УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Харионовский Владимир Васильевич
профессор, доктор технических наук,
г. Москва

PIPELINE INTEGRITY MANAGEMENT OF TECHNICAL STATE

Kharionovsky Vladimir
professor, doctor Technical Sciences
Moscow

АННОТАЦИЯ

Сформулирована задача управления техническим состоянием системы отечественных магистральных газопроводов в процессе эксплуатации. Дан краткий анализ условий работы газопроводов и представлена концепция управления техническим состоянием. Отмечена важность проведения диагностических работ для оценки технического состояния. Представлена методология характерных периодов безопасной эксплуатации магистральных газопроводов.

Ключевые слова: магистральные газопроводы, управление техническим состоянием, диагностика, характерные периоды эксплуатации.

ABSTRACTS

Russian Pipeline Integrity Management System of exploration is formulated. Short analysis of working gas pipeline and the concept of pipeline integrity are presented. The importance of diagnostic works of technical conditions analysis is reveal. The methodology of specific operation periods and gas pipeline safety exploration is seen.

Key words: main gas pipeline, integrity management of technical state, diagnostic, specific operation periods.

Отечественные магистральные газопроводы имеют большую протяженность (свыше 160 тыс. км газопроводов диаметром 530-1420 мм), эксплуатируются в сложных природно-климатических условиях (более 40% в регионах Севера, Сибири и Дальнего Востока) и представляют собой единую газотранспортную систему, которая функционирует в связанных технологических режимах (рис.1).

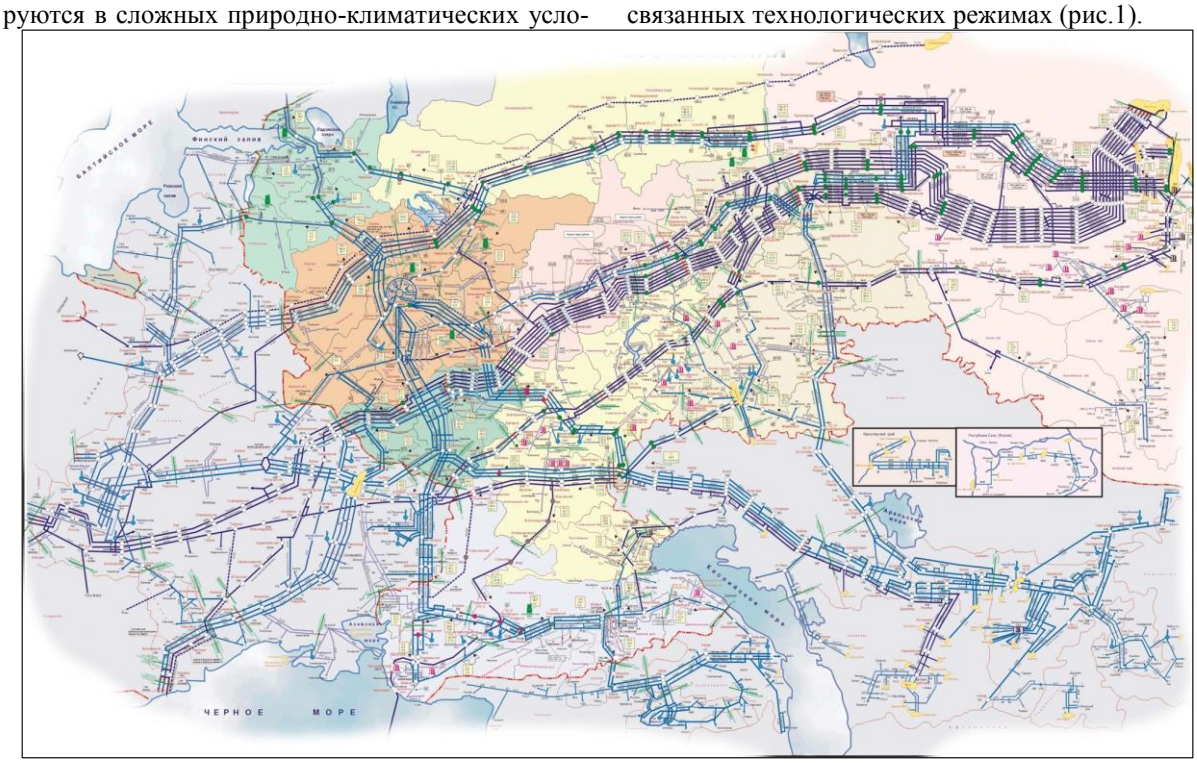

Рис.1.Система магистральных газопроводов

С увеличением сроков эксплуатации практически важной становится проблема управления их техническим состоянием /1/. Задачи управления техническим состоянием и целостностью магистральных газопроводов активно обсуждаются по-

следние 15 лет, и их решения направлены на эффективную и безопасную эксплуатацию, исходя из принципа эксплуатации по назначению, т.е. на основе технико-экономической целесообразности работы отдельных газопроводов в системе, или отдельных участков. В ведущих газовых компаниях, например, в ФРГ, Голландии, Великобритании, разработаны системы управления техническим состоянием и целостностью, в которых сочетаются технические, управленческие и организационные решения /2/. Следует отметить, что разработки зарубежных компаний относятся к компактным газотранспортным системам протяженностью 5-10 тыс. км, эксплуатируемым в сравнительно простых природно-климатических условиях. Для отечественной газотранспортной системы, не имеющей мировых аналогов, потребовалось разработать оригинальную концепцию управления техническим состоянием, принципиальная схема которой дана на рис.2.

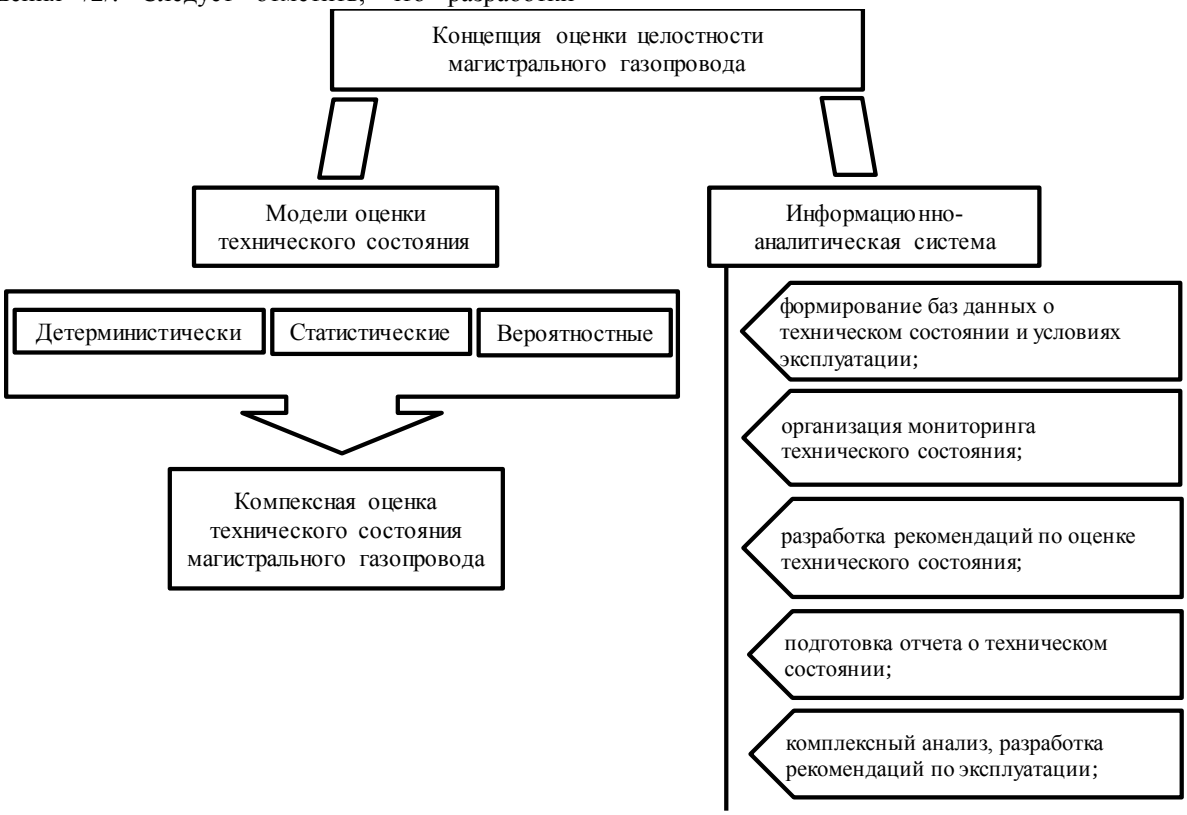

Рис. 2. Схема управления техническим состоянием магистрального газопровода

Здесь показаны подходы к оценке технического состояния, в том числе вероятностные, а также приведены сведения о формировании информационно-аналитической системы текущего и прогнозируемого состояния магистральных газопроводов. В целом концепция включает в себя методологию, целевую модель, информационное обеспечение, контроль реализации. Также стратегия предполагает планирование управляющих воздействий с применением следующей схемы: «ожидаемое техническое состояние объекта и техногенный риск – требуемое техническое состояние и допустимый риск – оптимальное воздействие в пределах бюджетных лимитов – мониторинг и контроль реализации – корректировка планов». Значительную роль в реализации системы управления техническим состоянием играют инженерные работы, включающие диагностические обследования, анализ их результатов с позиции опасности обнаруженных дефектов, оценки напряженно-деформированного состояния, определения риска и остаточного ресурса потенциально-опасных участков /3/.

В ПАО «Газпром» в течение длительного времени функционирует комплексная система анализа технического состояния магистральных газопроводов, которая охватывает все этапы жизненного цикла: проектирование, строительство и эксплуатацию (рис.3).

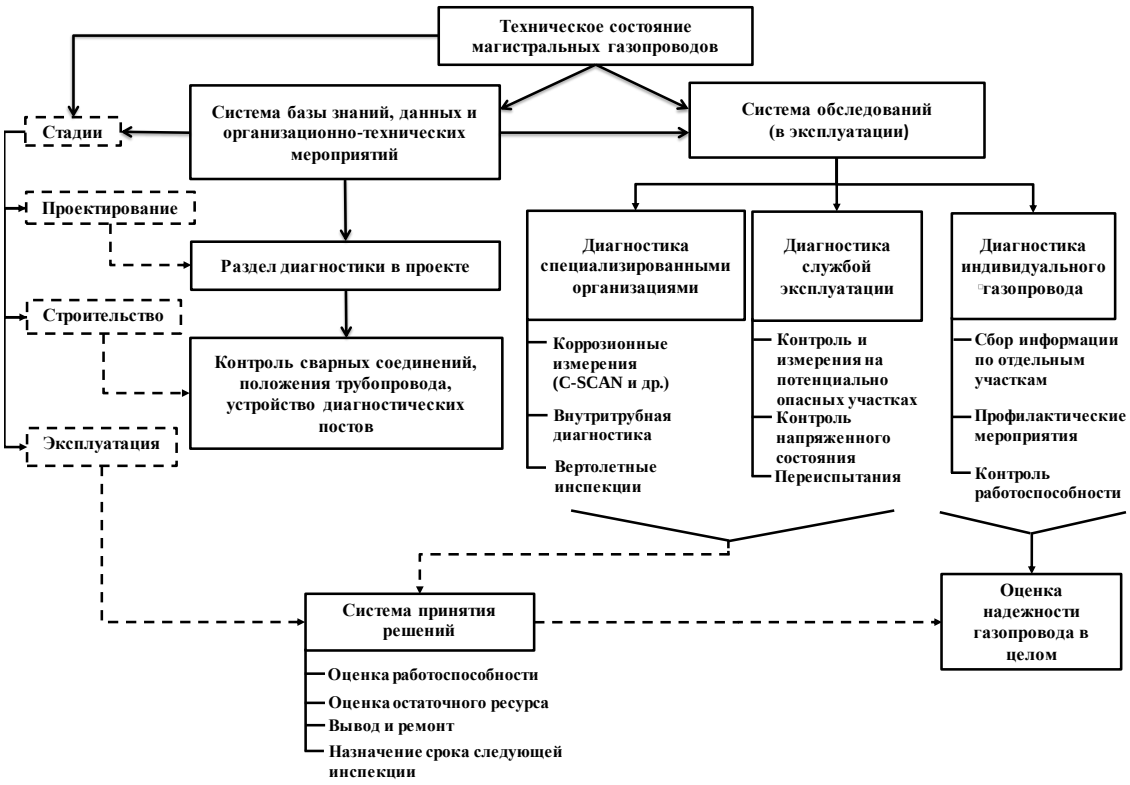

Рис.3. Принципиальная схема оценки технического состояния магистральных газопроводов

Наибольшие объемы диагностики выполняются в период эксплуатации, и основной задачей является оценка работоспособности участков газопровода, имеющих дефекты. Как правило, здесь выполняются следующие этапы:

- анализ дефектов по степени опасности и их классификация, определение характера нагрузок на дефектном участке и прочностных свойств металла труб и сварных соединений;
- решение задач о несущей способности трубопровода с дефектами, исходя из нормативных материалов и специальных методик, основанных на механике деформированного твердого тела и разрушения;
- получение результатов о фактическом уровне напряжений и деформаций в опасном участке;
- принятие решений о работоспособности трубопровода при наличии дефектов и его срока службы.

Поскольку магистральные газопроводы в большинстве своем являются подземными линейными сооружениями, то основным инструментом их диагностики служит внутритрубная инспекция. Были разработаны дефектоскопы, которые, перемещаясь в потоке по трубопроводу, осуществляют сбор информации о дефектах. По мере накопления практического опыта были созданы приборы двух типов: профилемеры и дефектоскопы. Если профилемеры служат для определения внутреннего проходного сечения и фиксируют отклонения геометрии (гофры, вмятины, овальность), то дефектоскопы, использующие магнитное или ультразвуковое действия, способны непосредственно определять толщину стенки, различать наружные и внутренние дефекты, связанные с потерей металла, фиксировать размеры дефектов, находящихся на внутренней стенке трубопровода. В настоящее время основные внутритрубные дефектоскопы относятся к классу приборов высокого разрешения, позволяющих гарантированно выявлять дефекты, определять их размеры и классифицировать их по степени опасности. В ПАО «Газпром», используя внутритрубные дефектоскопы, ежегодно в плановом порядке обследуют около 20 тысяч км газопроводов. Пример одного из типовых дефектоскопов дан на рис.4

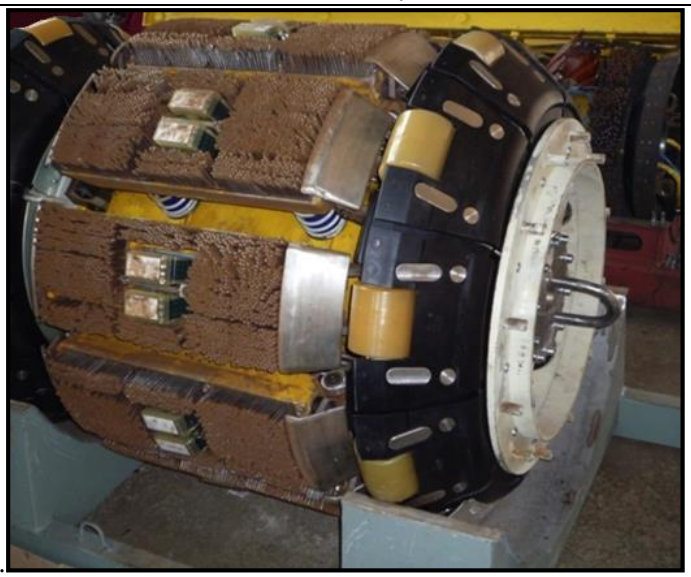

Рис.4. Дефектоскоп с продольным намагничиванием

Имея значительную базу данных о дефектах по результатам диагностики и методическое обеспечение задач о несущей способности газопроводов с различными дефектами, представляется возможным обосновать сроки безопасной эксплуатации магистральных газопроводов. Исследования показали /1, 3/, что можно сформировать характерные периоды эксплуатации, каждый из которых включает определенные виды и объемы работ. На рис.5 представлена принципиальная схема сроков безопасной эксплуатации магистральных газопроводов и мероприятия по анализу и прогнозу их технического состояния.

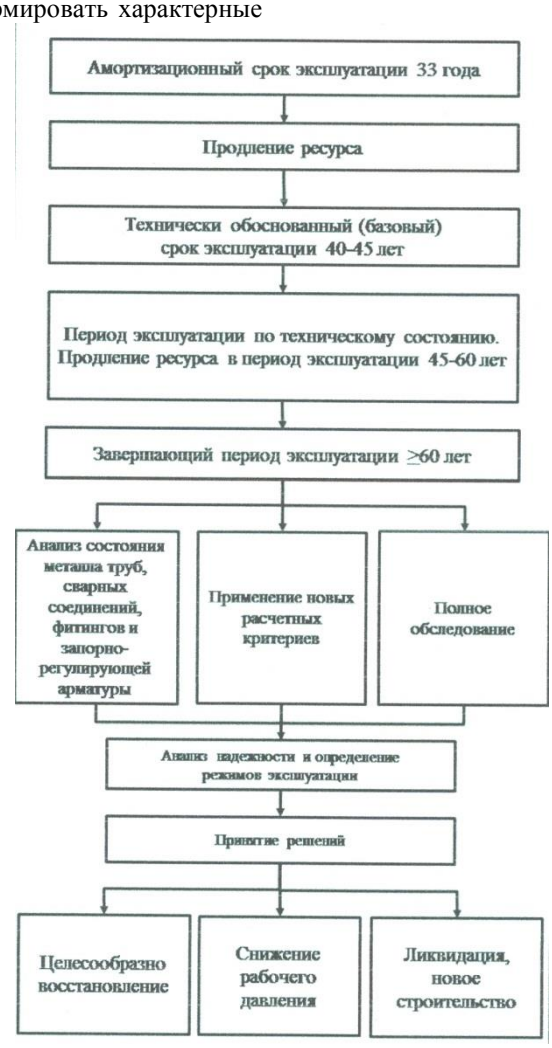

Рис.5. Сроки безопасной эксплуатации магистральных газопроводов

Амортизационный срок службы характеризует период эксплуатации, в течение которого техническое обслуживание осуществляется частично или полностью за счет финансовых амортизационных отчислений, не облагаемых налогом на прибыль. С техническим состоянием или физическим ресурсом труб и конструктивных элементов амортизационный срок службы не связан.

Прогнозирование оптимального амортизационного срока службы должно осуществляться на основе моделей, включающих, помимо технических параметров газопроводов и экономической структуры эксплуатационных затрат, также более общие экономические факторы, в частности, фактор финансового риска эксплуатации магистральных газопроводов по причине нестабильности поставки газа в трубопровод в указанных объемах.

Базовый период эксплуатации представляет собой техническио боснованный срок службы, который определяется фактическим или прогнозируемым техническим состоянием газопровода, а также техническими (приборными) параметрами системы технического обслуживания.

Период эксплуатации по техническому состоянию включает срок эксплуатации, который основан на проведении процедуры продления срока безопасной эксплуатации. Этот период предусматривает комплексную оценку технического состояния, он может быть охарактеризован как период эксплуатации по фактическому техническому состоянию и составит 45-60 лет.

После достижения суммарной календарной наработки 55-60 лет газопроводы вступают в завершающий период эксплуатации. Он характеризуется нарастанием старения основного металла и сварных соединений, что выражается в увеличении, прежде всего, числа дефектов и росте усталостных трещин. В этом случае вероятность наступления предельного состояния по механическим критериям разрушения или по экономическим критериям увеличения эксплуатационных затрат на поддержание работоспособного состояния существенно увеличивается. Для принятия решения о возможности продления срока безопасной эксплуатации в завершающий период требуется полное обследование состояния металла труб, сварных соединений, фитингов и запорно-регулирующей арматуры, а также применение нового расчетного критерия.

В статье изложены материалы по созданию системы управления техническим состоянием магистральных газопроводов как объектов повышенной опасности с использованием эффективных методов диагностики и аналитических методов оценки опасности дефектов и прогнозирования сроков безопасной эксплуатации.

Литература

1. Харионовский В.В. Надежность и ресурс конструкций газопроводов. М.: Недра, 2000. 467 с.
2. Линке Г., Михель Р., Штайнер М., Тальмайер-Адельхаф Р. Система управления целостностью трубопроводов фирмы Э.ОН Рургаз /Наука и техника в газовой промышленности. – 2007, №3. – с. 105-112
3. Харионовский В.В. Магистральные газопроводы: аспекты исследований технического состояния. – Газовая промышленность. -2016, №3. – с.86-91