

**А.А.Тесленко, О.П. Михайлюк,  
А.Ю. Бугаев, В.В. Олейник**

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РИСК И НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА**

**Национальный университет гражданской защиты Украины,  
г. Харьков**

В последнее время очень часто величину риска на пожаровзрывоопасных объектах используют для разработки дополнительных мер по снижению пожарной опасности. Одним из способов предотвращения развития пожара и превращения его в крупный или особо крупный является аварийный слив горючих жидкостей из технологического оборудования, оказавшегося в опасной зоне. Уменьшение количества опасных веществ в зоне аварии ослабляет поражающую способность последней. Такое ослабление наблюдается непосредственно на объекте, на котором произошла авария, и вблизи него. Следовательно, от надежности и эффективности срабатывания системы аварийного слива в аварийной ситуации зависит величина риска поражения опасными факторами пожара или взрыва. В связи с этим необходимо получить зависимость риска и, в частности, индивидуального риска от правильности вычисления параметров системы аварийного слива горючих и других опасных жидкостей.

Согласно [1, 2] безопасность - состояние объекта защиты (системы), при котором значения всех рисков, присущих этому объекту, не превышают допустимых уровней. Под риском понимают потенциальную опасность реализации техногенных или природных событий с последствиями в виде нанесения вреда здоровью населения или в виде материального ущерба.

Различают индивидуальный, социальный и территориальный риск. К основным методам снижения риска на пожаровзрывоопасных объектах относятся [3]:

- методы, снижающие частоту возникновения аварийных ситуаций;
- методы, ограничивающие последствия аварии и снижающие условия вероятности ее развития по наиболее неблагоприятным сценариям;
- методы, снижающие условную вероятность поражения людей опасными факторами пожара (взрыва).

Одним из направлений, используемых для ограничения масштабов возможного пожара, является создание условий для эвакуации горючих веществ и материалов в безопасное место. С этой целью на объектах по-

вышенной опасности используют аварийный слив опасных жидкостей, который осуществляется с помощью специальных устройств или с использованием обычных технологических коммуникаций и емкостей.

Согласно [4, 5] при обосновании аварийного слива следует учитывать особенности конструкции самого аппарата и его опор, а также его содержимого. Требования к устройству систем аварийного слива представлены в [4, 5].

Основным поверочным расчетом установок аварийного слива является расчет фактической продолжительности процесса эвакуации жидкости из опасной зоны, сравнение ее с допустимой (нормативной) продолжительностью аварийного режима. В общем случае продолжительность процесса аварийного слива из емкостной аппаратуры определяется зависимостью

$$\tau_{\text{слива}} = \int_{H_2}^{H_1} \frac{S(H)dH}{Q(H)} \quad (1)$$

где  $H_1$  – напор непосредственно перед началом слива;  $H_2$  – напор в конце слива;  $S(H)$  – площадь поверхности жидкости в аппарате при напоре  $H$  ( $S$  не зависит от  $H$ , если аппарат имеет форму вертикального цилиндра).  $Q$  всегда является функцией  $H$ , скорости жидкости в трубопроводе  $w$  (как следствие, функцией критерия Рейнольдса  $Re$ , диаметра трубопровода  $d$ , вязкости  $\mu$  и плотности  $\rho$  сливаемой жидкости).

Продолжительность операций по приведению системы аварийного слива в действие зависит от конкретных особенностей технологической установки. Допустимая продолжительность аварийного режима устанавливается в пределах (10...30) минут, исходя из условий безопасности.

Целью работы является получение зависимости величины индивидуального риска от точности выбора параметров системы аварийного слива горючих жидкостей.

Величиной индивидуального риска называется вероятность гибели человека, который находится в данном регионе, от возможных источников опасности объекта повышенной опасности на протяжении года с учетом вероятности его пребывания в зоне поражения [2]. Согласно [2] индивидуальный риск используется как величина безразмерная. Для жизни человека рекомендуется считать неприемлемым индивидуальный риск  $R > 10^{-6}$ . Предполагается, что человек находится в конкретном регионе за пределами санитарно-защитной зоны предприятия, которое имеет в своем составе хотя бы один объект повышенной опасности (городе, поселке, селе, на

территории промышленной зоны предприятий). Индивидуальный риск, связанный с авариями на объекте повышенной опасности, рекомендуется считать абсолютно приемлемым при его уровне  $R \leq 10^{-8}$ .

Так как риск является мерой возможности реализации конкретной опасности, следовательно, в зависимости от многих обстоятельств и факторов он может изменять свои значения. Таким образом, можно повысить степень безопасности или состояние защищенности объекта. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что разработка и реализация комплекса мероприятий (инженерно-технического, экономического, социального и иного характера) позволяют снизить значение риска до допустимого (приемлемого) уровня. Иными словами, правильно рассчитанная система аварийного слива горючих жидкостей позволит снизить величину индивидуального риска, т. е. частоту поражения отдельного человека в результате воздействия опасных факторов аварии (пожара).

Рассмотрим зависимость величины индивидуального риска от точности расчета параметров системы аварийного слива опасных жидкостей. Основным параметром системы аварийного слива является  $\varphi_{сист}$  - коэффициент расхода системы аварийного слива, который в свою очередь зависит от скорости  $w$  [5] и напора  $H$

$$w = 4,42945 \cdot \varphi_{\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}} \sqrt{H} \quad (2)$$

В широко применяемых алгоритмах [4,5] используется усредненное значение скорости  $w_{\text{среднее}}$  (среднее арифметическое значение скорости в начале и конце слива жидкости).

$$w_{\tilde{n}\tilde{o}\tilde{a}\tilde{i}\tilde{t}\tilde{a}\tilde{a}} = 2,21472 \cdot \varphi_{\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}} \left( \sqrt{H_1} + \sqrt{H_2} \right) \quad (3)$$

где,  $H_1$ ,  $H_2$  – напоры в начале и конце слива. Как следствие, в вычислительных алгоритмах [4, 5], скорость  $w$  считается постоянной, равной среднему арифметическому от своих значений в начале и конце аварийного слива. Коэффициент расхода трубопроводной системы  $\varphi_{сист}$  считается во время слива тоже постоянным и соответствующим скорости  $w_{\text{среднее}}$ . Циклическая зависимость  $\varphi_{сист}$  и  $w_{\text{среднее}}$  приводит к необходимости применения итерационного алгоритма расчета трудоемкого в случае счета «вручную», в котором возникают вопросы сходимости и устойчивости.

Систему аварийного слива можно считать надежной, если ошибки в расчетах параметров системы не будут приводить к неприемлемым изменениям в характеристиках всей системы слива. Конечной целью защитных систем является уменьшение рисков. По величине риска (или его изменению) и желательно оцениваться опасность и надежность устройств. В данной работе исследована устойчивость алгоритма расчета аварийного слива (влияние ошибок в исходных данных на величину результата) и ее влияние на величину индивидуального риска. На рис. 1 показана зависимость индивидуального риска от ошибки в коэффициенте расхода трубопроводной системы ( $\delta\varphi_{сист}$ ).

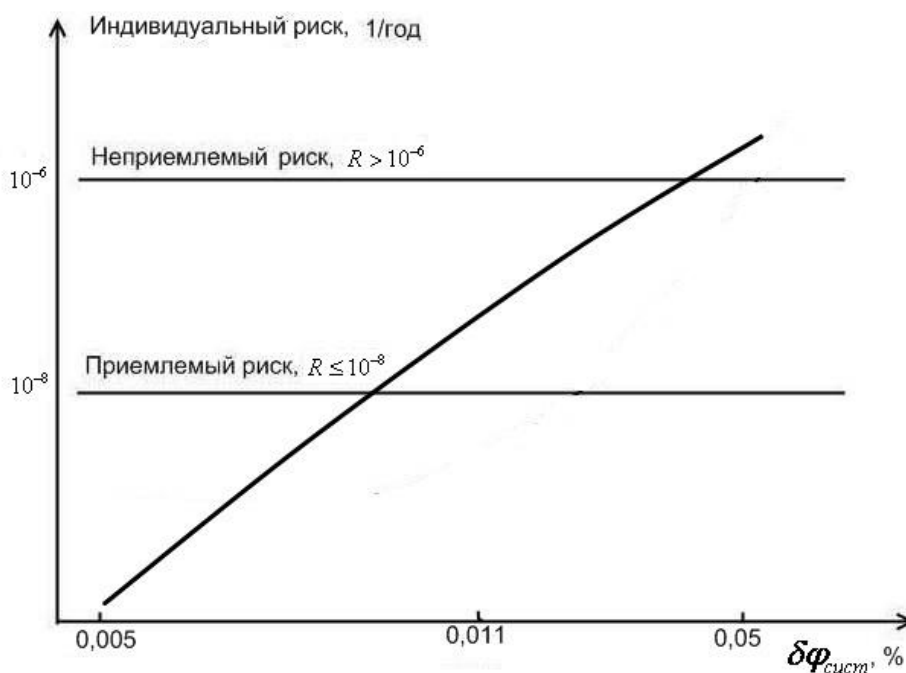


Рисунок 1 - Зависимость индивидуального риска от  $\delta\varphi_{сист}$

Подобное исследование, возможно, не имеет большого практического значения для расчета систем безопасности, но подтверждает несомненный вклад разных защитных устройств и их параметров в снижение опасности, а, следовательно, и уменьшение рисков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2156-93. Безопасность промышленных предприятий. Термины и определения.

2.Методика определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности. Приказ Министерства труда и социальной политики Украины от 04.12.2002, №637.

3.ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

4. Кошмарова Ю.А. Гидравлика и противопожарное водоснабжение. / Ю.А. Кошмарова // Москва - 1985. – С. 287

5. Алексеев М.В. Пожарная профилактика технологических процессов производств. / М.В.Алексеев, О.М.Волков, Н.Ф.Шатров // Москва - 1986.-С.111-119.