

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯОК

Л. С. Петрина, кандидат технич. наук

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

Безопасное существование объектов ядерного оружейного комплекса (ЯОК), подвергающихся внешним природным и техногенным, внутренним и несанкционированным угрозам – есть забота не только самих организаций, эксплуатирующих объекты, органов управления всех уровней. В идеале оно должно стать целью, мотивацией каждого гражданина (а безопасность – национальной идеей).

Одним из элементов в системе обеспечения безопасности является выявление источников опасности, оценка последствий возможных аварий и разработка мер по минимизации их последствий или предотвращению. Например, минимизация последствий возможна при ограничении загрузки зданий опасными материалами, их рассредоточении или снижении до минимума пожарной нагрузки, т. е. принятии таких мер, чтобы при аварии (и даже вследствие несанкционированных действий) ее последствия были бы незначительными, не потребовали мер вмешательства, прежде всего отселения населения.

Оценка последствий возможных аварий актуальна для целей

- предварительной и быстрой оперативной (экспресс) оценки послеварийной обстановки (на начальной фазе вмешательства при аварии);

- принятия в процессе проектирования, эксплуатации, снятия с эксплуатации опасных объектов административных и технических решений, которые могли бы снизить вероятность возникновения возможных аварий или смягчить их последствия;

- планирования действий формирований ГО и ЧС, САФ, АТЦ и других служб на слу-

чай ликвидации последствий аварий, обоснования планов по ликвидации аварий, принятия решений по мерам защиты населения от опасных радиационных (а также токсических) воздействий в условиях аварии.

- анализа физической защиты опасных объектов, категорирования последствий несанкционированных действий (ПНСД) на предметы физической защиты (ПФЗ);

- определения показателей степени риска ЧС при авариях на ОО для персонала и населения;

- категорирования РО, декларирования, обоснования безопасности ОПО – т. е. для лицензирования деятельности предприятия.

Анализ безопасности, прежде всего в части выявления источников опасности и оценок последствий аварий, необходим для оценки реальной опасности объектов. Согласно Федеральному закону № 116-ФЗ [1] (а объекты ЯОК могут относиться к ОПО, РО, ОИАЭ) объект классифицируется исходя из количества опасного вещества или веществ, которые одновременно находятся или могут находиться на опасном производственном объекте, т. е. по суммарному количеству вещества без оглядки на то, могут ли быть эти вещества задействованы в аварии одновременно. Т. е. класс опасности не всегда соответствует реальной опасности объекта. Например, на территории ОПО могут находиться несколько емкостей с опасным веществом на значительном расстоянии друг от друга (одновременно они могут быть вовлечены в аварию только в случае диверсии и не факт, что последствия их будут суммироваться). В отличие от ОПО, категория радиационной опасности в соответствии с ОСПОРБ определяется по масшта-

бам возможных аварий, причем в нормативной документации есть необходимые критерии для анализа.

Для оценки последствий аварий, прежде всего выбросов опасных веществ, существуют методики различного уровня, программные средства.

Программные средства для обоснования и (или) обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) должны быть верифицированы и аттестованы. Это требование действующих федеральных норм и правил (НП-009-04, НП-008-98, НП-033-11, НП-049-03, НП-055-04, НП-064-05, НП-090-11 и других).

В 2017 году ВНИИЭФ удалось аттестовать программное средство «Gauss 1.0» [2], созданное д. физ.-мат. наук Пинаевым В. С. для оценки последствий аварийных выбросов аэрозолей, которое реализует подходы и методы, изложенные в руководстве по прогнозированию радиационных аварий с ЯБП и их составными частями. Надо отметить, что аттестация шла очень тяжело (три года), т. к. эксперты являются сторонниками иных подходов (например, рекомендованных Интератомэнерго [3]) и создателями уже аттестованных аналогичных программ. В основном эти программы используются для расчета доз на объектах ЯТЦ, вследствие постоянных и аварийных выбросов на АЭС. Для экспертов, которыми стали специалисты ИБРАЭ и ФЭИ, НТЦ ЯРБ, были новыми задачи, решаемые в ЯОК. Но у экспертов вызвало уважение то обстоятельство, что для аттестации использовались данные экспериментов, а также проводились совместные работы с создателем свободной распространяемой программы Hotspot Steven G Nomann. Программа Gauss предназначена для прогнозирования загрязнений приземного слоя воздуха и местности в результате выпадений нуклидов из сформировавшегося облака кратковременного аварийного выброса вследствие аварии при обращении с ядерными боеприпасами (ЯБП), ядерными зарядами (ЯЗ) и их составными частями на предприятиях ядерного оружейного ком-

плекса (ЯОК)' (формулировка из аттестата). В настоящий момент проходит процедура регистрации программы в госреестре. После чего можно будет говорить о ее распространении.

Но следует заметить, что в последнее время возникла необходимость оценки последствий аварий не только с ядерными материалами и радиоактивными веществами, но и токсичными веществами, прежде всего с целью предотвращения несанкционированных действий, т. е. на случай диверсий (опыт анализов во ВНИИЭФ показывает, что последствия НСД не превышают последствий вследствие промышленных аварий). И действительно, в результате аварий диспергируются не только радиоактивные вещества. В некоторых ситуациях именно токсичные вещества наносят больший вред людям и окружающей среде. Для расчета выбросов этих веществ вполне подходят программы типа Gauss, т. к. их рассеяние ничем не отличается от распространения и рассеяния радиоактивных веществ (но не ясно, где должна быть аттестована программа для этих целей). Здесь важно подобрать критерии для оценки последствий, воздействия на человека в зависимости от целей анализа. Широко рекламируемая программа Токси (разработанная НТЦ ПБ) берется решать разнообразные проблемы, в том числе считать риски, но т. к. она создавалась для нефтегазового комплекса, в основном оценивает последствия взрыва топливовоздушных смесей.

Оценка последствий выбросов токсичных веществ имеет некоторую специфику, в части выбора критериев безопасности (например, для оценки зоны отселения, безопасной зоны и т. д.). ПДК максимально разовые, разработанные на случай аварий, в основном совпадают с ПДК для рабочей зоны, разработанных для нормального функционирования предприятий. Использование этих уровней сильно завышает размер зоны вмешательства (которую хотелось бы определить по аналогии с радиационной аварией, с целью, например, категорирова-

ния аварий). Средние смертельные концентрации характеризуют токсичность веществ при их сравнении, но в качестве критерия вмешательства (например, в виде укрытия на случай выброса опасных веществ) не годятся. Необходимо для каждого вещества (или его производного) находить такой уровень воздействия, чтобы вред здоровью был минимальным, а возможные заболевания обратимыми. При этом следует учитывать превращения веществ в ходе аварии, насколько это возможно. Такими критериями могли бы быть пороговые или поражающие концентрации, но они известны для незначительного количества веществ. Фактически нормативно закреплённых критериев на случай аварий с целью их использования при предварительном прогнозировании и оценках риска в настоящий момент нет.

Особенностью действия большинства химических веществ является то, что поступление в организм, обуславливающее вредное воздействие, происходит из облака выброса, а не при всплывании. А время прохождения облака может быть весьма невелико. Поэтому принимать меры после прохождения облака уже поздно. В этом случае наиболее благоприятной можно считать ситуацию, когда вещество раздражает органы дыхания. Тогда люди могут сориентироваться и покинуть след облака или укрыться в здании. В большинстве же случаев прохождение облака может остаться незамеченным людьми. Следовательно, задача специалиста выявить возможные аварии при предварительном прогнозировании и предусмотреть меры по их предотвращению.

Проиллюстрируем процедуру выбора критериев для анализа безопасности на примере гидрида лития, относящемся к специальным неядерным материалам или спецматериалам. Гидрид лития относится к горючим материалам, при взаимодействии с водой образуется гремучая смесь водорода с воздухом. При диспергировании, например, при пожаре при соприкосновении с влагой воздуха или слизистых образует щелочь, т. е. гидрид лития обладает за счет этого

выраженным раздражающим действием. Как и литий он является генетическим ядом, биологическим антагонистом натрия, поражаемые им в первую очередь органы – миокард, почки, нервная система. При поражении слизистой глаз отмечается стойкое помутнение роговицы и некротические изменения слизистой, при попадании на кожу вызывает некроз тканей с последующим образованием рубца, при вдыхании может вызвать некардиогенный отек легких.

В литературе встречаются различные количественные показатели, характеризующие токсичность лития, гидрида и гидроксида лития. Но даже ПДК_{рз} в действующем в настоящее время нормативном документе [4] для гидрида лития не определена. А смертельные показатели, которые необходимы для определения класса ОПО в зависимости от того, относится вещество к токсичным или высокотоксичным веществам, практически невозможно найти, т. к. для этих показателей установлены строгие рамки ('средняя смертельная концентрация в воздухе – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при двух – четырехчасовом ингаляционном воздействии' [5]). В настоящее время готовится (и ожидается к 2021 году) законопроект «О безопасности химической продукции», согласно которому все производители веществ в паспортах безопасности должны будут приводить сведения об опасных свойствах химической продукции, информацию о ее токсичности. Но будут ли эти показатели приводиться в полном объеме? И сейчас в некоторых паспортах можно встретить такой показатель как 'средняя смертельная концентрация при введении в желудок'. Может быть это важный показатель, который характеризует степень токсичности вещества при сравнении с другими веществами. Но для использования в качестве критерия при оценке последствий аварий с диспергированием веществ не подходит. В основном токсиканты поражают людей при вдыхании из облака выброса, а не при глотании. У легких в отличие от желудка

нет защитных барьеров, и токсическое действие сказывается при значительно меньших концентрациях, поступлении. Возможна недооценка опасности возможной аварии. Так при концентрации 110 мг/м^3 (смертельная концентрация для крыс и других животных при вдыхании в течение часа по разным литературным источникам) при скорости дыхания взрослого человека порядка $0,015 \text{ м}^3/\text{мин}$ поступление составит 100 мг . При введении в желудок для достижения среднесмертельного эффекта необходимо $5,5\text{--}7 \text{ г}$ (для среднего человека весом 70 кг), т. к. для крыс установлена смертельная доза $77,5\text{--}103 \text{ мг/кг}$ массы тела. Если опираться на среднесмертельные показатели при введении в желудок, можно ошибиться при определении степени токсичности вещества и отнести гидрид лития лишь к 'токсичным', а не 'высокотоксичным' веществам. А от категории токсичности вещества зависит класс опасности ОПО и количество опасного вещества, которое может находиться на объекте, а значит, и требования к обеспечению безопасности для ОПО данного класса. Более подробно о данной проблеме можно прочитать в [6].

Что касается критерия для проведения анализа безопасности на ОПО с большим количеством гидрида лития, нами было выбрано значение $27,6 \text{ мг/м}^3$ – порог острого действия для гидроксида лития, как наиболее опасного вещества, образующегося при диспергировании и взаимодействии с влагой. Порог вредного действия – такая минимальная концентрация вещества в объекте внешней среды, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология [7]. Т. е. возможно обратимое заболевание. При анализе конкретного ОПО было обнаружено нерегламентированное количество гидрида лития, хранящегося на складе в непосредственной близости с нерегламентированным количеством пожарной нагрузки. В результате моделирования возможной аварии стало ясно, что облако выброса может достигнуть города с весьма неприятными по-

следствиями (при этом ориентировались на выбранный критерий – порог острого действия). И если взрослое население сможет укрыться в помещениях, это нельзя сказать о детях, пожилых людях и инвалидах. Конечно, анализ делается в консервативных предположениях о погоде и неэвакуации со следа облака в течение 30 минут , но в данной ситуации важно показать насколько серьезной может быть авария с выбросом токсичного вещества. Тем более, что можно предупредить ее вполне простыми мерами – снижением пожарной нагрузки, заменой контейнеров, ограничением загрузки опасных веществ.

Таким образом, простыми мерами можно повысить уровень безопасности предприятия.

Список литературы

1. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.97 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Аттестационный паспорт программного средства. Регистр. номер № 420 от 15.06.2017 г. Выдан экспертным советом по аттестации программных средств при Ростехнадзоре.
3. НТД 38.220.56-84. Безопасность в атомной энергетике. Общие положения безопасности АЭС. Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения, МХО Интератомэнерго, СЭВ. М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.1.007-1976. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
6. Петрина Л. С. К вопросу об идентификации ОПО // Химическая техника, 2018. № 3. С. 28–30.
7. Саноцкий И. В., Уланова И. П. Критерии вредности в гигиене и токсикологии при оценке опасности химических соединений. М.: Медицина, 1975. С. 328.