

**ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В. И. Поляков¹, С. А. Захаревич², В. М. Русь³

*¹ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»; ²Госпромнадзор; ³ГПО «Белтонгаз»,
Минск, Беларусь*

В процессе работы осуществлены анализ опыта управления риском при эксплуатации газораспределительных систем и оценка критериев риска при эксплуатации объектов газораспределительных систем Республики Беларусь [1].

Такая направленность работы объясняется тем, что, во-первых, технические регламенты, основа государственного технического регулирования, содержат требования безопасности, которые должны формироваться исходя из научно обоснованных критериев безопасности продукции и услуг и возможного нанесения ущерба окружающей среде именно на основе методологии оценки рисков.

Во-вторых, риск-ориентированный подход в промышленной безопасности бурно развивается, например, в современной России, получив закрепление на законодательном уровне не только в техническом регулировании, но в регулировании промышленной, пожарной и других видов безопасности.

Однако методы анализа опасностей и оценки риска аварий не могут подменить исполнение требований промышленной безопасности. С помощью анализа риска нащупывают возможные новые опасности, а требования безопасности оберегают от уже известных угроз.

Масса здорового консерватизма белорусской системы промышленной безопасности никак не отреагировала на новаторские предложения заменить правила безопасности оценкой соответствия «индивидуального риска допустимым значениям».

Все же данная работа указывает на зарождение риск-ориентированного подхода и в национальной системе промышленной безопасности.

В результате исследования установлена методологическая основа для количественной оценки риска эксплуатации газораспределительных систем, нормативно закреплённая в стандарте объединения ГПО «Бел-

топгаз» СТП 03.32-2012 «Критерии оценки риска при эксплуатации газораспределительных систем». Были собраны и проанализированы данные по аварийности распределительных газопроводов ГПО «Белтопгаз» за период времени с 2005 по 2011 гг., определены основные показатели риска для распределительных газопроводов.

Потенциальный риск R_{pot} рассчитывают как произведение статистической вероятности аварийного выброса:

$$R_{pot} = \sum_{i=1}^n Q_{ав} Q(A_i) Q_n^i,$$

где $Q_{ав}$ – частота возникновения инициирующих событий (интенсивность отказов);

$Q(A_i)$ – условная вероятность наступления наиболее опасных по своим последствиям событий;

Q_n^i – условная вероятность поражения человека;

n – число сценариев развития аварийной ситуации (ветвей логического дерева событий).

Для оценки индивидуального риска выражение R_{pot} умножают на вероятность присутствия человека $P_{пр}$.

Интенсивность отказов $Q_{ав}$ рассчитывают как число аварий (инцидентов), приходящихся в год на 1 км наружных газопроводов. Данные по аварийности на наружных газопроводах приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Причины инцидентов на наружных газопроводах по данным ГПО «Белтопгаз»

Причина инцидента	%	Всего, по годам						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Механическое повреждение при производстве земляных работ	87,1	3	4	5	6	2	4	3
Наезд автотранспорта	6,5	–	–	–	1	1	–	–
Повреждения упавшими деревьями и др.	3,2	–	–	–	–	–	–	1
Выход газа по стыку газопровода	3,2	1	–	–	–	–	–	–
Итого	100	4	4	5	7	3	4	4

За период наблюдений с 2005 г. аварий на распределительных газопроводах не выявлено. Интенсивность отказов приводится в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение аварийности на наружных газопроводах по данным ГПО «Белтопгаз»

Год	Количество инцидентов	Протяженность наружных газопроводов, км	Удельная частота инцидентов $Q_{ав}$, 1/(км*год)
2005	4	30322	$1,31 \cdot 10^{-4}$
2006	4	32813	$1,21 \cdot 10^{-4}$
2007	5	35221	$1,41 \cdot 10^{-4}$
2008	7	37664	$1,85 \cdot 10^{-4}$
2009	3	40133	$0,74 \cdot 10^{-4}$
2010	4	42808	$0,93 \cdot 10^{-4}$
2011	4	45510	$0,87 \cdot 10^{-4}$
Среднее	4,4	37781	$1,16 \cdot 10^{-4}$

При аварийных повреждениях подземных газопроводов среднего и высокого давления образуется, как правило, локальная зона загазованности непосредственно в месте разгерметизации.

При разгерметизации распределительных газопроводов не создаются условия для samozажигания газовой струи. Возгорание возможно лишь в случае попадания в зону утечки источника инициирования зажигания. Источником зажигания могут быть как фрикционные искры или искры от работающей строительной техники, так и источники зажигания, внесенные человеком.

Воспламенение на открытом воздухе приводит к возникновению факельного горения выходящей под давлением струи газа и возможному термическому поражению находящихся рядом людей (как персонала, так и случайных людей). Вероятность $Q(A_i)$ реализации такого сценария аварии оценивается не более 4 – 5%, как видно, например, из дерева событий на рис. С учетом как мгновенного воспламенения, так и воспламенения с задержкой $Q(A_i) = 0,02 + 0,02 = 0,04$.

Условная вероятность смертельного поражения человека, находящегося на расстоянии 3 м (радиус действия ковша экскаватора, размеры ограждения котлована) от точки выброса газа через отверстие с размером 60 мм, образовавшееся при механическом повреждении газопровода, при плотности теплового излучения 200 кВт/м^2 и давлении P составляет: $Q_n^\phi = 0,24$, $P = 1,2 \text{ МПа}$; $Q_n^\phi = 0,015$, $P = 0,6 \text{ МПа}$ и $Q_n^\phi \approx 0$ при низком и среднем давлении.



Рис. Дерево событий при аварии на межпоселковом полиэтиленовом газопроводе

Для примера расчета показателей риска для наружных газопроводов ГПО «Белтопгаз» приняты следующие данные:

среднестатистическая частота аварий $Q_{ав}$, 1/(км год), $1,16 \cdot 10^{-4}$;
 условная вероятность воспламенения газа при утечке $Q(A_i)$ 0,04;
 условная вероятность смертельного поражения людей Q_n^ϕ 0,24;
 вероятность присутствия человека $P_{пр}$ 1,0.

Тогда, согласно формуле, потенциальный территориальный $R_{пот}$ и индивидуальный риски $R_{инд}$ составят $R_{пот} = R_{инд} = Q_{ав} Q(A_i) Q_n^\phi = 1,16 \cdot 10^{-4} \cdot 0,04 \cdot 0,24 = 1,1 \cdot 10^{-6}$.

Рассчитанный уровень риска дан с «запасом», т.е. фактический уровень ниже, по ряду причин.

Во-первых, как видно из табл. 2, наблюдается устойчивая тенденция к снижению интенсивности отказов $Q_{ав}$.

Во-вторых, условная вероятность воспламенения газа при утечке $Q(A_i)$ взята в соответствии с деревом событий на рис., а воспламенений при утечках газа из-за повреждений наружных газопроводов в Беларуси не наблюдалось.

В-третьих, условная вероятность смертельного поражения людей Q_n^ϕ взята максимальной, как при высоком давлении I категории.

Оценка риска аварий газораспределительных систем Республики Беларусь за 2012 г. в соответствии с табл. 3 показывает, что механические повреждения II степени для газоснабжающих организаций – редкое событие, а на полиэтиленовых газопроводах – практически невероятное событие. Риск возникновения аварий и случаев травматизма при эксплуатации газораспределительных систем минимален. Эксплуатируемые в Республике Беларусь распределительные газопроводы по своему техническому со-

стоянию отвечают требованиям безопасности, присущим современному этапу развития государства и общества.

Несмотря на некоторое увеличение уровня риска для УП «Мингаз» до 1×10^{-5} управление риском не требует каких-либо дополнительных затратных мероприятий по его снижению для стальных газопроводов по сравнению с теми мероприятиями, которые установлены в соответствии с требованиями технических нормативных актов системы промышленной безопасности. Однако в ходе проверок Госпромнадзором отмечена недостаточность принимаемых мер в части обеспечения ряда требований Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 06.11.2007 № 1474 «Об утверждении Положения о порядке установления охранных зон объектов газораспределительной системы, размерах и режиме их пользования» для снижения количества чрезвычайных ситуаций (инцидентов).

В целом по ГПО «Белтопгаз» уровень риска аварий остается низким со значением $1,6 \times 10^{-6}$.

В целях обеспечения безаварийной и безопасной эксплуатации опасных производственных объектов ГПО «Белтопгаз» Госпромнадзором предложено принять действенные меры по организации пропаганды безопасных методов работы перед началом строительного сезона с разъяснением установленного порядка получения разрешений на виды работ, а также к применению более эффективных методов работы по выявлению несанкционированных работ в охранных зонах объектов газораспределительной системы.

Таблица 3

Риск аварий при эксплуатации стальных и полиэтиленовых (ПЭ) газопроводов за 2012 г.

Газопроводы	Наименование						
	УП «Брестоблгаз»	УП «Витебскоблгаз»	УП «Гомельоблгаз»	УП «Гроднооблгаз»	УП «Минскоблгаз»	УП «Мингаз»	УП «Могилевоблгаз»
стальные	2×10^{-6}	0	0	0	0	10^{-5}	0
ПЭ	0	0	0	0	0	5×10^{-7}	5×10^{-7}
Всего	2×10^{-6}	0	0	0	0	10^{-5}	5×10^{-7}

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о НИР (промежуточный) «Анализ опыта управления риском, идентификация опасностей и оценка критериев риска, управление риском при эксплуатации газораспределительных систем Республики Беларусь». – ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2012