

УДК 502.504.351.614

ОЦЕНКА РИСКА ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

© 2012 Г.П. Стручкова¹, Т.А. Капитонова¹, А.И. Левин²¹ Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск² Якутский научный центр СО РАН, г. Якутск

Поступила в редакцию 25.10.2012

Выявлены наиболее типичные источники возникновения чрезвычайных ситуаций на газопроводе Мاستах-Берге-Якутск. Показано, что задачи мониторинга предупреждения развития чрезвычайных ситуаций (ЧС), оценки потенциальных угроз и районирование территории края по уровню риска возникновения ЧС приобретают при этом острую жизненную необходимость.

Ключевые слова: газопровод, чрезвычайная ситуация, риск-анализ, геоинформационные данные

В России, как и во многих других странах, оценка риска становится основным механизмом, влияющим на принятие научно обоснованных решений по уменьшению и предупреждению техногенного воздействия на окружающую среду. Разработки по анализу природно-техногенной безопасности были проведены по экспертизе технического состояния газопровода Мастах-Берге-Якутск, на основе более чем 30-летних наблюдений. На территории республики сосредоточены огромные запасы газа и нефти, которые составляют наравне с Иркутской областью преобладающую часть запасов газа Восточной Сибири и Дальнего Востока. Природный газ потребителями Центрально-Якутского энергорайона используется с 1967 г., а Западно-Якутского – с 1983 г. В разработке находятся три месторождения: Средневилюйское и Мастахское газоконденсатное месторождение, а также Среднеботуобинское нефте-газоконденсатное, расположенные в Западной Якутии [1, 2]. Поставка газа потребителям Центрально-Якутского энергорайона осуществляется по 2-ниточному магистральному газопроводу Кысыл-Сыр – Мастах – Берге – Якутск диаметром 530 мм, протяженностью 466 км и газопровод-отводами диаметром от 100 до 325 мм. Магистральный газопровод с проектной производительностью 4,2 млн. м³ в сутки в зимние пиковые периоды эксплуатируется с большой перегрузкой. В связи с этим ведется поэтапное строительство III нитки газопровода Средневилюйское ГКМ – Мастах – Берге – Якутск протяженностью 384 км, диаметром 720 мм. В Западно-Якутском энергорайоне природный газ подается потребителям по однопоточному магистральному газопроводу Таас-Юрэх – Мирный – Чернышевский диаметром 530 мм, протяженностью 226,8 км, производительностью 1 млрд. м³/год.

Изучение причин большого числа техногенных катастроф показало, что необходима разработка методологии управления риском аварий, которая позволила бы оценить баланс между масштабами возможного ущерба от потенциальных аварий системы с ее технико-экономическими преимуществами. Сбор и обработка статистических данных по отказам газопровода Мастах – Берге – Якутск ведутся с момента его ввода в эксплуатацию. На основе этих данных была построена гистограмма количества отказов и аварий за весь период эксплуатации (рис. 1).

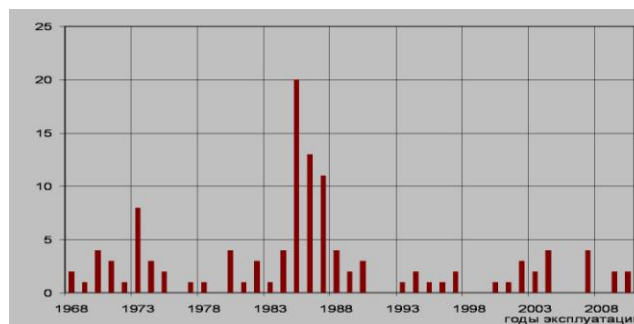


Рис. 1. Гистограмма количества отказов и аварий

Анализ риск-факторов должен включать [3]: идентификацию опасностей; определение причин, которые могут привести к возникновению опасных ситуаций; разработку вероятных сценариев развития нежелательных событий; составление списка мер безопасности, которые могут предотвратить наступление таких событий; составление списка мер по снижению масштабов ущерба потенциального происшествия; описание последствий, происшествие которых может оказать влияние на людей и окружающую среду; анализ частот реализации сценариев на основе фактических данных за прошлый период; нанесение отметки риска на матрицу риска; фиксирование любых дополнительных мер или действий, которые могут быть рассмотрены в целях дальнейшего уменьшения риска, связанного со сценарием.

В настоящей методике под опасностью или риск-фактором понимается потенциальный источник

Стручкова Галина Прокопьевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru

Капитонова Тамара Афанасьевна, кандидат физико-математических наук, ученый секретарь. E-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru

Левин Алексей Иванович, заведующий сектором. E-mail: a.i.levia@prez.ysn.ru

потерь (вреда), который может быть нанесен людям, имуществу или окружающей среде, а также любое неконтролируемое событие или условие, способное самостоятельно или в совокупности с

другими событиями и условиями привести к инциденту, аварийной или чрезвычайной ситуаций. Наиболее типичные источники возникновения опасных ситуаций приведены в табл. 1.

Таблица 1. Источники возникновения риск-факторов (опасностей)

Категория	Характеристика неопределенной ситуации и ее опасных последствий
ошибка персонала	неверное включение/выключение оборудования, ошибки в определении показаний контрольно-измерительной аппаратуры, неправильный выбор режимов работы
ошибка персонала	неверное включение/выключение оборудования, ошибки в определении показаний контрольно-измерительной аппаратуры, неправильный выбор режимов работы
отказ оборудования	неправильное срабатывание запорной аппаратуры, превышение нагрузок на насосно-компрессорном оборудовании, замыкание электрических цепей, коррозия, структурные дефекты материалов
отказ управления оборудованием	потеря управления оборудованием, отказы систем безопасности
авария	потеря устойчивости оборудования, обрыв и / или опрокидывание подъемного оборудования, прекращение подачи энергии и рабочих сред для питания и управления технологическим процессом
внешние силы и нагрузки	сейсмические явления, экстремальные гидрометеорологические явления, наводнение, удар молнии, падение перемещаемых грузов

Сценарии разрабатываются исходя из опасностей, обнаруженных на этапе их идентификации и анализе последствий проявления. Детальность проработки сценариев определяется наличием исходной информации и условиями определения характера и условий возникновения последствий. При определении возможного набора сценариев учитывается, что одно и то же событие может вызывать различные последствия, которые, в свою очередь, обусловлены различными риск-факторами и их сочетанием. При этом учитывается, что к инциденту могут привести несколько одновременно или последовательно возникающих опасностей. Конечной целью данного этапа является обеспечение полноты анализа, то есть определение возможных путей наступления опасных последствий и цепочек событий от выявленных опасностей к этим последствиям. В наибольшей степени этим целям удовлетворяют методы построения и анализа логико-временной последовательности событий и деревьев отказов [4].

Таблица 2. Характер и уровни воздействий на окружающую среду

Уровни воздействия	Категории воздействий	
	Воздействия на окружающую среду	
	прямые воздействия	затраты и ущербы
I	значительные	
II	продолжительные воздействия сильные	полное восстановление нарушений, требуются значительные ресурсы
III	умеренные	используются ограниченные ресурсы
IV	малые	восстановление не требуется

В соответствии с [4,5] в данном исследовании каждая из указанных категорий воздействий будет характеризоваться уровнем воздействий, отражающим их тяжесть. Уровни воздействий представляют собой разбиение всего диапазона возможных последствий по качественным признакам (табл. 2, 3, где уровень I соответствует наиболее тяжелым последствиям с понижением серьезности последствий при переходе к более низким уровням II, III и IV).

Таблица 3. Характер и уровни воздействия на безопасность людей

Уровни воздействия	Категории воздействия
	Воздействия на безопасность людей
I	Смертельные случаи
II	Тяжелые телесные повреждения
III	Телесные повреждения, требующие лечения
IV	Легкие телесные повреждения

Анализ частот реализации сценариев. На основе анализа причин, условий и ущерба произошедших отказов и аварий на объектах добычи, переработки и транспортировки газа и нефти Республики Саха (Якутия) определены следующие основные риск-факторы аварийных ситуаций магистральных трубопроводов эксплуатируемых в зоне многолетнемерзлых грунтов: сложные природно-климатические условия эксплуатации: низкие температуры, нерегулярное электроснабжение, ветровые нагрузки, снежный покров, обледенение, возможность подтопления, многолетнемерзлые грунты; большое количество речных переходов; большая протяженность магистрального газопровода; непроектные участки трубопроводов на слабонесущих участках (болота, мари и поймы рек); большая вероятность образования газоконденсатных и

гидратных пробок; большой объем технологических трубопроводов выработавших свой ресурс; лесные пожары; человеческий фактор. А также последствия аварий (в порядке убывания вероятности): образование свищей, разливы газоконденсатов на суше, так и на водной поверхности (на поймах рек, озера и болота); пожары в лесах и в окрестностях магистрального газопровода; пожары и взрывы в населенных пунктах; горение паров газоконденсата в открытом пространстве при высоких летних температурах; загрязнение воздуха токсичными продуктами горения; загрязнение воды населенных пунктов; взрыв, пожар и «огненные шары» при пожаре в газораспределительных станциях и объектах газодобычи и переработки; отключение подачи газа на объекты ЖКХ и коммунально-бытового хозяйства; отключение подачи электроэнергии в центральном энергетическом районе республики; размораживание объектов ЖКХ и коммунально-бытового хозяйства; прекращение работы всех жизненно важных объектов центрального района республики, при этом последствия в зимнее время будут колоссальны по ущербу и человеческим жертвам.

Поражающими факторами рассмотренных аварий являются: ударная волна; тепловое излучение и горячие продукты горения; открытое пламя и горящие газонефтепродукты (газоконденсат); токсичные продукты горения; осколки разрушенного оборудования, трубопроводов и емкостей, обрушение зданий и конструкций. По величине вероятных зон действия поражающих факторов на персонал объекта и оборудование наиболее опасными сценариями являются: взрыв, крупный пожар газа и пролива с выходом газоконденсата за пределы охранной зоны; горение газовоздушной смеси в воздухе; попадание газотранспортирующего и перерабатывающего оборудования, сосудов и емкостей с газоконденсатами в открытое пламя и образование «огненного шара».

Современные методы оценки риска и моделирования катастрофических природных процессов и техногенных аварий все теснее взаимодействуют с информационными технологиями, такими

как геоинформационные технологии, реляционные системы управления базами данных и хранилища данных, сбор и обработка данных дистанционного зондирования (аэро- и космических снимков), архивация и хранение растровых изображений, и т.д. В [5] выполнен анализ аварийных ситуаций на газопроводах и объектах энергетики Республики Саха (Якутия) с частичной оценкой антропогенного воздействия. Собраны, проанализированы и введены в базу геоинформационных данных данные о чрезвычайных происшествиях, техногенных авариях и природных стихийных явлениях на территории РС(Я) за период 1963-2008 гг., проведены оценки индивидуальных и комплексных рисков для отдельных территорий (улусов), построены карт риска и районирование риска. Разработаны методические, технологические подходы, позволяющие на основе мониторинга, анализа рисков факторов и моделирования прогнозировать риски аварийных ситуаций; разработана концепция управления природно-техногенной безопасностью с учетом низких климатических температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Информационные материалы. Межрегиональное совещание в республике Саха (Якутия) «Перспективы освоения месторождений углеводородного сырья Восточной Сибири и Дальнего Востока», г. Якутск, 18 февраля 2004 г. 30 с.
2. Топливо-энергетический баланс Республики Саха (Якутия). – Якутск: Сахаполиграфиздат. 2005. Ч. I. 160 с.
3. *Левин, А.И.* Хладостойкость и надежность трубопроводов Крайнего Севера. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. техн. наук. – Якутск: ЯФ издательства СО РАН. 2002. 32 с.
4. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта (РД 03-357-00). – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. 120 с.
5. *Слепцов, О.И.* Исследование техногенных аварий и антропогенных воздействий на экологическую безопасность Республики Саха (Якутия) / *О.И. Слепцов, А.В. Лыглаев, Т.А. Капитонова, Г.П. Стручкова* // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2007. № 4. С. 88-94.

RISK ASSESSMENT OF GAS PRODUCTION INDUSTRY IN SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA)

© 2012 G.P. Struchkova¹, T.A. Kapitonova¹, A.I. Levin²

¹ Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V.P. Larionov
SB RAS, Yakutsk

² Yakutsk Scientific Center SB RAS, Yakutsk

The most typical sources of occurrence the emergency situations on Mastakh-Berge-Yakutsk gas pipeline are revealed. It is shown that problems of monitoring the prevention of development the emergency situations (ES), an assessment of potential threats and zoning into districts the regional territory on risk level of occurrence the emergency situations became the acute necessity of life.

Key words: *gas pipeline, emergency situation, risk analysis, geoinformation data*

Galina Struchkova, Candidate of Technical Sciences, Leading Research Fellow. E-mail: g.p.struchkova@iptpn.ysn.ru; Tamara Kapitonova, Candidate of Physics and Mathematics, Scientific Secretary. E-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru; Aleksey Levin, Chief of the Sector. E-mail: a.i.levia@prez.ysn.ru