
БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА «СЦЕНАРИЯ АВАРИИ» ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ХИМИЧЕСКОЕ ЗАРАЖЕНИЕ

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ;
П.А. Егоров.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлена классификация типовых «сценариев аварий» на химически опасных объектах, с помощью которой возможно провести оперативное выявление и оценку обстановки.

Ключевые слова: химически опасный объект, аварийная ситуация, химическое заражение

CHOICE METHODOLOGY OF «THE FAILURE SCENARIO» WHEN FORECASTING CONSEQUENCES OF FAILURES ON THE OBJECTS, CAPABLE TO CAUSE CHEMICAL INFECTION

O.N. Savchuk; P.A. Egorov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Classification standard «scenarios of failures» on chemically dangerous objects by means of which it will be possible to carry out operative identification and a situation appraisal at such emergency situations is presented.

Key words: chemically dangerous object, emergency, chemical infection

Для качественного и достоверного проведения прогнозирования последствий аварий на химически опасных объектах (ХОО) очень важен выбор «сценария аварии» на ХОО, наиболее адекватного рассматриваемому реальному случаю.

Под «сценарием аварии» понимается описание условий и последовательности их возникновения и развития, учитывающих наиболее вероятные направления протекания процессов, содержащих реальную опасность для жизни людей и наносящих вред окружающей среде.

Анализ работ [1–7], посвященных проблеме химической безопасности, показал, что нет полной картины представления «сценария аварии» на ХОО с учетом многообразия их проявления. Причина кроется в недостаточной проработке научно-обоснованного подхода к определению необходимой степени детализации описания аварии, установлению классификации «сценарий аварии» и на основе определяющих ее параметров выбора для прогнозирования последствий.

Например, следует рассматривать «сценарии аварий» на ХОО исходя из характера физической разгерметизации резервуаров с аварийно химически опасными веществами (АХОВ), связанные с технологическими неисправностями или вызванные внешним воздействием, детализации места и размеров разгерметизации резервуара или технологического оборудования, условий хранения (транспортировки) АХОВ, вида транспорта, перевозящего АХОВ (автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводный), с учетом топографических и климатических условий размещения ХОО.

Кроме того, целесообразно рассматривать «сценарий аварии» на объектах содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества, представляющие угрозу жизни и здоровью персонала таких объектов и близко расположенному населению [8].

Сценарии таких аварий будут различаться вследствие принципиально отличных между собой образующихся поражающих факторов и последствий поражения.

Таким образом, выбранный вариант сценария исходя из классификации является частной реализацией последовательности ее развития при фиксированных значениях ее параметров (основного, вспомогательных и детализирующих). Он представляет собой некоторый аналог реальной ситуации в основных существенных для целей исследования чертах.

В качестве объекта исследования «сценария аварии» следует выбирать типовой ХОО, адекватный данной производственной ситуации, которая воплощает в себе основные характерные особенности определенной группы ХОО.

Первоначально выбор сценария аварии (по основному параметру) начинается с формализации исследуемого ХОО (описание его по набору формальных признаков). На втором этапе, на основе разработанной классификации, согласно вспомогательным параметрам, определяющим уточнение выбора того или иного сценария аварии, проводится количественный и качественный анализ ХОО, выявляются причины возможной аварии, рассматриваются условия их возникновения, исследуются возможные влияния параметров друг на друга, организуется сбор и уточнение (пополнение недостающими) данных по имеющимся аналогичным авариям.

Окончательно завершается выбор «сценария аварии» с учетом детализирующих параметров.

В качестве основного параметра ХОО выбирается показатель, определяющий суммарное количество и типы АХОВ на объекте, условия возможной реализации аварии (разрушения) – при чрезвычайной ситуации (ЧС) мирного и военного времени.

В качестве вспомогательных параметров выбирают:

- количество АХОВ в наибольшей емкости (цистерне);
- агрегатное состояние АХОВ (сжатые газы, сжиженные газы, жидкости);
- условия хранения емкостей с АХОВ (обвалованы, расположены открыто или заглублены, расположены в помещении);
- условия осуществления аварии (полная или частичная разгерметизация, с воспламенением, со взрывом);
- способ хранения АХОВ (под давлением, изотермический);
- метеоусловия наиболее характерные для данной местности (стратификация, направление и скорость приземного ветра, температура воздуха);
- вид транспорта, перевозящий АХОВ;
- типовые виды разрушений резервуаров с АХОВ в случае террористических актов (полная или частичная разгерметизация, с воспламенением и взрывом).

В качестве детализирующих параметров выбирают:

- высоту обвалования;
- скорость перемещения транспорта при перевозке АХОВ;
- размер санитарно-защитной зоны ХОО;

- характеристику селитебной части населенного пункта (плотность населения, плотность застройки, этажность зданий);
- удаленность ХОО от селитебной зоны и других объектов;
- степень защищенности населения и персонала объектов, расположение которых может оказаться в зоне химического заражения.

В качестве основного параметра для объектов, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества, выбирается показатель, определяющий суммарное количество и номенклатуру таких материалов.

В качестве вспомогательных параметров выбирают:

- наибольшее количество материалов, расположенных на складах или сгруппированных в процессе производства;
- условия хранения материалов (размещение их в помещении, параметры складирования (длина, ширина и высота укладки);
- условие осуществления аварии (техногенное воспламенение, воспламенение со взрывом в результате террористических актов).

Особенностью стационарных ХОО является возможность полно и достоверно определить элементы технологического оборудования содержащего АХОВ установить характер аварий, вероятное направление воздействия зараженного облака на население.

Особенностью подвижных ХОО (транспорта, перевозящего АХОВ) является возможность определить количество перевозимого типа АХОВ, исходя из типовых объемных размеров цистерн, их количества, вероятных условий разгерметизации и осуществления террористического акта. Однако на практике при авариях на подвижных ХОО рассматривают типовые варианты аналогичные стационарным объектам, предусматривающие полное повреждение (разрушение) цистерны и не учитывающие пролив АХОВ на участках аварийного торможения. Например, согласно [7] при аварии с АХОВ на железнодорожном транспорте рассматривают следующие типовые варианты аварий:

- разрушение (повреждение) цистерны со свободным проливом АХОВ и последующим испарением, при этом образуются первичное и вторичное облако заражения воздуха;
- разрушение (повреждение) цистерны (сжиженный газ) с выбросом АХОВ в газообразном состоянии и образованием только первичного облака заражения воздуха;
- разрушение (повреждение) цистерны (жидкость) со свободным проливом АХОВ и последующим испарением, при этом образуется только вторичное облако заражения воздуха.

Особенностью аварий, вызванных пожарами на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества, является возможность определить количество, номенклатуру материалов, характеристику их укладки, вероятных условия возникновения пожаров и осуществления террористических актов.

В этой связи возможно рассмотрение следующих вариантов:

- возгорание по техногенным причинам материалов, способных выделять в опасной концентрации опасные химические вещества;
- возгорание материалов, способных выделять в опасной концентрации опасные химические вещества с сопутствующим взрывом в помещении, где они содержатся, вследствие террористического акта.

В связи с этим и вследствие большого количества параметров, которые не всегда полностью можно учесть при выборе сценария аварии для прогнозирования последствий аварий на ХОО, следует принимать усредненные параметры группы подобных объектов (адекватного объекта) согласно представленной классификации типовых сценариев аварии. Характеристика типовых сценариев аварии представлена в табл. 1.

Таблица 1. Типовые «аварийные ситуации», связанные с выбросом (проливом) ОХВ

Тип аварии	Агрегатное состояние	Вид источника заражения	Степень разрушения источника заражения	Характер попадания ОХВ в окружающую среду	Варианты разлива ОХВ	Образование вида облака химического заражения
1	Сжатые газы АХОВ	Хранилища, технологические емкости и реакционная аппаратура	<p>Полное</p> <p>Частичное (трещины, отверстия и т. п.)</p>	Мгновенный выброс всего объема АХОВ с мгновенным переходом в атмосферу	Разлив отсутствует	Первичное облако заражения
				Истечение во времени через отверстие с мгновенным переходом в атмосферу		
2	Сжиженные газы АХОВ	Хранилища и ж/д цистерны	<p>Полное</p> <p>Частичное</p>	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива	Свободный или в обваловку (поддон)	Первичное и вторичное облако
				Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива		
3	Жидкости (мало летучих АХОВ)	Технологические емкости и реакционная аппаратура	<p>Полное</p> <p>Частичное</p> <p>Частичное</p>	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	Первичное облако
				Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива		
				Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный или в обваловку (поддон)	Образование в основном вторичного облака
				Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива		

Тип аварии	Агрегатное состояние	Вид источника заражения	Степень разрушения источника заражения	Характер попадания ОХВ в окружающую среду	Варианты разлива ОХВ	Образование вида облака химического заражения
4	Жидкости (стойких АХОВ)	Трубопроводы	Частичное	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	Вторичное облако
		Хранилища и ж/д цистерны	Полное	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива	Свободный или в обваловку (поддон)	
			Частичное	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	
		Технологические емкости и реакционная аппаратура	Частичное	Мгновенный выброс всего содержимого емкости с последующим испарением разлива	Свободный	
5	Жидкости/ твердое (не являются АХОВ)	Трубопроводы	Частичное	Истечение во времени через отверстия (трещину) с последующим испарением разлива	Свободный	Первичное облако заражения
		Хранилища, технологическое оборудование	Возгорание	Пожар на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества	Свободный	

Классификация типовых сценариев аварий на ХОО:

1. По количеству содержания и разнообразия типов АХОВ и условий реализации аварии:

а) ХОО 1 и 2-й степени опасности:

– полное разрушение всех емкостей при ЧС военного времени (сценарий № 1);

б) ХОО 1, 2 и 3-й степени опасности:

– полное или частичная разгерметизация наибольшей емкости при ЧС мирного времени (сценарий № 2).

2. По способу хранения (перевозки):

– под давлением (сценарий № 1а; № 2а);

– изотермический (сценарий № 1б; № 2б).

3. По условиям хранения (перевозки):

– без обвалования (сценарий № 1а; № 2а; № 1б; № 2б);

– с обвалованием (сценарий № 3);

– с заглублением (сценарий № 4);

– автомобильные (железнодорожные) цистерны (сценарий № 5);

– контейнеры, баллоны (сценарий № 6);

– трубопроводная магистраль (сценарий № 7).

4. По характеру аварии:

– промышленная (сценарий № 1–7);

– в результате террористического акта (сценарий № 8; № 9);

5. По характеру разгерметизации в результате террористического акта (сценарий № 8в; № 8г; № 9в; № 9г).

6. По причинам возгорания материалов с образованием ОХВ:

– техногенным (сценарий № 10д);

– в результате террористического акта (сценарий № 10е).

Типовые «сценарии аварий» на объектах, способных вызывать химическое заражение, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Типовые «сценарии аварий»

№ сценария	Описание сценария
1	Характеризуется полным проливом содержимого всех емкостей, содержащих АХОВ, при их разрушении на объекте и соответствующим максимально возможным масштаба химического заражения окружающей среды
2	Характеризуется либо полным проливом АХОВ одной из наибольших емкостей на объекте, либо частичным проливом в зависимости от величины отверстия разгерметизации и его расположения относительно уровня земли
1а (2а)	Характеризуется большим количеством содержимого АХОВ в емкости, идущим на образование первичного облака химического заражения. Предусматривают необвалованное расположение емкостей с АХОВ на объекте, что предполагает свободный разлив жидкого АХОВ на подстилающую поверхность с принятым допущением для прогнозирования [3] высотой разлива равной 0,05 м
1б (2б)	Характеризуется небольшим количеством содержимого АХОВ в емкости, идущим на образование первичного облака химического заражения. Предусматривают необвалованное расположение емкостей с АХОВ на объекте, что предполагает свободный разлив жидкого АХОВ на подстилающую поверхность с принятым допущением для прогнозирования [3] высотой разлива равной 0,05 м
3	Характеризуется проливом жидкого АХОВ полностью или частично в поддон обвалования, что скажется на снижении глубины химического заражения и увеличении времени его испарения в зависимости от высоты обвалования и количества пролитого АХОВ
4	Характеризуется полным или частичным проливом АХОВ в землю и возможным химическим заражением подпочвенных вод. Глубина химического заражения в основном будет определяться вторичным облаком химического заражения, и зависеть от площади разгерметизации выступающей поверхности емкости

№ сценария	Описание сценария
5	Характеризуется особенностями полной или частичной разгерметизации автомобильной (железнодорожной) цистерны в процессе транспортировки АХОВ
6	Характеризуется разгерметизацией полностью всех или частичного количества контейнеров (баллонов) при транспортировке
7	Характеризуется полной или частичной разгерметизацией (разрушением) трубопровода между автоматическими отсекающими
8в	Характеризуется частичной разгерметизацией автомобильной цистерны под непосредственным бронейно зажигательным пулевым воздействием с взрывоопасными АХОВ
8г	Характеризуется частичной разгерметизацией автомобильной цистерны под непосредственным бронейно зажигательным пулевым воздействием с невзрывоопасными АХОВ при разгерметизации посредством взрыва без опрокидывания транспорта
9в	Характеризуется частичной разгерметизацией железнодорожной цистерны под непосредственным бронейно зажигательным пулевым воздействием с взрывоопасными АХОВ
9г	Характеризуется частичной разгерметизацией железнодорожной цистерны под непосредственным бронейно зажигательным пулевым воздействием с невзрывоопасными АХОВ при разгерметизации посредством взрыва без схода с железнодорожного полотна
10д	Характеризуется возгоранием рассматриваемых материалов, по техногенным причинам при наличии источника зажигания, пожаром и выделением в опасной концентрации ОХВ
10е	Характеризуется возгоранием рассматриваемых материалов с сопутствующим взрывом вследствие террористического акта, пожаром и выделением в опасной концентрации ОХВ

Таким образом, с учетом представленной классификации типовых «сценариев аварии», которые будут заложены в программный продукт Центрального управления в кризисных ситуациях по прогнозированию аварий на ХОО, возможно будет провести оперативное выявление и оценку обстановки результатов таких чрезвычайных ситуаций, достоверно приближающихся к реальной обстановке путем сбора детализирующих параметров.

Литература

1. Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски транспортировки опасных грузов: монография. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. 276 с.
2. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Радиационная и химическая безопасность населения: монография. М.: Деловой экспресс, 2005. 544 с.
3. РД 52.04.253–90. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: руководящий документ. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 23 с.
4. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учеб. пособ. М.: «Академия», 2011.
5. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. М.: ВНИИ ГОЧС, 1993. 132 с.
6. Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ (методика «Токси»). М.: Промышленная безопасность, 2005.
7. Фалеев М.И., Герасимов Ю.М. Руководство по определению зон воздействия опасных факторов аварий с сжиженными газами, горючими жидкостями и аварийно химически опасными веществами на объектах железнодорожного транспорта. URL: <http://www.twirpx.com>. (дата обращения: 14.02.2013).
8. Савчук О.Н., Егоров П.А. Способы снижения токсических последствий пожаров на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2011. № 4.