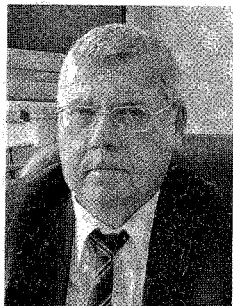


УДК 621.643.2/.3:331.821.004.2

© С.Н. Мокроусов, 2009

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ЗА БЕЗОПАСНОСТЬЮ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПУТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙ ИЗ-ЗА КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ



С.Н. Мокроусов,
канд. техн. наук

The article reviews problems of preventing accidents caused by corrosion damage of main and field pipelines and shares Canadian experience of improving efficiency of state supervision of pipeline transportation safety by regulating actions to be taken to control corrosion.

Ключевые слова: государственный надзор, безопасность, магистральные и промысловые трубопроводы, предупреждение аварий, коррозионные повреждения.

Транспортирование природного газа и опасных жидкостей по магистральным и промысловым трубопроводам безопаснее, чем перевозка их автомобильным, железнодорожным и речным транспортом. Однако производственные объекты трубопроводного транспорта представляют собой источники постоянной угрозы для жизни людей, окружающей природной среды, а также и собственности третьих лиц.

К отличительным особенностям производственных объектов магистрального трубопроводного транспорта относится их неприметность для посторонних лиц, так как трубопроводы прокладываются вне населенных пунктов на глубине не менее 80 см. Несмотря на это, любые аварии на магистральных трубопроводах всегда привлекают внимание местных жителей и средств массовой информации. Это и не удивительно, потому что последствия разрушений трубопроводов представляют собой взрывы и многочасовые пожары в случае аварии на газопроводе, на нефтепроводах — это обширные загрязнения окружающей природной среды, на нефтепродуктопроводах — загрязнения, которые могут сопровождаться еще и пожарами. Когда аварийные случаи на магистральных трубопроводах учащаются, неизбежно возникают сложности во взаимоотношениях операторов трубопроводов с общественностью. Как следствие — государственные надзорные органы принимают дополнительные меры воздействия на недобросовестных операторов трубопроводных систем.

Особо следует выделить единичные аварии с тяжелыми последствиями, по которым на уровне правительства страны или ее законодательного органа принимаются кардинальные меры. Это — общемировая практика обеспечения безопасности. К кардинальным мерам можно отнести принятие специального законодательства или его корректировку, возможно и реформирование надзорных органов или организацию государственного надзора за отдельными видами трубопроводов. Например, государственный надзор в Советском Союзе за безопасностью магистральных нефте-, газо- и продуктопроводов был организован после трагедии на продуктопроводе с участием двух пассажирских поездов, происшедшей в июне 1989 г. Решение было принято на основании результатов расследования причин этой аварии на магистральном продуктопроводе, по которому перекачивался сжиженный попутный нефтяной газ из районов нефтегазодобычи Западной Сибири в районы Поволжья. Например, в мировой практике результаты расследования причин аварии на платформе «Альфа» и прилегающих морских нефтегазопроводах Северного моря заставили принципиально изменить философию государственного регулирования безопасности на шельфе многих стран.

Мировой опыт надзора за трубопроводами показывает, что до возникновения катастрофических последствий одной из аварий, а их фиксируется от десяти до нескольких сотен (потеря герметичности трубопровода), все неблагоприятные факторы и условия фиксируются и обсуждаются. Упомянутая трагедия 1989 г. тоже начиналась с трещины в попе-

речном сварном шве, имевшем строительные дефекты. В то время из-за отсутствия государственного надзора по ведомственной классификации аварией считалась утечка продукта массой свыше 100 т. Очевидно, что небольшие по объему утечки не учитывались вовсе и никаких дополнительных мер, кроме восстановления работоспособности трубопровода, не принималось. Известно, что ранее ежегодно возникали сотни случаев небольших утечек на трубопроводах через бракованные сварные швы, которые не приводили к серьезным последствиям и находились вне сферы внимания общественности.

В настоящее время важным показателем безопасности трубопроводного транспорта считается уровень аварийности на 1000 км эксплуатируемых трубопроводов за календарный год (удельная аварийность). Контроль за изменением удельной аварийности на трубопроводах позволяет определять эффективность работы как операторов трубопроводных систем, так и государственных надзорных органов. Основная задача государственных надзорных органов за безопасностью магистральных и промысловых трубопроводов — достижение наилучших показателей безопасности функционирования производственных объектов для жизни людей, окружающей природной среды. Однако во многих странах даже одна авария, повлекшая значительные последствия, — признак серьезных упущений в работе оператора трубопровода и государственного надзорного органа. Поэтому адекватное реагирование государственного надзорного органа на любую аварию, независимо от последствий, является наиболее эффективным фактором по повышению безопасности функционирования трубопроводных систем в целом.

Перечень причин аварий на магистральных и промысловых трубопроводах весьма ограничен: ошибки проектирования, внешние механические воздействия, коррозионные повреждения, брак при строительстве, изготовлении труб и оборудования, ошибочные действия при эксплуатации и техническом обслуживании. В последнее время в ряде стран появилась еще одна актуальная причина, напрямую связанная с актами терроризма.

Долевое распределение аварий по причинам их возникновения может изменяться в широком диапазоне по странам и регионам (в границах одной страны). Причины аварий находятся в зависимости от сроков эксплуатации трубопроводов, культуры проектирования и строительства, уровня производственной активности в охранных зонах трубопроводов, особенностей режимов государственного регулирования безопасности, действующих в той или иной стране, и многих других аспектов. Каждый из перечисленных факторов обеспечения безопасно-

сти достоин отдельного подробного обсуждения.

В данной статье рассмотрены специфические аспекты принятия решений государственным надзорным органом по эффективным предупредительным мерам в отношении повторных аварий из-за наружной и внутренней коррозии трубопроводов. Особенность данного типа аварий состоит в том, что упущения в части предупредительных мер по коррозии со стороны оператора трубопроводов в основном носят системный характер. Факт аварии, где эпицентром разрушения стали коррозионные процессы в стенках труб, требует детального рассмотрения множества аспектов. Например, может потребоваться проведение осмотра состояния трубопроводов и на других участках.

Так в чем же заключается системность упущений оператора трубопроводов в организации профилактики их коррозионных повреждений, приводящих к авариям? Для этого следует рассмотреть все стадии создания и этапы функционирования трубопровода. Недостаточный контроль за подрядными организациями и соблюдением проектных решений приводит к многочисленным повреждениям защитного покрытия трубопровода, которое неизбежно влечет ускоренное развитие коррозионных процессов. Если оператор трубопровода плохо организовал техническое обслуживание, своевременно не выявил повреждения защитного покрытия участков активной коррозии и не принял мер по предупреждению коррозии и снижению ее скорости, то через некоторое время можно ожидать возникновения серии аварий. Особенность коррозионных повреждений заключается в том, что разрушение стенок труб может продолжаться много лет и поэтому даже сочетание упущений на этапе проектирования (неправильный выбор марки стали или типа защитного покрытия), строительства и эксплуатации (не обеспечивается электрохимическая защита) проявляется не ранее чем через 16–20 лет.

К сожалению, операторы как магистральных, так и промысловых трубопроводов зачастую пренебрегают аксиомой «обеспечение безопасности производственных объектов есть непрерывный процесс». Плохая организация работ по контролю за коррозией магистральных трубопроводов, своевременному выявлению участков активной коррозии и не принятие мер по ее снижению оборачиваются «неожиданными» авариями после 16 лет эксплуатации. При неудовлетворительной организации защиты магистральных трубопроводов от коррозии аварии после 30 лет эксплуатации некоторыми специалистами воспринимаются как нормальное событие. Примечательно, что часто для принятия кардинальных мер оператору требуется не одна, а две-три аварии на одном и том же трубопроводе. Такой подход к безопасности магистральных трубопро-

водов нельзя ничем оправдать. Между тем потеря контроля за коррозией трубопроводов неизбежно приводит вслед за первой аварией к лавинному нарастанию количества разрушений. Наиболее ярким примером того, к чему приводит игнорирование непреложных инженерных истин, остается критическая экологическая ситуация, возникшая в Республике Коми из-за преждевременного разрушения от коррозии нефтепровода «Харьяга — Уса». Ее результатом стали жуткие времена (1993–1996 гг.) как для оператора нефтепровода «Харьяга — Уса», так и для нефтедобывающих предприятий региона, для которых этот трубопровод был единственной возможностью продолжать добычу нефти.

Следует отметить, что благодаря многолетнему мировому опыту эксплуатации магистральных и промысловых нефтегазопроводов, а также обширным научно-практическим исследованиям и разработкам в настоящее время известны почти все факторы, приводящие к возникновению коррозионных повреждений трубопроводов. В распоряжении операторов трубопроводов имеется набор комплексных мероприятий по своевременному выявлению опасных коррозионных процессов, предотвращению скорости развития коррозии. Поэтому вопрос обеспечения 80-летнего срока службы магистрального трубопровода без аварий заключается в организации ответственного контроля за коррозией и принятии необходимых мер по поддержанию его целостности.

Напомним, что основные способы обнаружения коррозионных повреждений — электрометрические измерения с обследованием трубопроводов в шурфах и внутритрубная дефектоскопия стенок труб методами магнитографии или ультразвука. На этом этапе крайне важно определить наличие активных процессов, скорость которых необходимо максимально снижать, чтобы продлить безаварийное время эксплуатации до своевременной замены поврежденных участков трубопроводов.

Уменьшение скорости коррозионных процессов достигается заменой или ремонтом защитного покрытия на трубопроводе, обеспечением необходимых параметров работы электрохимической защиты, применением ингибиторов коррозии и др. Методики обнаружения коррозионных повреждений трубопроводов, их характеристик, включая мероприятия по снижению скорости разрушительных процессов, постоянно совершенствуются. В международной практике на регулярной основе осуществляется непосредственный обмен опытом по организации контроля за коррозией и разработке предупредительных мероприятий, так как возникновение аварии или утечки из-за сквозного коррозионного повреждения стенки трубы свидетельствует о том, что оператор трубопровода не уделяет

должного внимания долгосрочным мерам обеспечения безопасности эксплуатации своих трубопроводов. Стандартные действия оператора в случае обнаружения опасных коррозионных повреждений трубопровода — проверить состояние трубопровода и убедиться в том, что еще можно обеспечить его безопасную эксплуатацию. После этого трубопровод включается в работу на прежних параметрах или на пониженном давлении, если имеются сомнения в обеспечении безопасности. Профессиональный подход также включает проведение и специальных инженерных оценок, и экспертиз. Повторные аварии на трубопроводе свидетельствуют о том, что оператор трубопроводов ограничился формальными мерами, которые не помогают предупредить дальнейших разрушений трубопровода от коррозии.

Международный опыт обеспечения безопасности магистральных и промысловых нефтегазопроводов позволил отработать разнообразные методы воздействия на операторов трубопроводов в целях реализации эффективных мероприятий по предупреждению повторных аварий. Эти методы воздействия предусматривают штрафы, освобождение от должности, переаттестацию, приостановку эксплуатации трубопровода, лишение оператора трубопровода лицензии и др. Особый интерес в международном опыте представляет система мер воздействия со стороны надзорного органа на оператора трубопровода в случае аварии, произошедшей по причине коррозии. В ряде стран надзорные органы четко регламентируют такие действия, несмотря на то, что в законодательстве по трубопроводам в этих странах детализация названных действий не предусмотрена.

Рассмотрим методологию мер воздействия на операторов трубопроводов на примере государственного надзорного органа канадской провинции Альберта (Alberta Energy and Utilities Board-EUB). Средний срок службы магистральных и промысловых трубопроводов в Канаде превышает аналогичный в Российской Федерации на 10–15 лет. Общей характеристикой является также распространенность глинистых грунтов, близких по коррозионным свойствам грунтовым вод, а также широкое использование пленочных изолирующих покрытий с ограниченными сроками службы. Поэтому многие проблемы обеспечения безопасности канадских нефтегазопроводов проявляются в России позже. Например, проблема стресс-коррозионного растрескивания магистральных газо- и нефтепроводов под напряжением в Канаде сформировалась раньше. К настоящему времени часть упомянутых вопросов обеспечения безопасности магистральных трубопроводов у них уже решена или успешно решается, что дает хорошие возможности по за-

имствованию канадского опыта. Официальную информацию о деятельности EUB можно посмотреть на сайте www.eub.gov.ab.ca.

Нужно отметить, что в соответствии с канадским законодательством по трубопроводам, аварией признается любая неконтролируемая утечка. Поэтому в большинстве случаев аварий на трубопроводах расследование причин и разработка профилактических мероприятий проводятся оператором трубопровода. Вместе с тем оператор трубопровода обязан незамедлительно уведомлять государственный надзорный орган по телефону об аварии с определенным перечнем последствий. Надзорный орган, в зависимости от серьезности последствий аварии или утечки, вправе провести собственное расследование ее причин. Несомненно, что аварии с последствиями для людей и окружающей природной среды расследуются непосредственно под руководством соответствующего государственного надзорного органа. Отчет о результатах расследования таких аварий публикуется в форме, доступной для общественности. В остальных случаях государственный надзорный орган получает формализованный отчет о причинах аварии. Правильность выводов комиссии и полнота профилактических мероприятий проверяются надзорным органом в установленном порядке.

В конце 90-х годов Канадский надзорный орган был поставлен перед фактом роста аварийности на трубопроводах по причине коррозии. Одновременно выяснилось, что различие подходов к решению задач снижения аварийности трубопроводного транспорта, используемых операторами трубопроводных систем, приводило к гетерогенным результатам. Одни операторы принимали исчерпывающие меры по исправлению ситуации, другие — ограничивались «пожарными» действиями. В последнем случае состояние трубопроводов продолжало ухудшаться. В ряде случаев компетенция государственных инспекторов не позволяла принимать адекватные меры. Следовали повторные аварии по причине коррозии, что было недопустимо для репутации государственного надзорного органа.

Специалистами Канадского надзорного органа совместно с другими заинтересованными лицами разработан единый алгоритм действий по отношению к оператору трубопроводных систем, на которых возникла авария из-за коррозии. Суть новой методологии по предотвращению аварий на трубопроводах из-за коррозионных повреждений заключается в следующем. Процедура действий оператора трубопровода и надзорного органа по факту любой аварии формализована и включает два этапа. На первом, в зависимости от вида коррозии (внутренняя или наружная), намечаются конкретные мероприятия по расследованию причин аварии,

оценке состояния дел и выбору метода ремонта. На втором — регламентируются действия для принятия решений по порядку ввода отремонтированного трубопровода в эксплуатацию в зависимости от того, первая это авария или повторная.

Если авария трубопровода вызвана внутренней коррозией, то вначале рассматривается способ его ремонта (замена трубы или установка герметизирующей муфты). Затем оцениваются параметры коррозии в целом, определяется необходимость проведения лабораторных исследований, обследуется состояние защитного покрытия и определяется возможность развития на трубопроводе стресс-коррозии. Далее уточняют протяженность коррозионных повреждений для назначения испытаний на прочность и проведения специальных инженерных оценок. Если разрушение возникло по месту соединения труб с внутренним защитным покрытием, то проводятся обследования состояния соединений, восстанавливается внутреннее покрытие или применяются другие альтернативные методы защиты трубопровода.

В случае наружной коррозии вначале визуально обследуется состояние защитного покрытия и наружной поверхности трубопровода. Если защитное покрытие находится в плохом состоянии, то оценивается возможность возникновения стресс-коррозии или проводятся исследования на ее наличие. При проявлении коррозии в единичных местах механических повреждений трубопроводов при строительстве или эксплуатации на выбор предусматривается замена части трубы или установка ремонтной муфты. Если коррозионные повреждения не локализованы и имеют протяженный характер, то проводится замена трубы с последующим испытанием трубопровода на прочность. Инженерные расчеты и оценка (экспертиза промышленной безопасности) могут обосновать замену поврежденного участка предварительно испытанной трубой без проведения дорогостоящих испытаний на прочность (в среднем стоимость гидравлических испытаний на прочность около 20 тыс. долл. США на 1 км трубопровода). Далее действия оператора и надзорного органа, как и в случае с внутренней коррозией, зависят от того, первичная это авария или рецидив.

Если авария возникла в первый раз, то после выяснения причины и устранения аварии оценивается целостность всего трубопровода и только потом разрешается ввести его в эксплуатацию. При обнаружении риска проводится оценка принимаемых оператором мер, снижающих развитие коррозии, включающая проверку наличия и достаточности плана мероприятий по снижению коррозии трубопровода. При несоответствии принятых мер плану выдается предписание на доработку упомя-

нутого плана. После выполнения требований трубопровод разрешается запустить в эксплуатацию. Надзорный орган оставляет за собой право провести аудит по выполнению профилактических мероприятий в течение 12 мес после аварии, и если в процессе расследования будет установлено неудовлетворительное состояние целостности трубопровода, то оценивается необходимость его использования, т.е. рассматривается вариант консервации или отключения трубопровода. Оператор должен уведомить об этом надзорный орган. В случае использования трубопровода следует оценить риск и возможные последствия. При крайне опасной транспортируемой продукции (наличие сероводорода, особых свойств, взрывопожароопасности) или при расположении трубопровода в критическом месте (высокая плотность населения, особо охраняемые территории и др.) оператор трубопровода должен выполнить ряд специальных условий. В частности, должна быть восстановлена целостность трубопровода и подтверждено его удовлетворительное состояние. В случаях, когда риск последствий аварии минимален, то разрешается временная эксплуатация трубопровода. Одновременно оператор трубопровода обязан согласовать с надзорным органом программу работ по обеспечению безопасности и выполнить ее в установленные сроки. Только после этого может быть разрешена эксплуатация трубопровода.

При повторной аварии условия ввода трубопровода в эксплуатацию существенно усложняются. Обязательно определяется причина рецидива. Если авария повторилась в силу небрежности или недостаточности действий оператора по предупреждению аналогичных аварий, то проводится детальная проверка отчетов по оценке целостности и плана мероприятий по предупреждению аварий. Если результаты проверки неудовлетворительные, то от оператора трубопровода требуют дополнительные данные для проведения проверки целостности трубопровода (это могут быть весьма затратные мероприятия, например внутритрубная дефектоскопия), а также для корректировки плана предупредительных мероприятий. При положительных результатах проверки оценивается риск для людей и окружающей природной среды, при отрицательных — намечается план работ по снижению коррозии. Если результаты удовлетворительные, то можно продол-

жить эксплуатацию трубопровода, но с последующим аудитом всех предусмотренных мероприятий в течение 12 мес.

В итоге государственный надзорный орган Канады получил возможность полностью контролировать деятельность операторов трубопроводов по предупреждению аварий из-за коррозионных повреждений в целях обеспечения безопасности людей и окружающей природной среды.

Операторам трубопроводных систем стало трудно оправдывать свое бездействие после первой аварии из-за коррозии или иными словами «морочить голову» государственным инспекторам. Четкая регламентация действий, в случае аварии по причине коррозии, заставила всех операторов серьезно заняться профилактикой на своих трубопроводах. К сожалению, некоторые недобросовестные операторы трубопроводных систем в Канаде пытаются игнорировать предписания надзорного органа по вопросам предупреждения аварий из-за коррозии, ссылаясь на недостаточную детализацию законодательства по трубопроводам. В этом случае надзорный орган применяет процедуры эскалации принуждения, основные положения которой изложены в статье «Повышение промышленной безопасности производственных объектов нефтегазовой отрасли» (Безопасность труда в промышленности. — 2009. — № 1. — С. 23–26).

Выводы. Операторы систем магистральных трубопроводов в Российской Федерации в своих отчетах отмечают увеличение числа объектов со сроками эксплуатации более 30 лет, подчеркивая их недостаточную надежность. Безопасная эксплуатация магистральных трубопроводов со сроками эксплуатации более 30 лет достигается принятием специальных мер по предупреждению аварий по причине наружной коррозии. Аналогичные меры следует принимать и на системах промышленных трубопроводов, подверженных внутренним коррозионным повреждениям и создающих угрозу загрязнений окружающей природной среде в районах нефтедобычи.

Практика показывает, что предложенные к рассмотрению мероприятия по повышению эффективности надзора за магистральными и промысловыми трубопроводами могут быть полезны для Ростехнадзора в ближайшие годы.

djem@ropnet.ru

Вниманию авторов!

За публикацию научно-технических статей плата не взимается. Вознаграждение авторам не выплачивается. Один экземпляр журнала с опубликованной статьей высылается каждому автору.
Статьи рецензируются. Отрицательные рецензии доводятся до сведения авторов.
Журнал выпускается в свет и в электронной версии.

