

ОТЗЫВ

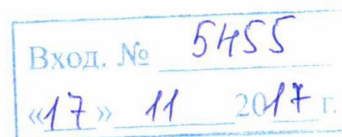
официального оппонента, кандидата технических наук Ряховских Ильи Викторовича на диссертацию Онацкого Вадима Леонидовича на тему: «Совершенствование методов предупреждения развития коррозионного растрескивания под напряжением на магистральных газопроводах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

В России эксплуатируется крупнейшая в мире газотранспортная система, основные мощности которой построены в 70х-80х годах прошлого века. Из-за применения при строительстве большинства магистральных газопроводов тех лет недолговечных защитных покрытий трассового нанесения, основным фактором, определяющим их надежность и техническое состояние является разрушение стальных труб под действием коррозионной среды. Наиболее распространенным и опасным видом эксплуатационных повреждений катоднозащищенных участков МГ является коррозионное растрескивание под напряжением (стресс коррозия, КРН).

Для предупреждения развития коррозионных повреждений реализована система электрохимической защиты МГ, согласно официальным данным ПАО «Газпром» степень защищенности газопроводов от коррозии в среднем составляет 95%, несмотря на это количество вырезаемых труб с дефектами КРН, а доля аварий по причине КРН не опускается ниже 30% от общего числа.

Вышесказанное демонстрирует, с одной стороны, неэффективность классических средств электрохимической защиты в отношении КРН МГ, а с другой, потребность ПАО «Газпром» в разработке новых средств и методов профилактики развития указанных повреждений. В рассматриваемой диссертационной работе представлен способ ранжирования с достаточной для практики достоверностью участков МГ по степени предрасположенности к образованию и развитию стресс-коррозионных повреждений, а также научно-обоснован критерий определения эффективного потенциала катодной защиты, позволяющего предупредить дальнейшее развитие дефектов КРН.



Э.И. 912

Учитывая массовый характер выявляемых при капитальном ремонте газопроводов неглубоких стресс-коррозионных дефектов, полное устранение которых экономически не оправдано, а также значительную распространенность газопроводов с активно протекающими процессами КРН, развиваемые в работе подходы к поиску оптимального регулирования средств противокоррозионной защиты, обеспечивающего надежную эксплуатацию представляются весьма актуальными.

Таким образом, направление диссертационного исследования полностью соответствует приоритетным направлениям в области обеспечения эксплуатационной надёжности газопроводов со стресс-коррозионными повреждениями, что подтверждает актуальность работы.

2. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

По результатам комплексного факторного анализа условий, провоцирующих КРН МГ, обстоятельного исследования роли параметров катодной защиты в развитии процессов КРН, автором убедительно доказана возможность торможения электрохимических реакций посредством определения эффективного потенциала «труба – земля» в зависимости от водородного показателя грунтового электролита вокруг газопровода, что составляет основу научной новизны работы. Нельзя не отметить важность для практики экспериментально подтвержденного автором вывода об отсутствии заметного изменения механических свойств металла при выдержке ниже точки перелома кривой Тафеля, а также оригинальные и в достаточной степени обоснованные критерии ранжирования участков магистральных газопроводов по степени предрасположенности к образованию и развитию стресс-коррозионных дефектов.

Таким образом, новизна представленных в работе результатов исследований не вызывает сомнения. Достоверность и корректность представленных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием эффективных методов планирования экспериментов, применением при проведении экспериментов высокоточных поверенных средств измерения, использованием методов обработки результатов экспериментов.

3. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость для науки и практики полученных автором результатов состоит в:

- разработке принципов определения эффективного потенциала катодной защиты участка магистрального газопровода;
- разработке порядка интеграции датчиков тока, инициируемого выделением водорода, в существующую систему коррозионного мониторинга;
- обоснование уточненных критериев, включающих удельное электрическое сопротивление грунта, удаленность от точки дренажа средств электрохимической защиты, толщину стенки трубы, позволяющих ранжировать участок магистрального газопровода по степени опасности образования и развития стресс-коррозионных дефектов.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследований и сформулированные на их основе выводы, представленные в диссертационной работе, могут быть рекомендованы для использования на действующих МГ газотранспортных предприятий ПАО «Газпром» в Российской Федерации.

Кроме того, можно порекомендовать использование отдельных результатов диссертационной работы для развития систем коррозионного мониторинга ПАО «Газпром». В частности, при определении и поддержании эффективного потенциала катодной защиты на участках МГ, подверженных КРН, а также разработке программного обеспечения для автоматического определения эффективного потенциала катодной поляризации как элемента Системы управления техническим состоянием и целостностью ГТС ПАО «Газпром».

Отдельный интерес представляет система ранжирования участков МГ по степени опасности в отношении образования и развития дефектов КРН. Ее внедрение может позволить более точно определять участки газопроводов, для организации эффективной системы коррозионного мониторинга.

5. Характеристика содержания диссертации, оценка её завершенности

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 119 страниц текста, 54 рисунка, 17 таблиц и список литературы из 112 наименований.

Во введении обоснованы актуальность и значимость выбранной темы, степень ее разработанности, охарактеризованы научно-методические пути ее решения.

В первой главе показано, что механизм КРН характеризуется следствием воздействия совокупности трех групп факторов: механические напряжения в стенке газопровода, условия коррозионной окружающей среды, а также тип и состояние и предрасположенность трубной стали.

Представлен анализ существующих представлений о механизме КРН и способов регулирования параметров катодной защиты участков МГ, предрасположенных к КРН.

Во второй главе представлены результаты исследования факторов, инициирующих КРН на участке МГ, подверженного стресс-коррозии.

Установлена зависимость плотности распределения дефектов КРН в зависимости от расстояния до системы катодной защиты (СКЗ).

В третьей главе с учетом теории планирования эксперимента разработана методика имитационных испытаний образцов трубной стали в условиях одновременного действия катодной поляризации, механических напряжений и коррозионной среды. Проведены соответствующие серии экспериментов.

В четвертой главе представлены результаты двух серий лабораторных испытаний. В рамках первой серии испытаний проведена оценка влияния среды и потенциала катодной защиты на ток проникновения водорода. Установлены зависимости величины тока проникновения водорода от уровня защитного потенциала СКЗ и силы тока от разности потенциалов, полученные в ходе проведения эксперимента для сред с водородными показателями 5,0 рН и 7,2 рН, а также зависимость потенциала эффективной защиты от рН коррозионной среды.

В рамках второй серии экспериментов выполнена оценка влияния коррозионно-активной среды, количества водорода катодной реакции и времени экспонирования на механические характеристики образцов труб. Установлены

зависимости прироста дисперсии твердости с малой нагрузкой от времени экспонирования в средах с различным показателем рН и защитным потенциалом.

Представлены результаты расчета критерия Ван дер Вардена, применяемого для изучения особенностей влияния времени экспонирования, присутствия механических напряжений и вариации защитного потенциала на свойства металла испытанных образцов.

В пятой главе описаны практические рекомендации по применению разработанной технологии предотвращения развития дефектов КРН на МГ с применением современных систем дистанционного коррозионного мониторинга.

Представлен алгоритм проведения дистанционного коррозионного мониторинга с помощью установки датчиков водорода ДН-1. Для определения эффективного потенциала катодной защиты на участке МГ и его поддержания разработан порядок определения эффективного потенциала «труба-земля».

Диссертация представляет собой самостоятельную научную работу, включающую в себя детальное описание всех этапов исследований, а также корректно сформулированные выводы. Диссертационная работа может быть оценена как полностью завершенная.

6. Замечания по диссертационной работе

В целом по диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе недостаточно проработан вопрос обеспечения эффективного прохождения электрического тока под отслоившиеся покрытие для достижения в глубине отслоения необходимого уровня катодной защиты, а также влияния тока УКЗ на катодное отслаивание изоляции.
2. В работе не уделено достаточного внимания анализу работ ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ИФХЭ РАН, направленных на исследование влияния катодной поляризации и максимальной плотности тока внедрения водорода в сталь на КРН МГ на основе сопоставительного анализа лабораторных и трассовых измерений по показаниям индикатора ДН-1 (например, на аварийных участках Краснотуринского ЛПУ МГ).

3. В списке литературы довольно мало периодических изданий, иностранных источников (9 шт.), а также современных работ (10 шт. за последние 4 года).
4. В качестве подтверждения практической значимости проводимых исследований к работе следовало бы приложить копии актов проведения испытаний или актов внедрения результатов работ в производство.
5. Весьма расплывчато представлены собственные исследовательские результаты автора, при этом заметный акцент в работе сделан на исследованиях смежных работ других авторов, что, в свою очередь, затрудняет должную оценку личного вклада соискателя ученой степени. Так, например, в работе не конкретизированы методики проведения поляризационных измерений, не указана скорость развертки потенциала или время потенциостатирования. Кроме этого, представляется избыточным подробное описание в диссертации технических характеристик и погрешностей измерений упоминаемых приборов, поскольку данные величины больше нигде в тексте диссертации не используются.
6. В перечне факторов, характеризующих опасность возникновения КРН, отсутствует фактор времени эксплуатации МГ, который представляется существенным с точки зрения формирования специфического состава подпленочного электролита, протеканию инкубационного периода образования и последующего стадийного развития процесса КРН.
7. Отсутствует конкретная информация о химическом составе используемых сред, автором лишь указывается *«исследование проводили в семи средах с различным водородным показателем от 5 до 9 рН. В качестве агрессивной среды использовали стандартные 0,1 н. растворы»*. В тексте диссертации лишь однократно упоминается состав исследуемого раствора и при этом в обозначении допущена ошибка (п. 3.3.4), что не позволяет его однозначно идентифицировать (стр. 61). Во-первых, классификация грунтов по величине рН достаточно условна. Важна не столько величина рН, сколько буферирующая способность грунта («общая кислотность»). При выполнении экспериментальных исследований методически правильно использовать буферные растворы в качестве фоновых для поддержания рН на постоянном уровне.

8. На странице 52 не верно указано, что «*собственный потенциал хлорсеребряного электрода при 25°C равен $\pm 0,2$ мВ*» (правильно +200 мВ относительно потенциала стандартного водородного электрода).
9. На рис. 4.2 (стр. 70) и в соответствующем тексте различается диапазон эффективного потенциала: на рисунке это 1,017-1,16 В, а в описании 1,01-1,12 В. Следует пояснить, что привело к такому различию.
10. В ряде случаев приводя в работе математические формулы, автор не указывает единицы измерения упоминаемых величин (формула 3.2, 5.20), что является упущением.
11. В пп. 4.2.3 и 4.3 соискатель лишь эмпирически описывает полученные данные, а также отмечает о наличии их отклонения от гипотезы, при этом далее в работе не обсуждены причины выявленных отклонений. Автору следует высказать предположение касательно этого вопроса.
12. В таблице 5.2 автор приводит бальную оценку факторов, характеризующих опасность возникновения КРН. Однако, в работе нигде не пояснено, на каком основании и исходя из каких аргументов выбраны конкретные величины данной оценки.

Тем не менее, указанные замечания не снижают актуальности, научной и практической ценности представляемой диссертационной работы, а лишь подчеркивают целесообразность продолжения научно-исследовательских работ по данной проблематике.

7. Заключение

Диссертация характеризуется грамотностью изложения, отмечается системно сформированная структура работы и полное соответствие сформулированных выводов с целью исследования и поставленными задачами.

Диссертация содержит совокупность выносимых на защиту новых научных результатов и положений, имеет внутреннее единство и свидетельствует о значительном личном вкладе автора в работу.

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», в частности:

п. 3 «Разработка научных основ и усовершенствование технологии трубопроводного транспорта газа, нефти и нефтепродуктов, гидро- и пневмоконтейнерного транспорта»;

п. 6 «Разработка и усовершенствование методов эксплуатации и технической диагностики оборудования насосных и компрессорных станций, линейной части трубопроводов и методов защиты их от коррозии».

Диссертация Онацкого Вадима Леонидовича отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 с дополнениями от 28.08.2017, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки).

**Официальный оппонент, канд. техн. наук,
начальник лаборатории исследования
процессов коррозионного растрескивания
под напряжением Центра технологий
строительства, ремонта и защиты
от коррозии ООО «Газпром ВНИИГАЗ»**



Ряховских Илья Викторович

Подпись И.В. Ряховских заверяю:

И.В. Ряховских Отдел кадров и



Г.А. Ильина

Ряховских Илья Викторович
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

142717, Московская обл., Ленинский район, сельское поселение Развилковское, поселок Развилка,
Проектируемый проезд № 5537, владение 15, строение 1

Гор. тел: (498) 657-40-48 доп. 21-15

vniigaz@vniigaz.gazprom.ru

I.Ryakhovskikh@vniigaz.gazprom.ru

<http://vniigaz.gazprom.ru>