

УДК 519.673

РОЛЬ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ В СИСТЕМЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

С.В. ШИЛЬКО, Ю.Г. КУЗЬМИНСКИЙ

*Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси им. В.А. Белого,
г. Гомель, Беларусь*

Показана роль диагностического мониторинга технического состояния сложных технологических систем в обеспечении безопасного функционирования и эффективного преодоления чрезвычайных ситуаций. В качестве примера рассматриваются проблемы мониторинга, существующие способы получения первичной информации и возможности автоматизированных систем мониторинга магистральных нефтепроводов.

Ключевые слова: безопасность, мониторинг, техническое состояние, магистральные нефтепроводы

Введение. В настоящее время мониторинг сложных технологических систем, к которым относятся магистральные нефтепроводы, является важным средством обеспечения их эксплуатационной надежности и снижения потерь вследствие нештатных ситуаций.

Физический износ основного оборудования, вплоть до исчерпания ресурса, и значительное повышение требований к экологической безопасности – характерные особенности условий работы трубопроводного транспорта нефти на постсоветском пространстве (рис. 1).

Стала очевидной необходимость совершенствования системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в отрасли, включая:

- внедрение систем мониторинга технического состояния нефтепроводов и объектов инфраструктуры;
- совершенствование технологий планирования ремонта и предотвращения отказов нефтепроводов на основе анализа технического состояния; степени опасности выявляемых дефектов; их ранжирования и устранения, в первую очередь, наиболее опасных;
- разработку информационных технологий анализа технического состояния на основе сопоставления данных об отказах, авариях и ситуационных изменениях на трассе трубопровода.

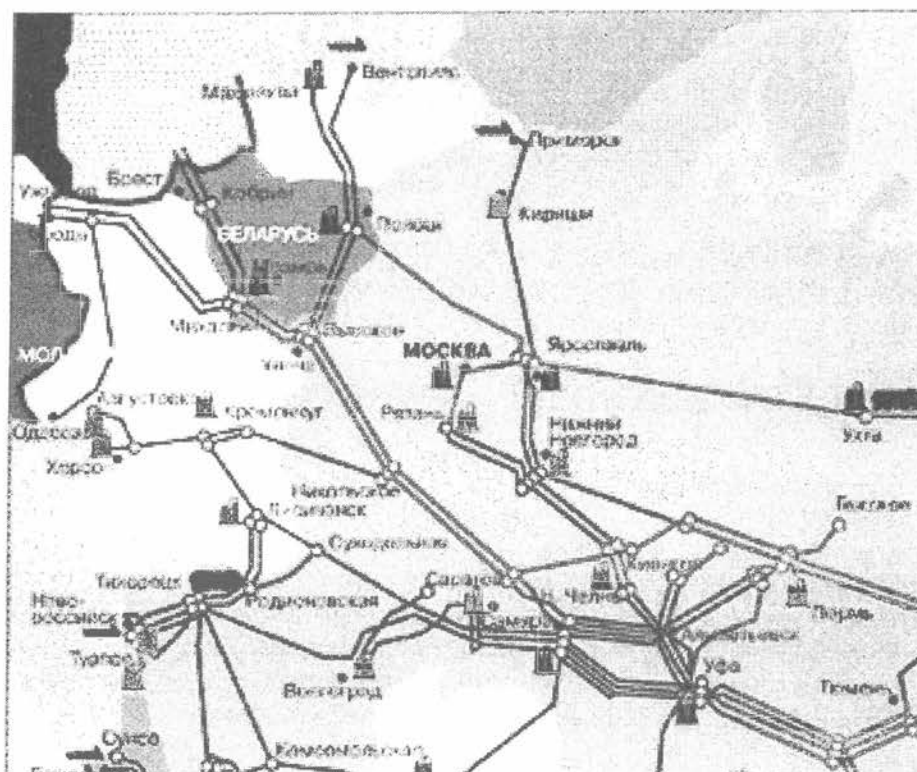


Рисунок 1 - Схема нефтепроводов европейской части ОАО «Транснефть»

1. Проблемы мониторинга магистральных нефтепроводов. Подчеркнем, что предупреждение и ликвидация аварий на магистральных нефтепроводах - это, прежде всего, создание системы предупреждения и быстрого реагирования на возникшие чрезвычайные ситуации. Магистральные нефтепроводы имеют характерные признаки объекта, подлежащего непрерывному контролю [1]:

- разрушение конструкции может приводить к значительным материальным и экологическим потерям (обусловлено протяженностью трубопровода, высокой мощностью перекачивающих станций, большими объемами перекачки, значительным давлением нефти);
- доступ для проведения периодического контроля отсутствует или затруднен (причиной является заглубление трубопровода);
- периодическое диагностирование невозможно или связано с большой трудоемкостью подготовительных работ и контроля (существующее оборудование для сканирования является уникальным и дорогостоящим);
- конструкция обладает низкой эксплуатационной живучестью (на большей части трубопровода отсутствуют дублирующие ветви - лупинги).

Надежность магистральных нефтепроводов зависит от многих факторов, связанных со свойствами трубных сталей, состоянием и степенью защиты поверхности труб, напряженно-деформированным состоянием, внешних условий и режимов эксплуатации. Только четкое знание состава и текущего состояния оборудования позволяет организовать правильное планирование ремонтных и профилактических работ и

в результате снизить потери от аварийных ситуаций, разрушения оборудования, выплаты неустоек потребителям и компенсации ущерба окружающей среде.

Попытки осуществлять паспортизацию сложных технологических систем традиционными средствами, когда паспорта объектов создаются в виде книг, ограничены рамками стандартного бланка, не охватывающего всего многообразия структур и взаимосвязей производственных подразделений, технологических установок, сетей различного назначения и т.д.

Отсутствует также возможность выполнения выборки или группировки объектов по каким-либо признакам. Практически неразрешима задача сбора, накопления и анализа объективных результатов эксплуатации оборудования с приемлемой периодичностью (сутки, декада) традиционными способами. Например, быстро отыскать крановую площадку на карте или схеме может лишь эксплуатационник, точно знающий ее расположение.

Анализ предметной области показал, что мы имеем дело с технологической системой, где сложность и многоплановость топологических связей сочетаются с неопределенностью в терминологии и в структурном описании объектов и оборудования, когда даже в наименованиях основных объектов имеются разночтения.

Следовательно, в целях преодоления нештатных ситуаций требуется создать инструмент, позволяющий описывать объекты, классификация и структура которых заранее неизвестна. Для работы с такими данными требуется создать специальный метод выборки и группировки объектов, обеспечить включение в систему картографической и схематической информации, организовать взаимно однозначную связь между объектами на карте (схеме) и в базе данных.

2. Источники первичной информации, модели процессов. Отказы и аварийные ситуации при эксплуатации нефтепроводов и сопутствующего оборудования обусловлены, с одной стороны, снижением прочностных характеристик материалов и изнашиванием узлов трения насосных агрегатов и запорной арматуры, с другой – возникновением повышенных нагрузок из-за гидродинамических явлений, характерных для переходных режимов. В связи с большими сроками службы трубопроводов (не менее 30 лет) и длительным воздействием эксплуатационных и природно-климатических факторов развивается коррозия стенок. Это вызывает рост усталостных трещин и снижает эксплуатационную живучесть, приводя в конечном счете к разрушению. Следовательно, важна роль источников первичной информации о повреждении.

К ним относятся интегральные, прежде всего, акустоэмиссионные средства неразрушающего контроля, а также локальные методы, применяемые в зонах интенсивного износа и высокой вероятности появления усталостных трещин, – ультразвуковая толщинометрия и дефектометрия, а также тензометрия, которая служит для непрерывного измерения текущих деформаций и оценки напряжений в конструкции и сравнения их с нормативными значениями.

Для измерения отклонения трубопровода вследствие смещения опор, проседания фундамента под резервуаром или грунта на трассе трубопровода от их про-

ектного положения используются датчики линейных перемещений индуктивного или иного типа. Вибродиагностический метод используется для измерения динамических нагрузок в оборудовании насосных станций, отводах трубопроводов обвязки. Для мониторинга трубопроводов применяются также датчики измерения скорости коррозии металла, действующие на принципе изменения омического сопротивления активного элемента и датчики электрохимического типа.

Прогнозирование аварийных ситуаций подразумевает также этап расчета параметров переходных процессов, оценки напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса трубопровода. С этой целью экспериментальные методы дополняются анализом параметров гидродинамики в реальном масштабе времени, кинетики коррозионных и усталостных повреждений, определяющих фактические деформационно-прочностные свойства материала труб.

3. Возможности компьютерной системы мониторинга магистральных нефтепроводов. Наряду с источниками первичной информации и математическими моделями процессов транспорта нефти, особую важность приобретают компьютерные методы паспортизации и контроля на основе геоинформационных технологий (рис. 2), позволяющие создать адаптивную (с обратной связью) систему управления «средства мониторинга – компьютерная модель нефтепровода – диспетчер – исполнительные устройства» [2].

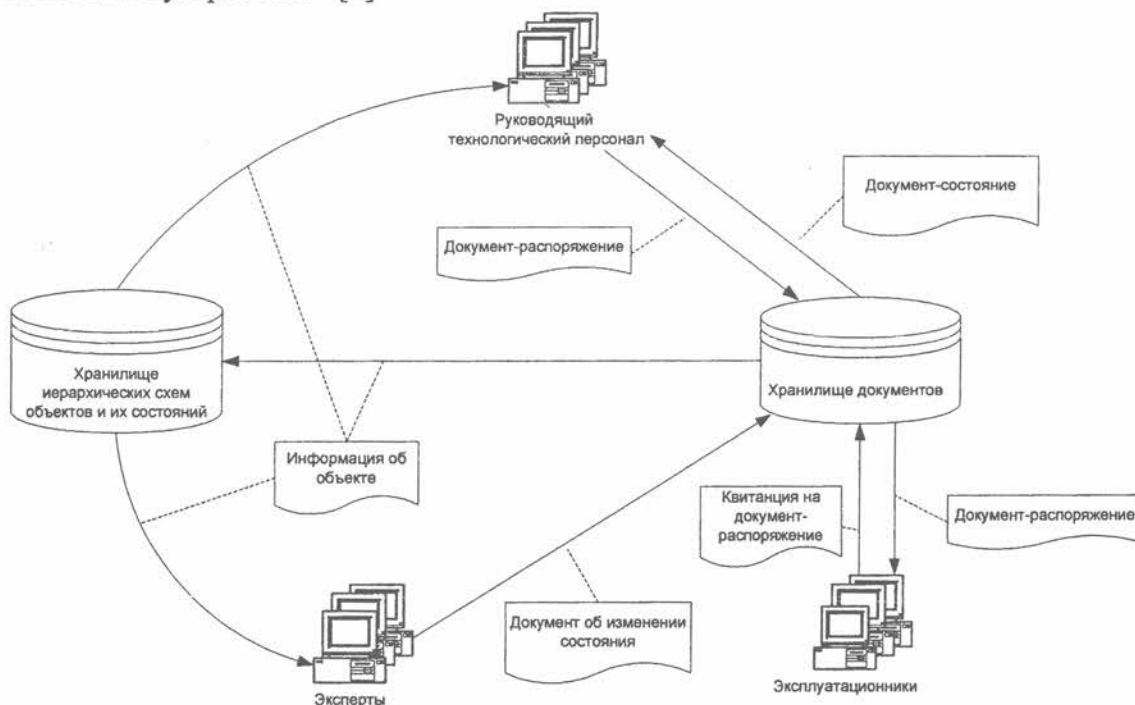


Рисунок 2 - Функциональное представление системы мониторинга

В частности, для организации информации, включая сбор, обработку и хранение, целесообразны следующие действия.

Реализуется поисковая организация базы объектов, позволяющая отказаться от применения единой системы классификации и кодирования. Каждый вид (класс) объектов может иметь собственный набор классификационных признаков и пара-

метров. Каждый объект получает свой идентификатор, обеспечивающий привязку к нему любых таблиц данных и связь с графическими объектами. Из таблиц данных исключаются семантически ориентированные наименования полей. Все показатели кодируются и расшифровываются через справочник. Система становится информационно открытой и позволяет создавать и вводить в список новые объекты со своими наборами параметров, корректировать состав параметров и вводить новые наборы параметров без вмешательства в программное обеспечение и структуру баз данных.

Выводы. Диагностический мониторинг технического состояния сложных технологических систем играет ключевую роль в обеспечении безопасного функционирования и эффективного преодоления чрезвычайных ситуаций. Интеграция современных способов получения первичной информации, деформационно-прочностного анализа, моделей гидродинамических процессов и возможностей автоматизированных систем организации информации позволяет реализовать наиболее эффективные и безопасные режимы эксплуатации магистральных нефтепроводов.

Литература

1. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Гумеров К.М. Безопасность длительно эксплуатируемых магистральных нефтепроводов. – М.: Недра-Бизнесцентр. – 2003. – 310 с.
2. Кузьминский Ю.Г., Шилько С.В., Вьюн В.И.. Идентификация модели переходных процессов течения нефти в магистральных трубопроводах (реальный масштаб времени) // Материалы, технологии, инструмент.– 2006.– Т. 11, № 1.– С. 15–21.

Shilko S. V., Kusminskiy U.G. **The role of monitoring of technical condition of magistral oil pumping ways in the system of prevention and liquidation of emergency situations**

For the prediction and overcome incidents which is caused by oil transportation, the monitoring of pipe's state has been analyzing and adaptive control system «monitoring–computer model–operator–device» based on primary information sources, stress-strained and hydrodynamics modeling as well as automatic information systems has been discussed.