пределы объекта "Укрытие"? Для ответа на этот вопрос надо вспомнить, что на промплощадке объекта захоронены прямо в земле несколько сотен по оценкам 500-700) килограммов топлива а за пределами промплощадки, в зоне отчуждения, около 3 т.

Это топливо омывается дождями и другими природными водами и, по нашему мнению, должно играть существенно большую роль в гипотетическом загрязнении грунтовых вод.

По материалам специалистов объекта "Укрытие".

ИСХОДНЫЕ СОБЫТИЯ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПРИВЕСТИ К АВАРИИ

Таблица 1. Перечень исходных событий для аварий на объекте "Укрытие" в порядке убывания их вероятности.

№ события	Исходное событие	Оцениваемая вероятность, год ⁻¹
1	Пожар	0.4
2	Обрушение кровли объекта по деградационным причинам	0.1
3,4	Землетрясение 7 баллов.	0.0001
5	Ураганный ветер	$3 \cdot 10^{-6}$
6	Смерч	$3 \cdot 10^{-6}$
7	Падение летательного аппарата	$2 \cdot 10^{-7}$
	Исходное событие, связанное с повышением критичности	?

ПОЖАР

Пожар в объекте "Укрытие" может быть опасен по многим причинам. Он может сказаться на прочности внутренних строительных конструкций, работе систем контроля и обеспечения безопасности, представлять прямую угрозу для работающего на объекте персонала. Но нас прежде всего интересуют возможные радиологические последствия пожара.

Количество горючих материалов в объекте "Укрытие" достаточно велико и оценивается в 2000 т. За время после аварии на объекте произошли четыре пожара различной интенсивности, поэтому формальная вероятность возникновения пожара в "Укрытии" составляет 0.4 год⁻¹. Результаты изучения влияния пожаров говорят о том, что пожар может вызвать значимые радиологические последствия в помещении объекта "Укрытие" и на площадке объекта (консервативные, сделанные ранее, показывают что при большом пожаре в сильно загрязненном помещении "Укрытия" человек, находящийся на промплощадке объекта (в области аэродинамической тени здания) за 0.5 ч может получить дозу 1-5 бэр за счет ингаляции трансурановых элементов.

Здесь следует отметить, что наиболее загрязненные помещения объекта, содержащие ТСМ (или расположенные рядом с ними), не обслуживаются и не содержат вновь принесенных горючих материалов. Горючие же материалы, находившиеся там до аварии, уже испытали воздействие высоких температур и можно ожидать, что их способность к воспламенению значительно понизилась.

Поэтому оценку надо воспринимать как сугубо консервативную.

Работам по обоснованию пожарной безопасности объекта, техническим и организационным мерам предотвращения пожаров и их ликвидации до сих пор не уделялось должного внимания. Этот недостаток должен быть исправлен за возможно короткий срок.

НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА "УКРЫТИЕ"

Как видно из табл. 1, обрушенные кровли объекта по деградационным причинам (при обычных климатических воздействиях - снег, ветер, температура) имеет высокую вероятность. Насколько справедлива такая оценка?

Все основные несущие конструкции объекта - балки Б1 и Б2, трубный накат над центральным залом, стальные щиты покрытия, балка "Мамонт" (рис. 1) и др. - запроектированы и выполнены в полном соответствии со строительными нормами и правилами поэтому прочность самих этих конструкций сомнений не вызывает. Долговечность их ограничена отсутствием возможности периодического осмотра и восстановления антикоррозионного покрытия. Срок их службы определен как 30 лет.)

Другое дело опоры основных конструкций, подвергшихся воздействию взрыва и пожара, часть которых была укреплена дистанционными методами при отсутствии возможности провести необходимый контроль.

Последние годы (1993- 995) строители провели большую работу по обследованию



Рис. 1. Основные балки, несущие кровлю объекта "Укрытие"

объекта "Укрытие" и определению надежности его конструкций. Наибольшее опасение вызывают опоры балок Б1 и Б2. Их западные концы опираются на сохранившуюся часть стены 4-го блока, а восточные на сохранившиеся вентиляционные шахты. На этих балках держатся 27 больших металлических труб закрывающих центральный зал. На них же держатся и огромные боковые металлические щиты. В случае падения балок кровля "Укрытия" перестанет существовать. Поэтому в литературе такую аварию называют максимальной или даже "коллапсом".

Приводятся следующие оценки вероятности обрушения опор для этих балок: западный узел опирания 0,13 год⁻¹ восточный 0,10 год⁻¹.

Для сравнения: долговечность остальных конструкций объекта составляет 80 лет.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОБРУШЕНИЯ КРОВЛИ

Попытки оценить последовательность протекания, непосредственное воздействие и отдаленные последствия радиационных аварий уже были сделаны и раньше.

В результате падения кровли возникнет движение вверх больших масс воз-

духа, который будет увлекать с собой смесь пыли и топливных частиц. Расчеты показали, что при таких условиях протекания аварии в турбулентных след могут быть вовлечены около 5 т пыли, содержащей 50 кг мелко диспергированного топлива. Высота облака над уровнем земли 100 м (при эффективной высоте здания - 60 м) начальный диаметр - 20 м. По оценкам около 20% выброса выпадут в области аэродинамической тени за зданием. Протяженность этой тени 200 м.

При малой скорости ветра и небольших расстояниях до объекта "Укрытие" (область аэродинамической тени) ожидаемые концентрации в воздухе на промплощадке ЧАЭС наиболее радиологически значимых трансурановых элементов во время прохождения облака очень высоки (табл 2)

Таблица 2. Концентрация альфа-активных радионуклидов в облаке при "коллапсе" объекта "Укрытие" (область аэродинамической тени)

Радионуклид	^{238}Pu	^{239}Pu	^{240}Pu	^{241}Am
Активность в облаке, Ки/л	10^{-10}	$8.4 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$
ДКА, Ки/л	10^{-15}	$9.0 \cdot 10^{-15}$	$9.0 \cdot 10^{-15}$	$3.0 \cdot 10^{-15}$
Активность в	10^6	$9.4 \cdot 10^5$	$1.3 \cdot 10^5$	$7.4 \cdot 10^5$

духа, который будет увлекать с собой смесь пыли и топливных частиц.

Расчеты показали, что при таких условиях протекания аварии в турбулентных след могут быть вовлечены около 5 т пыли, содержащей 50 кг мелко диспергированного топлива. Высота облака над уровнем земли 100 м (при эффективной высоте здания - 60 м) начальный диаметр - 20 м. По оценкам около 20% выброса выпадут в области аэродинамической тени за зданием. Протяженность этой тени 200 м.

При малой скорости ветра и небольших расстояниях до объекта "Укрытие" (область аэродинамической тени) ожидаемые концентрации в воздухе на промплощадке ЧАЭС наиболее радиологически значимых трансурановых элементов во время прохождения облака очень высоки (табл 2)