

УДК 62-03:332.38

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБНОВЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ИНФРАСТРУКТУРОЙ НЕФТЕПРОВОДОВ****Зайцева С.П.***Ноябрьский институт нефти и газа (филиал) ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Ноябрьск, e-mail: b3541848@trbvn.com*

В статье рассматриваются проблемы целостности транспортной системы нефтедобывающих компаний, определяют перспективную эффективность развития отрасли. Отказы, аварии и катастрофы на инфраструктурных объектах являются источником существенных ущербов человеку, инфраструктуре и окружающей природной среде. По мере усложнения инфраструктур и условий их функционирования возрастают вероятности возникновения неблагоприятных и чрезвычайных ситуаций. Риск аварий может резко возрасти, и существует возможность, что этот рост может значительно опередить экономические и научно-технологические возможности по их снижению, если своевременно, на всех стадиях жизненного цикла объекта (от его создания и до завершения эксплуатации), не принять всех необходимых мер для предотвращения такого роста. В работе рассматриваются проблемы устаревания инфраструктурных объектов нефтепереработки и определяются методы диагностики, направленные на снижение рисков нарушения целостности.

Ключевые слова: диагностика нефтепроводов, инфраструктура, трубопроводный транспорт, неразрушающий контроль, критерии прочности, радиационный контроль, магнитный, акустический, вихрековый

**MODERN TRENDS IN UPDATING AND MANAGING
THE INFRASTRUCTURE OF OIL PIPELINES****Zaytseva S.P.***The Noyabrsk Institute of Oil and Gas (Branch), VPO «Tyumen Industrial University»,
Noyabrsk, e-mail: b3541848@trbvn.com*

Challenges the integrity of the transport system, the oil companies determine the prospective efficiency of the industry. Failures, accidents and disasters on infrastructure facilities are a source of significant damage to human, infrastructure and the environment. As the complexity of infrastructures and conditions of their functioning increase the likelihood of adverse and emergency situations. The risk of accidents may dramatically increase, and there is a possibility that this growth could significantly outpace economic and scientific – technological opportunities for their reduction, if timely, at all stages of the life cycle (from its creation and until the completion of the operation), to take all necessary measures to prevent such growth. The work deals with the problem of ageing infrastructure of oil refining and defined methods of diagnostics directed on decrease in risks of infringement of integrity of.

Keywords: diagnostics pipeline, infrastructure, pipeline transport, non-destructive testing, strength criteria, radiation monitoring, magnetic, acoustic, eddy current

Сеть нефтепроводов нередко сравнивают с кровеносной системой мировой экономики. Сложно переоценить значимость современной нефтетранспортной системы. Огромные танкерные флотилии, миллионы километров трубопроводов, нескончаемые вереницы железнодорожных и автомобильных цистерн связывают в единую цепь месторождения, нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, сбытовые предприятия нефтяных компаний, а сами нефтяные компании, в свою очередь, – с потребителями.

В сложной механике нефтяного бизнеса не существует мелочей. Сегодня, когда практически все ресурсы – от сырьевых до финансовых – становятся все менее доступными, эта формула приобретает особую актуальность. Все сегменты бизнеса подвергаются жесткому экономическому анализу. Яркий пример применения такого подхода – работа в сфере логистики, влияние ко-

торой на эффективность производственных процессов очень велико [1].

Логистические схемы пронизывают все производственные процессы, связывают их между собой. Поэтому мы разрабатываем новые уникальные маршруты транспортировки нефти с наших труднодоступных арктических месторождений, активно участвуем в формировании конкурентной среды на рынке внутренних перевозок нефтепродуктов, совершенствуем систему внутрипромышленного транспорта, что приносит не только экономический, но и значимый экологический эффект.

Сегодня более 60% всей добываемой в мире нефти доставляется потребителям по морю. Такая ситуация вполне закономерна, если учитывать географию основных современных центров добычи, экспорта и импорта нефти. В топ экспортеров вот уже несколько десятилетий традиционно входят Россия, Ближний Восток, Латинская

Америка, Африка. В то же время список импортеров с некоторыми вариациями возглавляют Западная Европа, США, Китай, Япония, страны Юго-Восточной Азии. Конечно, некоторые связи порой меняются довольно радикально – достаточно вспомнить пример США, на волне сланцевой революции значительно сокративших импорт и даже нацелившихся на роль экспортеров. Тем не менее морские пути по-прежнему остаются одной из главных связующих нитей между производителями и потребителями нефти.

Современная система транспортировки нефти по суше на большие расстояния немыслима без трубопроводов. Впервые подобный способ транспорта нефти с промыслов предложил Дмитрий Менделеев, немало сделавший для развития отечественной нефтяной отрасли. Однако его идею оперативно подхватили не на родине, а в США – в 1860-х годах американцы проложили первый в мире нефтепровод от нефтяных месторождений Пенсильвании до ближайшей железнодорожной станции.

Как органическая подсистема экономики инфраструктура и современные формы ее пространственной организации в настоящее время превратились по своей значимости в один из важнейших ресурсов национального развития. Сформированные в советское время и получившие дальнейшее развитие в рыночный период специфические экономические структуры как результат межуровневого взаимодействия факторов производства создали и адекватную им инфраструктуру. Ее пространственно-видовые композиции обеспечивали условия для функционирования фрагментарной экономики, состоящей в основном из отдельных корпораций или групп предприятий, имеющих различный уровень и скорость развития. Вместе с утратой отраслевых и территориально-производственных объединений предприятий и органов их управления была разрушена инфраструктура территориально-отраслевых рынков, обеспечивающая стабильность мезоуровневой воспроизводственной системы. В результате существенно замедлилась передача сигналов на макроуровень для координации деятельности отдельных хозяйствующих субъектов и распространение научно-технических и организационно-экономических новаций. Как следствие, нарушилась сбалансированность между отдельными инфраструктурными подсистемами: инновационные процессы недопустимо отстали от производственных, рост инвестиций – от роста потребностей

технично-технологической модернизации и т.д. Наблюдаемая сегодня инфраструктурная обветшалость производственного фундамента мезоуровневой экономики служит основным препятствием для экономического роста и способности к воспроизводству. Например, износ основных фондов транспортной системы достиг 55–70% и продолжает нарастать [1]. В газотранспортной отрасли он составляет в среднем 56%, причем 14% газопроводов (по протяженности) уже выработали нормативный срок службы, а 1/3 оборудования газораспределительных станций требует замены [2]. Износ основных фондов магистральных нефтепроводов превышает 70%. Такая же картина и в других отраслях инфраструктуры. Поиск решения проблем, связанных с модернизацией мезоэкономической инфраструктуры, привлекает большое внимание ученых-экономистов, но пока еще в российской науке не сложилось системного представления об этом явлении и его эволюции. Отсутствуют научные подходы, методы и приемы анализа инфраструктуры сравнительно новых форм мезоэкономических образований и ее влияние на экономический рост.

Как открытая система инфраструктура отраслевых комплексов находится в состоянии постоянного взаимодействия на входах и выходах в экономическую среду, поэтому как подсистема мирового хозяйства она отображает все процессы, происходящие в мире, в том числе и процессы модернизации. Дело в том, что выход из кризиса и наращивание финансово-экономического потенциала новых центров силы (Китай, Индия Бразилия и др.) происходит в условиях становления нового технологического уклада, в котором модернизируемая инфраструктура выступает фактором преодоления противоречий в процессе технологических сдвигов и обеспечивает единство и непрерывность взаимодействия с ресурсной базой предшествующей фазы и служит базой для будущей. Поэтому правительства этих стран увеличивают инвестиции в развитие современной производственной инфраструктуры, пытаются встроить их в мировое политико-экономическое пространство на условиях, исключающих прежде всего сырьевую и валютно-финансовую формы эксплуатации и обеспечивающих устойчивые предпосылки долгосрочного экономического роста.

В локальном аспекте под модернизацией отраслей инфраструктуры понимается индустриализация мобилизационного типа,

в которой государство не только централизованно распределяет ресурсы и осуществляет контроль за их использованием, но и создает мотивационный механизм инвестиций частного сектора в инфраструктурные проекты, являющиеся точками роста. В реальности в последние двадцать лет в России, особенно в системообразующих инфраструктурных отраслях экономики, происходили прямо противоположные процессы, приведшие не к промышленному развитию, а к деиндустриализации

В разное время Россия не единожды становилась мировым лидером по мощности нефтепроводного транспорта и к настоящему времени прочно закрепила за собой первенство.

В 2015 году на правительственном уровне был утвержден план развития системы продуктопроводов «Транснефти», согласно которому одобрена реализация двух проектов федерального значения: развитие продуктопровода «Север» и строительство продуктопровода «Юг». Завершить работы планируется до 2020 года. ПАО «Газпромнефть»: реализация этих проектов дает дополнительные возможности по оптимизации транспортных затрат за счет наращивания объемов прокачки по системе нефтепродуктопроводов. В первую очередь компания заинтересована в проекте «Север», конечный пункт которого – порт Приморск. Запланированное увеличение пропускной способности «Севера» до 25 млн тонн в год позволит удовлетворить перспективные потребности российских вертикально-интегрированных нефтяных компаний (далее – ВИНК) в экспортных прокачках дизельного топлива.

К 2025 году ПАО «Газпромнефть» планирует увеличить объем прокачки по северной трубе. Проект «Юг» с конечным пунктом в Новороссийске, учитывая существующую географию производства компании, в разряд стратегических не входит – тем не менее в перспективе дизельное топливо производства Омского нефтеперерабатывающего завода, в зависимости от соотношения тарифов ОАО «РЖД» и ОАО «Транснефть», а также рыночной конъюнктуры, может прокачиваться и по южной трубе. Использование трубопроводного транспорта во многих случаях позволяет оптимизировать затраты на логистику. Вместе с тем ОАО «Транснефть» планомерно и регулярно повышает тарифы на транспортировку нефтепродуктов. По некоторым направлениям использование

трубопроводного транспорта уже сравнялось по эффективности с прямыми железнодорожными отправлениями.

В последние годы в России интенсифицировали работу по испытанию и внедрению новых технологий в области строительства, ремонта, диагностики, ингибиторной защиты и мониторинга коррозии трубопроводов. С начала 2015 года на предприятиях нефтедобычи успешно прошли испытания образцов нефтегазопроводных труб из новой марки с повышенными технологическими характеристиками, разработанных специально для эксплуатации в условиях Крайнего Севера.

На 2016 год в «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» запланировано строительство первого трубопровода из стали этой марки. Внедрение инновации позволит значительно увеличить срок безаварийной эксплуатации трубопроводов. Сейчас на 45% трубопроводов предприятия используют химические соединения, которые уменьшают скорость коррозии труб, тем самым значительно продлевая срок их эксплуатации.

Масштабные испытания двух образцов ингибиторов нового поколения прошли на водоводах высокого давления и нефтесборных трубопроводах на всех месторождениях предприятия. Испытания доказали эффективность применения таких ингибиторов даже при снижении дозировки реагентов. Также для обеспечения надежности трубопроводов в последние годы мы внедрили ряд передовых методов контроля их состояния, включая применение беспилотных летательных аппаратов и мобильной лаборатории неразрушающего контроля при помощи рентгенографической аппаратуры, приборов ультразвуковой дефектоскопии и толщинометрии [4].

В 2015 году с использованием инновационных методик мониторинга и диагностики было обследовано почти 60% трубопроводов. В ближайшем будущем эта цифра будет расти: сейчас на производственных объектах нефтяных компаний продолжают испытания ряда технических решений.

В экономическом обосновании необходимости замены аварийного трубопровода существует понятие критической частоты отказов, при которой замена становится финансово целесообразной. В нефтяных компаниях за такую частоту принято принимать показатель, когда ущерб от отказов оказывается не менее чем в 1,2 раза больше затрат на замену трубопровода. Этот подход начиная с 2010 года позволял ежегодно снижать

аварийность примерно на четверть от уровня предшествующего года. Однако опыт показывает, что этап динамичного снижения аварийности благодаря ремонту и замене критических объектов быстро заканчивается, и, если не принимать дополнительные меры по управлению целостностью трубопроводов с частотой отказов ниже критической, аварийность будет расти.

На современном этапе активно развивается новое научное направление, которое включает в себя оценку поврежденности металлов и разработку методов расчета остаточного ресурса элементов конструкций. Это направление приобретает особую важность, особенно если речь идет об элементах конструкций потенциально опасных объектов,

Среди инновационных технологий неразрушающего контроля одно из первых мест занимает радиационный контроль с использованием рентгеновского и гамма-излучения [2]. Радиационные методы НК применимы к изделиям из любых материалов и превосходят полнотой информации о дефектах (тип, форма, размеры, место расположения) другие виды НК: магнитный, акустический, вихретоковый и др. Радиационным методам и системам отдают предпочтение при контроле качества сварных и паяных соединений; контроле качества литья, газо- и нефтепроводов; элементов и конструкций автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта; агрегатов химического и энергетического машиностроения.



Излучатель

Блок питания

Пульт

Бетатрон МИБ 9Д

а таких на территории России насчитывается около 100 тыс., из которых 1500 ядерных, около 3000 химических и биологических. Результаты этих исследований имеют большое значение в современных условиях для обеспечения техногенной безопасности работы стареющего оборудования.

Неразрушающий контроль широко используется при диагностике транспортной системы нефтяных компаний. Для решения практических задач неразрушающего контроля созданы оригинальные первичные преобразователи и алгоритмы их расчета, разработаны многочисленные методики контроля и серия приборов (коэрцитиметры; структуроскопы; дифференциальные структуроскопы; коэрцитиметры для контроля твердых сплавов КТС-1, КТС-3; структуроскопы для контроля поверхностного упрочнения; устройства для измерения магнитных полей и регистрации магнитных фаз (α -фазы); многофункциональный структуроскоп; магнитоизмерительные комплексы; автоматизированный комплекс для контроля дефектов чугунного литья; комплекс автоматизированного контроля ферро-магнитных примесей в неферро-магнитных сыпучих материалах [1].

Основными элементами радиационного сканирующего дефектоскопа – томографа являются источник излучения, сканер и детекторная линейка. Источником излучения служит бетатрон с максимальной энергией 9 МэВ и мощностью дозы 25 Р/мин на расстоянии 1 м от мишени. Лабораторный сканер позволяет перемещать детали массой до 150 кг с регулируемой скоростью от 0,3 до 10 см/с. Активная длина сканера составляет 2 м.

В системах радиационного неразрушающего контроля произошли существенные изменения в последние годы, прежде всего за счет новых многоэлементных полупроводниковых детекторов радиационных изображений, а также интенсивному внедрению цифровых технологий получения, обработки и анализа изображений. При использовании подобных детекторов и цифровых технологий ионизирующее излучение, прошедшее через контролируемый объект, с помощью электронных средств преобразуется в массив электрических сигналов, которые затем оцифровываются, обрабатываются и используются для формирования цифрового изображения контролируемого объекта.

Обеспечить надежную защиту можно лишь за счет упреждающей замены безаварийных трубопроводов в тех случаях, когда диагностика дает неблагоприятный прогноз по отказам на ближайшее будущее. Впрочем, упреждение отказов – недешевое удовольствие: рост протяженности заменяемых трубопроводов неизменно влечет за собой кратный рост затрат, при авариях на трубопроводах компания несет существенные финансовые потери. Однако и обеспечение максимальной безопасности требует вложения немалых средств. Единственный способ достичь баланса вложений и отдачи – это сделать ставку на надежную диагностику.

Точная диагностика позволяет не только своевременно предупредить возможную аварию, но и значительно сократить протяженность заменяемых трубопроводов. Опыт показывает, что до 80% аварийного трубопровода может иметь участки с остаточным ресурсом 5–10 лет. Выявляя такие участки, мы можем исключить их преждевременную замену, а сэкономленные деньги потратить на развитие той же диагностики или рекультивацию «исторического наследия» [5].

На данный момент актуальными можно считать два проекта диагностики трубопроводов, направленных на разработку технических средств для определения состояния трубопроводов. Один из них – магнитометрический – относится к наружной диагностике. Он опирается на так называемую магнитную память металла, основан на регистрации магнитных полей и позволяет определять зоны локальной коррозии. Второй НИОКР касается разработки внутритрубных индикаторов дефектов (ВИД). Эта разработка позволяет диагностировать внутрипромысловые трубопроводы с небольшим диаметром (до 219 мм) – именно те, что в силу ряда технологических причин наиболее подвержены коррозии. До сих пор в России подобных диагностических приборов не создавалось.

Реализуемая на современном этапе программа «Чистая территория» предполагает замену порядка 400 км трубопроводов в год и ежегодное снижение потенциально аварийного фонда, дополнительные объемы ингибирования водоводов и полную рекультивацию загрязненных земель. Если все планы будут выполнены, то в дальнейшем нефтедобывающие компании смогут поддерживать нулевой уровень загрязнения на территориях своего присутствия.

Продление ресурса безопасной эксплуатации высокорисковых объектов – принципиально важная задача, заключающаяся в оценке остаточного ресурса не только после различных степеней выработки назначенного срока службы, но и за его пределами. На наиболее важных направлениях транспорта нефти речь идет о необходимости продления срока эксплуатации даже свыше 40 лет. С одной стороны, это дает значительный экономический эффект, но при этом увеличивает риск дальнейшего безопасного функционирования объекта и резко снижает экономический эффект от его эксплуатации, а в некоторых случаях может превзойти его.

Список литературы

1. Брякин И.В. Ферродинамический дефектоскоп // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 75–79.
2. Гриб М.И., Хафизов А.М., Давлетбаев А.Г., Добрынин Е.Н., Забелин К.Л. Ультразвуковая дефектоскопия для контроля сварных швов // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. – 2016. – Т. 7. – № 1. – С. 89–93.
3. Дерусова Д.А., Вавилов В.П. Неразрушающий контроль материалов методом резонансной ультразвуковой инфракрасной термографии // В мире неразрушающего контроля. – 2016. – Т. 19. – № 1. – С. 21–23.
4. Коваленко А.Н. Системы определения местоположения дефектов на трубопроводе // Контроль. Диагностика. – 2016. – № 2. – С. 27–35.
5. Петин С.В., Сидоренко В.Г. Обзор методов дефектоскопии при обследовании трубопроводов // Молодой ученый. – 2016. – № 2 (106). – С. 194–199.
6. Шарипов Ш.Г., Бакиев Т.А., Юсупов Р.Х., Аскаров Г.Р., Рафиков С.К. Методика оценки напряжений в дефектных сварных соединениях // Газовая промышленность. – 2016. – № 1 (733). – С. 52–55.