

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ЛИНЕЙНОГО ТРУБОПРОВОДА

А.И. Сечин, Ю.В. Анищенко, А.И. Попов

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Сечин А.И., д.т.н., профессор кафедры экологии
и безопасности жизнедеятельности ТПУ*

Обеспечение безопасной и надежной эксплуатации магистральных газопроводов считается главной задачей предприятий, которые используют газотранспортные системы. От этой задачи зависит безопасность не только производственного персонала и жителей близлежащих населенных пунктов, а также безопасное функционирование самих газовых магистралей. Анализ аварийности на магистральных газопроводах [1] показывает, что наиболее часто последствиями аварий на подобных объектах являются возгорания и взрывы. Поэтому поиск перспективных путей развития такого вопроса как расчет пожарных рисков линейного трубопровода представляет собой актуальную задачу, как в области предупреждения чрезвычайных ситуаций, так и устойчивого функционирования предприятия.

В качестве объекта исследования в данной работе рассматривается участок магистрального газопровода (длина 120 км, диаметр трубы 1020 мм, рабочее давление 3,5–3,7 МПа), расположенный на территории Томской области. Для более детальной оценки пожарных рисков предлагается разделить участок газопровода на отрезки в соответствии с топографической обстановкой местности, через которую прокладывается трубопровод. В качестве факторов, влияющих на величину риска, учитываются такие особенности местности, как наличие возвышенностей, оползневых явлений, торфяников, болот, и водоемов.

Для определения величины пожарных рисков линейного трубопровода предлагается составить дерево событий для каждого выделенного участка. Построение дерева событий для чрезвычайной ситуации с возникновением очага возгорания и развитием пожара позволяет с высокой степенью вероятности спрогнозировать развитие событий при отказе оборудования [2]. Данный метод позволяет нам выявить слабые места в технолого-производственном процессе, а так же получить более полное представление о поведении самой системы в моменты выхода оборудования из его устойчивого функционирования, что и является предшествующим фактором развития ЧС.

Главным событием при оценке пожарного риска на магистральном газопроводе является истечение газа вследствие разгерметизации газо-

провода. Оно может быть индуцировано несколькими исходными событиями, каждое из которых может привести к главному событию и требует дальнейшего развития: истечение газа из системы на возвышенности; утечка газа на оползневых участках; несанкционированное вскрытие; утечка газа в торфяной местности; истечение газа из системы в болотистой местности; аварийная ситуация в русле реки. Были получены следующие величины рисков типовых участков магистрального газопровода:

- Истечение газа из системы на возвышенности – $1,4 \cdot 10^{-4}$ год $^{-1}$.
- Утечка газа на оползневых участках – $1,3 \cdot 10^{-2}$ год $^{-1}$.
- Утечка газа в торфяной местности – $1,2 \cdot 10^{-2}$ год $^{-1}$.
- Истечение газа из системы в болотистой местности – $1,2 \cdot 10^{-2}$ год $^{-1}$.
- Аварийная ситуация при переходе русла реки – $1,3 \cdot 10^{-2}$ год $^{-1}$.

Общая величина риска главного события «Истечение газа из системы» линейного трубопровода равна $2,05$ год $^{-1}$.

Из числа основных поражающих факторов, присущих авариям на магистральных газопроводах, к наиболее значимой по размеру зоны поражения относится термическая радиация от горящих струй газа при воспламенении топливно-воздушной смеси [1]. Поэтому считается целесообразным рассчитать интенсивность теплового излучения при разных вариантах удаленности от трассы газопровода и соотнести их со степенью поражения людей и вероятностью смертельного исхода [3]. В результате расчетов был построен график зависимости дозы теплового излучения от расстояния оси газопровода (рис. 1).

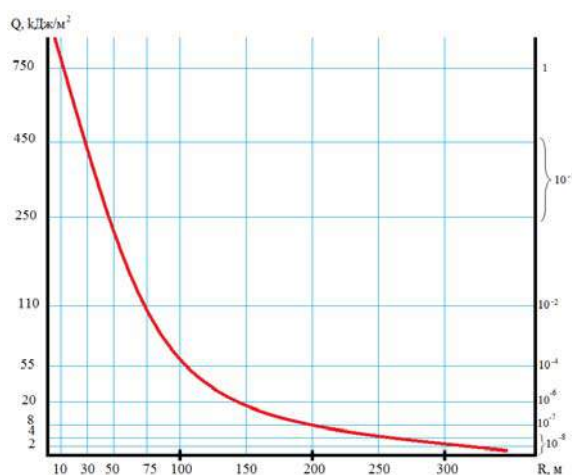


Рис. 1. Зависимость дозы теплового излучения от расстояния оси газопровода

Таким образом, минимальное безопасное расстояние 300 м [4] достаточно для того, чтобы минимизировать риск смертельного исхода при возникновении чрезвычайной ситуации. В случае утечки газа и его возгорания доза теплового излучения на границе этого участка составит порядка $2,5 \text{ кДж/м}^2$, что не может нести никакой отрицательной нагрузки на организм человека.

На всем своем протяжении газопровод имеет просеку шириной от 50 до 75 метров. Это значит, что полученные нами данные применимы ко всем типовым участкам этого газопровода в радиусе 75 метров от его оси. Полученные вероятности смертельного исхода для радиуса более 75 метров могут быть завышены, ведь лесной массив играет роль экрана и может ограждать от воздействия теплового излучения, а значит, и снижать последствия ее воздействия на человека.

Для иллюстрации вышеизложенного изобразим схему потенциального территориального риска при действии дозы теплового излучения на участке газопровода с указанием вероятности наступления смертельного исхода (рис. 2).

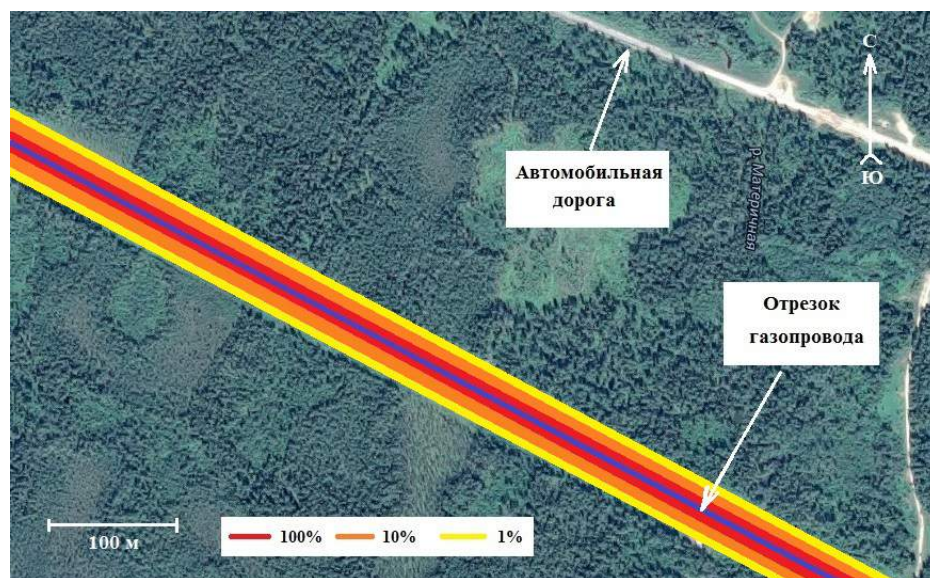


Рис. 2. Зона потенциального территориального риска линейного газопровода

Составим унифицированный алгоритм расчета пожарных рисков магистрального газопровода:

- Шаг 1. Оценка по карте рельефа трассы газопровода. Разделение трассы на типовые участки.
- Шаг 2. Оценка удаленности от трассы селитебной зоны и зон промышленно-транспортного назначения.

- Шаг 3. Оценка сложившейся ситуации по трассе с использованием расчетных величин риска для типовых участков магистрального газопровода.

- Шаг 4. Разработка мероприятий, направленных на минимизацию величины риска по трассе трубопровода.

- Шаг 5. Разработка соответствующей документации.

Таким образом, в данной работе были рассмотрены вопросы обеспечения безопасной транспортировки природного газа в России. Изучив процесс функционирования линейного газопровода с детальным изучением типовых участков трубопровода на различных условиях местности, были получены расчетные величины пожарных рисков. В дальнейшем, при расчете пожарного риска любого другого участка линейного газопровода, можно проводить его детализацию, а также использовать полученные в данной работе расчетные величины риска аналогичных типовых участков.

Список информационных источников

1. Савина А.В., Сумской С.И., Лисанов М.В. Анализ риска аварий на магистральных трубопроводах при обосновании минимальных безопасных расстояний // Безопасность Труда в Промышленности. – 2012. – № 3. – С. 58–63.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.
3. ГОСТ Р 12.3.047 – 98 ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*.