

УДК 622.242.2:861.3

А.А. Савеня, С.Н. Савеня

ПУТИ СНИЖЕНИЯ СТРЕСС-КОРРОЗИОННОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ГАЗОПРОВОДОВ

Освещена актуальная проблема отказа магистральных газопроводов вследствие наличия стресс-коррозионного разрушения.

Проанализированы факторы, способствующие стресс-коррозионному разрушению трубопроводов. Предложены методы их предотвращения, которые могут быть реализованы в условиях предприятий газовой промышленности.

The urgent problem of failure of gas pipelines in a consequence of presence of stress-corrosion destruction is described in article.

The factors are analyzed which promote stress-corrosion destruction of pipelines. The methods of their prevention are offered, which can be realized in conditions of the enterprises of gas industry.

The methods of their prevention are offered which can be realized in conditions of the enterprises of a gas industry.

Одним из самых опасных видов разрушения магистральных газопроводов является коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) металла внешней катодно-защищенной поверхности труб. В настоящее время эта проблема для ряда газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» стала одной из самых острых в связи с участвовавшими случаями аварий и инцидентов по причине зарождения и развития коррозионных трещин в металле труб [1].

Судя по данным литературных источников и накопленным авторами, КРН развивается под воздействием трех факторов: коррозионной среды, металлургической неоднородности металла трубы и растягивающих напряжений.

Коррозионное растрескивание развивается с внешней, катодно-защищенной поверхности трубы, под отслоившейся изоляцией, вблизи ее нижней образующей. В качестве коррозионной среды выступают соли угольной кислоты (карбонаты и бикарбонаты), образующиеся при воздействии токов катодной защиты. Такая среда пассивирует приэлектродную поверхность трубы и замедляет общую коррозию стали. В местах пробоя пассивирующей пленки возникают участки локальной коррозии и, в частности, КРН [10].

Как показал аналитический обзор данных по отказам газопроводов, включая работы авторов, металл участков образования и распространения стресс-коррозионных трещин имеет равные прочностные показатели с основным металлом и соответствует требованиям ТУ на поставку труб и, как правило, трещины не имеют жесткой привязки к поверхностным концентраторам напряжений [8]. Характерной особенностью КРН является то, что трещины зарождаются на участках металлической поверхности, не содержащих дефекты, и в стороне от монтажного сварного шва [5].

Большинство аварий по причине КРН, как правило, происходит в 30-километровой зоне за компрессорной станцией по ходу газа. Металл трубы в этой зоне, кроме контакта с грунтовым электролитом на участках повреждения изоляционного покрытия, подвергается дополнительному воздействию повышенной температуры газа до +25...35 °С, которая интенсифицирует электрохимические процессы, а также, возможно, высокому уровню вибра-

ции, который может при определенных условиях стать причиной зарождения стресс-коррозионных трещин [4].

Приоритетными факторами, определяющими возникновение и протекание стресс-коррозии на магистральных газопроводах (МГ), являются следующие [8]:

качество металла труб — наличие «плато» скоплений неметаллических включений (НВ) свыше 2-го балла по ГОСТ 1770-70 на отдельных трубах в партии поставки (плавке);

наличие коррозионно-активной среды, ее доступ к поверхности металла, взаимодействие среды со структурой металла;

соответствующий уровень действующих напряжений с учетом внутренних остаточных напряжений в структуре металла;

воздействие почвенных микроорганизмов (прокариот) на «плато» скоплений НВ [6].

В ОАО «Газпром» находятся в эксплуатации свыше 150 тыс. км МГ, в том числе 60 % — транзитные МГ больших диаметров (от 1200 до 1420 мм) Средний возраст газопроводов составляет 15 лет. Показатель аварийности в последние годы держится на уровне менее 0,2 аварий в год на 1000 км, при этом общая доля коррозионной повреждаемости составляет до 50 % [5].

Линейные области растяжения в земной коре, по ряду признаков близкие к типичным рифтовым зонам, начали формироваться 3...3,5 млрд. лет назад или на раннем архейском этапе геологической истории Земли [7], совпадающим со временем зарождения живой материи — одноклеточных микроорганизмов (прокариот), существующих в неизменном виде до настоящего времени.

Генетическая приуроченность к глубинным разломам мест расселения микроорганизмов и их активная жизнедеятельность не могли не отразиться на геолого-географических особенностях указанных территорий: на ландшафте, рельефе, почве, гидрологической сети, состоянии растительности и осадконакоплении в виде органогенных полезных ископаемых и отложений джеспилитов, кальцитов, сульфатов и других минералов [3].

Эти особенности проявления жизнедеятельности микроорганизмов на планете можно отнести к макроуровневым [10].

Новейшими исследованиями установлены следующие микроуровневые проявления жизнедеятельности микроорганизмов:

кальцинирование стенок кровеносных сосудов, вызывающих инфаркт миокарда, в результате жизнедеятельности микробов семейства *Chlamidia* (открытие ученых из Иоханнесбургского научного центра (ЮАР) под руководством профессора Энтони Кримсона (1998 г.)) [2];

протекание стресс-коррозии на внешней поверхности труб подземных газопроводов [6], развитие продольно-ориентированных трещин (по направлению «цепочек» скоплений НВ в структуре металла) по механизму микробиологической коррозии [5];

в почечных камнях нашли «нанобактерии» (размер менее 0,1 мкм). Они «одеты» в минеральную (апатитовую) оболочку и растут во всех тканях, вызывая отложения солей кальция и образование раковых клеток. Защищенные такой «броней», они выдерживают высокие температуры, УФ-облучение и, вероятно, могут путешествовать в космосе [3].

Приведенные примеры проявления жизнедеятельности микроорганизмов на макро- и микроуровнях воссоздают всеобщность, единство и природную закономерность процессов, протекающих с участием биологических организмов на протяжении нескольких миллиардов лет [3].

Таким образом, изложенные доводы, факты и обоснования позволяют констатировать следующее:

проблема стресс-коррозии на действующих МГ относится, прежде всего, к числу проблем почвенной микробиологической коррозии и должна решаться с учетом закономерностей протекания микробиологических процессов [10];

наиболее красивым и эффективным, хотя на первый взгляд и несколько фантастическим, «средством» снижения стресс-коррозионной повреждаемости действующих газопроводов будет «средство» которое являлось бы универсальным или применимым для предотвращения сходных явлений в организме человека (кровеносные сосуды, почки и т.д.) [8];

работы по геомикробиологическому районированию следует включить в обязательный комплекс изысканий для проектных институтов при выборе трассы прохождения новых газопроводов [8];

гидрогеологические изыскания следует проводить совместно с геодезическими измерениями пространственного положения. По результатам геодезии и гидрогеологии производится оценка напряженно-деформированного состояния газопровода [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Wilmott M.J.* Concerning Stress Corrosion Cracking on Canadian Oil and Gas Pipelines // Public Inquiry. Report of NEB, МН-2-95, Nov. 1996. 158 p.
2. Factors Influencing Stress Corrosion Cracking of Gas Transmission Pipelines / Wilmott M.J., Jack T.R., Van Boven G., Sutherby R.L. // Corrosion 96. Paper № 242. P. 1—19.
3. *Холоденко В.П.* Участие различных микроорганизмов в биоповреждении изоляционных покрытий / В.П. Холоденко, С.К. Жиглецова, В.А. Чугунов // Прикл. биохим. и микробиол. 2000. Т. 36, № 6. С. 685—693.
4. *Лубенский С.А.* Обследование и ремонт магистральных газопроводов, подверженных КРН // Семинар по коррозионному растрескиванию трубопроводов под напряжением. М. : ИРЦ Газпром, 1999. С. 132—142.
5. *Коростелева Т.К.* Ранжирование участков газопроводов по уровню опасности коррозионно-механического разрушения / Т.К. Коростелева, С.В. Карпов, В.Е. Гладков // Семинар по коррозионному растрескиванию трубопроводов под напряжением. М. : ИРЦ Газпром, 1999. С. 115—132.
6. *Отт К.Ф.* Стресс-коррозия на газопроводах. Гипотезы, аргументы и факты // Обз. информ. серия: Защита от коррозии оборудования газовой промышленности. М. : ИРЦ Газпром, 1998.
7. *Милановский Е.Е.* Рифтогенез в истории Земли. Рифтогенез на древних платформах // Обз. информ. серия: Защита от коррозии оборудования газовой промышленности. М. : ИРЦ Газпром, 1993.
8. *Савеня С.Н.* Проблемы коррозионного растрескивания под напряжением под напряжением трубных сталей // Сборник материалов 5-й конференции молодых работников ООО «Кавказтрансгаз» 2004 г.
9. *Савеня С.Н.* Микробиологические аспекты стресс-коррозионных повреждений МГ // Сборник материалов конференции молодых специалистов ООО Кубаньгазпром, г. Анапа.
10. *Лапынин Ю.Г.* Проблемы коррозионного растрескивания под напряжением трубных сталей / Ю.Г. Лапынин, С.Н. Савеня, И.В. Люкшин // Альманах Волгоградского отделения международной академии авторов научных открытий и изобретений. Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2005. С. 278—284.

© Савеня А.А., Савеня С.Н., 2006

Поступила в редакцию в июле 2006 г.