

Литература

1. Zhang J., Liang Z., Han C.J. Effects of Ellipsoidal Corrosion Defects on Failure Pressure of Corroded Pipelines Based on Finite Element Analysis // Int. J. Electrochem. Sci. – 2015 - Vol. 10.
2. Mourad Nahal, Rabia Khelif, Rabah Bourenane, Saad Salah Pipelines Reliability Analysis Under Corrosion Effect and Residual Stress // King Fahd University of Petroleum & Minerals - 2015.
3. Han-Sung Huang Fracture characteristics analysis of pressured pipeline with crack using boundary element method – 2015. URL: <http://www.hindawi.com/journals/amse/2015/508630>. Дата обращения: 29.12.15.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗА СОСТОЯНИЕМ
 ОБОРУДОВАНИЯ**

О. Л. Булгакова

Научный руководитель, доцент А. В. Рудаченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Непосредственная связь производственных затрат с частотой проводимых ремонтных работ оборудования требует разработки экспертной системы принятия решения о выборе методов диагностики технического состояния технологического оборудования и снижения затрат на его обслуживание. Так решение о проведении технического обслуживания и ремонта, должно приниматься на основании проведенной работы по накоплению, в течение длительного промежутка времени и анализу полученной базы данных по отказам оборудования, временным рядам измеряемых параметров и т.п., а также с учетом возросшего уровня качества и объема исходной информации, обеспечиваемого автоматизированными системами контроля и диагностики. Именно данный материал должен собираться, обрабатываться, храниться в базе данных, которая является основной частью экспертной системы.

Одним из подходов к созданию систем поддержки принятия решений заключается в изучении этапов совершенствования форм экспертных систем [3].

Структура первых экспертных систем, возникших в 1980-х годах, в основе которых лежит свод правил выглядит следующим образом (рис. 1).

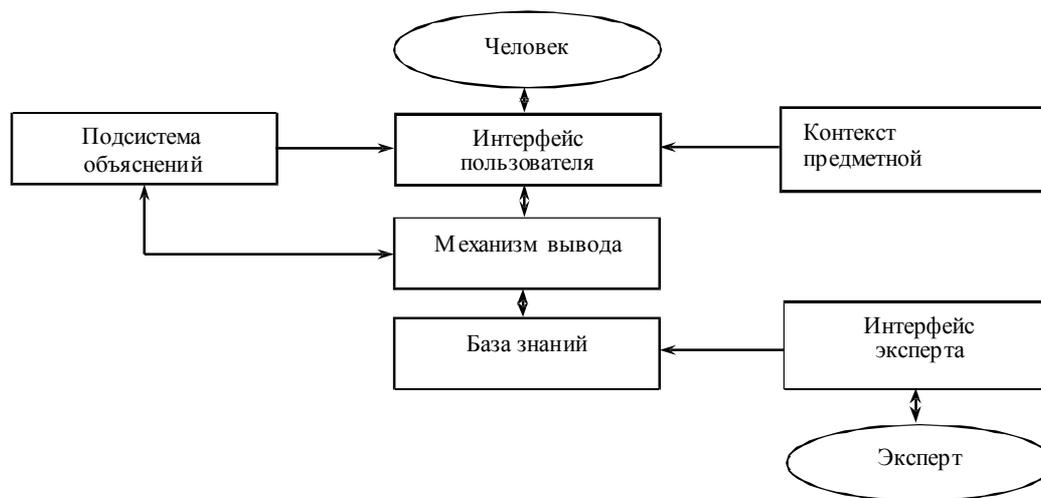


Рис. 1. Схема экспертной системы

В базе знаний должны содержаться все возможные правила, описывающие «симптомы» возникновения отказа, аварии или любого другого события. В дальнейшем, свод правил может быть сформирован в виде дерева событий, использующийся для определения и анализа последовательности (вариантов) развития аварии, включающей сложные взаимодействия между техническими системами обеспечения безопасности. [2]. Принципы построения «дерева событий» носят индивидуальный характер, каждый исследователь по-своему видит процесс возникновения отказа и его последствий (рис. 2).

База данных экспертных систем формируется посредством создания правил типа «если – то». В частности, для оборудования газоперекачивающих агрегатов, можно предусмотреть следующее правило: если отключается электропитание, то в течении определенного нормативом промежутка времени оборудование должно перейти на системы аварийного электроснабжения, если этого не произошло, подается сигнал тревоги, сообщающий о возникновении нештатной ситуации /отказа.

Со временем стали появляться экспертные системы, основанные на анализе отклонения выходных данных модели от измеряемых системой в данный момент времени. В случае если разница между данными величинами стремится к нулю – оборудование работает в безаварийном режиме, в противном случае – выдается сигнал тревоги и начинается анализ причины отказа. Главное достоинство данного вида систем – высокая

точность, поскольку система сможет отреагировать и сообщить о любом событии, характеризующемся нестандартным набором отклонений измеряемых параметров.

Принцип построения экспертной системы на основе формирования свода правил (Если ..., то ...), а также создания модели исправного состояния объекта, применен в современных экспертных системах, передающих сигнал в режиме реального времени. Данный вид систем подразумевает под собой применение программного обеспечения для обработки информации и выдачи решения о необходимости и достаточности того или иного вида ремонтных работ. Отличительная особенность заключается в том, что помимо базы данных в системе предусмотрен механизм логических выводов, позволяющий реагировать на возникшие отклонения в работе оборудования в режиме реального времени [1].

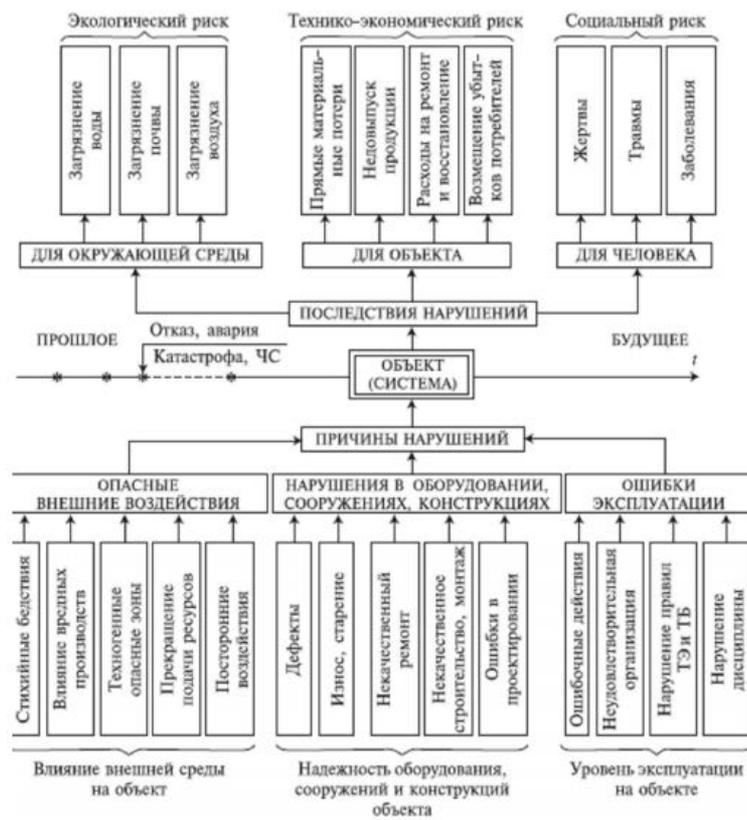


Рис. 2. Дерево событий

Успех применения экспертных систем зависит от того, насколько детально прописаны блоки баз знаний (рис. 3), а также механизмы ввода логических заключений.

Таким образом, создание экспертной системы необходимо начинать с формирования свода правил и модели исправно работающего оборудования, подлежащего мониторингу состояния посредством данной системы.

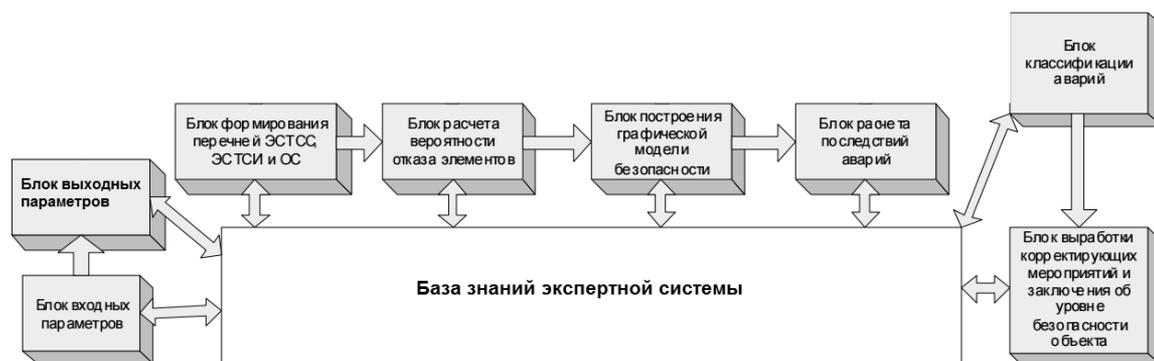


Рис. 3. Структура базы знаний

Литература

1. Ильин К.И., Светухин В.В., Завальцева О.А. и др. Экспертная система анализа и предупреждения аварий на объектах, содержащих опасные вещества // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Самара, 2013. – Т. 15. – № 4 (5) – С. 1038-1041.
2. Техногенные системы и теория риска / А.В. Багров, А.К. Муртазов; Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина. - Рязань, 2010. – 207 с.
3. Angeli C., "Diagnostic Expert Systems: From Expert's Knowledge to Real-Time Systems, in Advanced Knowledge Based Systems", Model, Applications & Research, Eds. Sajja & Akerkar, Vol. 1, ch. 4, pp 50 – 73, 2010.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
ДЛЯ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ**

Т. А. Герасина

Научный руководитель, доцент А. Г. Зарубин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Транспортировка нефти, газа и нефтегазопродуктов на значительные расстояния по трубопроводам является наиболее эффективным и безопасным способом. Долговечность и безаварийность работы трубопроводов непосредственно зависит от эффективности противокоррозионной защиты. Изоляционное покрытие обеспечивает первичную защиту трубопроводов, при этом затрудняет доступ к металлу коррозионно-активных агентов, например вода, кислород воздуха [6]. Для успешного выполнения своей функции, качество изоляционного покрытия должно удовлетворять общим требованиям к защите от коррозии [3]. Поэтому существует необходимость исследовать химико-механические свойства изоляционных покрытий, к которым можно отнести устойчивость к коррозионному и физическому воздействию внешних факторов среды. Использование метода ИК-спектроскопии позволяет определить функциональный состав и степень химико-механической деградации на разрушенной поверхности полиэтилена [1].

Целью данной работы является исследование состава и химико-механических свойств изоляционных покрытий для газонефтепроводов методом ИК-спектроскопии.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- Провести анализ образцов полиэтиленовых изоляционных покрытий труб для транспорта нефти и газа методом ИК-спектроскопии;
- Определить наличие функциональных групп в ИК-спектрах исследованных образцов;
- Исследовать состав и химико-механические свойства изоляционных покрытий по данным из сопроводительной документации и ИК-спектрам.

В качестве объектов были взяты по два образца четырех типов изоляционных покрытий и исследованы на ИК-спектрометре. Первый тип образцов – лента антикоррозионная полимерно-асмольная «ЛИАМ-3», соответствующая требованиям ГОСТ Р 52602-2006 [3]. Второй тип образцов – грунтовка асмольная, изготовленная в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51164 и ГОСТ 9.602 [4,5]. Третий тип образцов – термоусаживающиеся манжеты ТЕРМА – СТМП, соответствующая требованиям ГОСТ Р 51164-98 и ГОСТ 9.602-2005 [4, 5]. Четвертый тип – термоусаживающаяся двуслойная радиационно-модифицированная ДОНРАД- Р [3]. Образцами для ИК-спектрометра являлись тонкие срезы изоляционных покрытий для газонефтепроводов. Все образцы исследовали на ИК-спектрометре «Nicolet IS10», что позволило определить функциональный групповой состав покрытий [1, 2].

На основании ИК-спектров образцов была проведена классификация состава и свойств изоляционных покрытий для газонефтепроводов (таблица 1). Выделили семь характерных пиков при волновых числах: от 960 до 660, 716, 1170, 1375, 1746, от 2927 до 1010, 3200, 3450 см^{-1} . Данные пики характеризуют наличие гетероциклических соединений, такие как тиофены, а также пиридины и хинолины при волновом числе 716 см^{-1} и функциональные группы $-\text{CH}_2-$ при волновых числах 1471, 2850 и 2927 см^{-1} соответственно. При волновом числе 1746 см^{-1} выявили наличие карбонильной группы в незначительном количестве. Волновое число 1170 см^{-1} характеризуется наличием ароматических соединений, благодаря которому происходит снижение скорости радиационных превращений в полиэтилене. Волновые числа в диапазоне 960-660 см^{-1} характеризуются наличием ациклических непредельных углеводородов (алкены), которые непосредственно являются исходным веществом для получения полимеров, при волновом числе 1740 см^{-1} происходят валентные колебания связей $\text{C}=\text{C}$ в алканах (структурный фрагмент колебания – $-\text{F}_2\text{C}=\text{C}$). Волновое число 1375 см^{-1} и диапазон волновых чисел от 2927 до 1010 см^{-1} характеризуются наличием функциональных групп $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}_2-$, соответственно. Кроме того, при волновых числах 3200 и 3450 см^{-1} наличие кетонов указывает на процесс термоокислительной деструкции (термостарение).

Метод ИК-спектроскопии был применен для анализа четырех различных изоляционных покрытий. Исследование химико-механических свойств изоляционных покрытий и обработка результатов показала, что интенсивность карбонильных групп зависит от глубины трещины, указывающую на степень деградации. Самый высокий показатель присутствия карбонильной группы наблюдается на участке зарождения трещины, расположенной в непосредственной близости от внутренней поверхности трубы.