

3. Джафарова Е. Н. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук [Текст] / Е. Н. Джафарова // Оценка систем транспортировки нефти с учетом надежности элементов: материалы научно-практической конференции. – А., 2011. – С. 114–117.
4. Купцова О. А. Правовые, экономические, технические аспекты импортозамещения в современных условиях [Текст] / О. А. Купцова // Правовые проблемы транспортировки нефти и газа посредством системы трубопроводов: материалы научно-практической конференции. – М., 2015. – С. 41–44.
5. Мацюк А. С. Новые технологии - нефтегазовому региону [Текст] / А. С. Мацюк // Методы борьбы с парафиноотложениями при транспортировке и подготовки нефти: материалы научно-практической конференции. – Т., 2019. – С. 95–97.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СРОКОМ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Курасов О.А.

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Обеспечение эксплуатационной эффективности опасных производственных объектов в течение всего их жизненного цикла становится все более сложной задачей организации комплексного мониторинга текущего состояния таких сооружений, оценки их подверженности внешнему воздействию, проведения мер по смягчению и недопущению негативных последствий, которые могут привести к отрицательным последствиям, в том числе человеческим жертвам, травмам и экономическим потерям.

Трубопроводы являются основным видом транспорта природного газа. Утечки в газопроводах (ГП) могут привести к взрывам и пожарам и стать причиной человеческих жертв, ущерба окружающей среде и материальных потерь. Эффективный анализ рисков имеет большое значение для предотвращения и снижения вероятности возникновения потенциальных аварий. Вовремя принятые меры по обеспечению условий безопасной эксплуатации ГП могут свести их степень аварийности к минимуму.

Надлежащее внимание должно быть уделено методам статистического и компьютерного моделирования, которые связаны с изучением динамики предельных состояний конструкций при эксплуатации газотранспортных систем (ГТС) в сложных условиях, принимая во внимание первичные и вторичные факторы риска.

ГП являются одной из основных частей системы трубопроводного транспорта и эксплуатируются зачастую в сложных условиях, поэтому аварии на них носят затяжной характер и приводят к серьезным экологическим и материальным последствиям для региона.

Задачи, связанные с транспортировкой природного газа, включают в себя поиск оптимального решения для повышения экономической эффективности. Данные о способности трубопроводной системы поддерживать производительность в течение определенного периода времени также должны быть учтены. Производительность характеризуется надежностью такого объекта и определяет его качество. Обеспечение бесперебойной и равномерной подачи газа потребителям зависит от надежности ГТС.

Эксплуатационная эффективность ГП должна быть сосредоточена на диагностике устройств, используя крупнейшие базы данных оценки рисков на промышленных предприятиях. Смоделированные в научных лабораториях данные, отражающие закономерности развития и «поведение» процессов деформирования и разрушения металлов, являются основой для безопасного определения остаточного ресурса и времени на техническое освидетельствование или ликвидацию аварийных последствий чрезвычайных ситуаций.

Вероятность человеческой ошибки также должна быть включена в оценку рисков и учитываться на различных этапах функционирования ОПО в течение всего их жизненного цикла. Кроме того, оценка риска, связанного с частотой человеческих ошибок, должна включать сценарии, в которых происходит изменение в распределениях вероятностей несущей способности и внешних нагрузок, а также в предельных состояниях конструкций из-за большого числа вероятностей возникновения внештатных ситуаций [1].

Моделирование задач анализа процессов и оптимизации условий транспортировки газа особенно актуальны в трубопроводном транспорте, и, в частности, в газовой промышленности. Математическое моделирование позволяет рассчитывать технологические параметры газового оборудования без проведения промышленных экспериментов.

Общая постановка задачи исследования сводится к сопротивлению некоторому будущему механизму отказа. Существует большое разнообразие доступных методов смягчения негативных последствий и методов их контроля, которые позволяют прогнозировать технические условия при проектировании, эксплуатации и техническом обслуживании ОПО.

Компоненты метода оценки риска являются специфическими для всех видов опасностей. В случае, если анализируются промышленные объекты, то, во-первых, необходимо проанализировать вероятности опасных ситуаций, а во-вторых, проанализировать последствия реализации таких опасностей.

Основным показателем является вероятность безотказной работы, которая может быть определена по формуле (1):

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau}, \quad (1)$$

где λ = интенсивность отказов; τ = время.

Основной статистической характеристикой аварийности на ГП является интенсивность аварий (2):

$$\lambda = \frac{N}{L \cdot \tau}, \quad (2)$$

где L = протяженность ГП; τ = время.

Кроме того, статистика аварий или рассчитанные данные о надежности технологического оборудования, характерной для описанных выше производственных объектов, или данные, полученные по опыту эксплуатации аналогичных действующих объектов, могут использоваться для определения частот возникновения чрезвычайной ситуации (в том числе в результате ошибки персонала).

Риски $R(\tau)$, сформированные на этой стадии жизненного цикла τ , оцениваются в соответствии с вероятностью $P(\tau)$ отказов, аварийных или катастрофических ситуаций и ущербам $U(\tau)$ как (3) [2]:

$$R(\tau) = P(\tau) \cdot U(\tau). \quad (3)$$

Функция риска лучше подходит для оценки безопасности оборудования, поскольку она содержит оценки потенциальных потерь.

Человеческие ошибки на разных этапах проекта будут включены в оценки рисков и будут учитываться в течение всего жизненного цикла эксплуатации ОПО. Кроме того, оценка риска, связанного с частотой ошибок человека, должна включать сценарии, описывающие изменение распределения вероятностей несущей способности конструкций и внешних эксплуатационных нагрузок, а также предельных состояний из-за большого числа вероятностей ошибок.

Вероятностные характеристики, представленные «деревьями событий» и «деревьями отказов» необходимы для определения надежности $PQR(\tau)$.

Анализ дерева событий представляет собой совокупность количественных или качественных методов, используемых для определения возможных результатов и вероятностей исходного события.

Разработка сценариев чрезвычайных ситуаций позволяет получить исходные данные о потенциальных воздействиях и неблагоприятных факторах, а также служит основой для комплексной оценки поврежденности ОПО. Чтобы определить возможные сценарии возникновения и развития опасных ситуаций для ГП, необходимо учитывать следующие типы аварий: пожар-вспышка, пожар пролива, факел и взрыв [3].

Анализ отказов в основном представляет собой дедуктивный эмпирический подход, направленный на определение причины или сочетания причин событий.

Подходы к управлению рисками обычно количественные. Однако из-за недостатка информации об эксплуатации ГТС полный количественный анализ не всегда возможен. В то же время оценка управления рисками требует учета наиболее серьезных возможных инцидентов при обслуживании подобных объектов. Поэтому в таком случае может оказаться полезным сравнительное количественное или качественное ранжирование рисков.

Технический риск определяется как (4):

$$R_T(\tau) = 1 - P_{QR}(\tau). \quad (4)$$

Надежность $P_{QR}(\tau)$ может включать в себя долговечность, безотказность, устойчивость, сохраняемость или их различные комбинации, в зависимости от назначения и условий эксплуатации объекта.

В настоящий момент параметры ущерба $U(\tau)$, в основном экономические, которые соответствуют рассматриваемым условиям (отказы, аварии и катастрофы), устанавливаются в контексте анализа надежности $P_{QR}(\tau)$ и техногенного риска $R_T(\tau)$.

Выполнение комплекса этих работ позволит не только увеличить сроки эксплуатации существующих объектов, но и проектировать перспективные объекты транспорта природного газа с высоким уровнем надежности и поддерживать его на разных стадиях их жизненного цикла.

Литература

1. Курасов, О. А. Анализ опасностей и мониторинг состояния опасных производственных объектов газотранспортных систем для оценки безопасности эксплуатации и ресурса / О.А. Курасов // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы XI Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и ученых, посвященной 40-летию филиала ТИУ в г. Нижневартовске, Нижневартовск, 22 апреля 2021 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 209-212.
2. Бурков, П. В. Структура основных расчетов для определения и управления сроком безопасной эксплуатации промышленных объектов газотранспортного сектора с учетом рисков и предельных состояний / П. В. Бурков, О. А. Курасов // Сборник тезисов XI международной научно - практической конференции, Ижевск, 16 апреля 2021 года. – Ижевск: Издательский дом "Удмуртский университет", 2021. – С. 29 - 34.
3. Курасов, О. А. Пути обеспечения безопасности и ресурса объектов транспорта и хранения природного газа с учетом эксплуатационных параметров процесса нагружения / О. А. Курасов // Новые технологии - нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 17–19 мая 2021 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 108-110.