

# Публичное акционерное общество «Газпром»

(ПАО «Газпром»)

«26» 01 2018 г.

№ 01/23-211/03/08-620

## ПРОТОКОЛ

### по итогам проведения III научно-практического семинара «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением»

20-22 сентября 2017 г.

пос. Развилка, Московская обл.

#### Программный комитет:

канд. техн. наук Арабей А.Б., Бурутин О.В., канд. техн. наук Старенченко В.П., Шлепки В.А. (ПАО «Газпром»), канд. техн. наук Губанок И.И., Козлов К.Е. (ООО «Газпром центрремонт»), д-р техн. наук Кудря А.В. (НИТУ «МИСиС»), д-р хим. наук, проф. Маршаков А.И. (ИФХЭ РАН), д-р физ.-мат. наук, проф. Перлович Ю.А. (НИЯУ «МИФИ»), канд. экон. наук Анисимова Н.А., канд. хим. наук Богданов Р.И., канд. техн. наук Запевалов Д.Н., канд. техн. наук Карпов С.В., канд. техн. наук Ряховских И.В. (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»).

#### В работе семинара приняли участие 52 делегата из:

Департамент (О.Е. Аксютин) ПАО «Газпром», Департамент (В.А. Михаленко) ПАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром центрремонт», ООО «Газпром газнадзор», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ООО «Газпром трансгаз Москва», ООО «Газпром трансгаз Самара», ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», ООО «Газпром трансгаз Сургут», ООО «Газпром трансгаз Томск», ООО «Газпром трансгаз Уфа», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Югорск», ИФХЭ РАН, НИТУ «МИСиС», НИЯУ «МИФИ», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Томский политехнический университет (НИТПУ), ЗАО «ИнтроСкан Технолоджи», ООО «ЭНТЭ», АО «Делан», ООО «НПЦ «Внутритрубная диагностика».

Проблема КРН трубных сталей относится к числу наиболее актуальных в странах, обладающих протяженной системой подземных МГ. Для выработки комплексных решений в области повышения надежности МГ, подверженных КРН, на базе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – головной организации в области

координации всех научно-исследовательских и экспериментальных работ ПАО «Газпром» по направлению повышения надежности и устойчивости МГ, подверженных КРН (*п.10 Протокола ОАО «Газпром» от 19.01.2015 № 03/08-б*), на постоянной основе организован ежегодный научно-практический семинар.

В соответствии с письмом от 27.06.2017 №01/23-1776 члена Правления, начальника Департамента ПАО «Газпром» О.Е. Аксютина и решением Протокола от 31.08.2016 №03/08-130, утвержденного членом Правления, начальником Департамента ПАО «Газпром» В.А. Михаленко, в период 20-22 сентября 2017 года проведен III научно-практический семинар.

Целью семинара являлось профессиональное развитие молодых специалистов технических отделов и инженерно-технических центров дочерних обществ ПАО «Газпром», а также ВУЗов и научно-исследовательских институтов в области разработки мер, средств профилактики и защиты металла труб от КРН в соответствии с Типовым учебным планом и программой, утвержденной ПАО «Газпром».

**В процессе работы семинара «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением» (далее - Семинар) заслушано 26 докладов по следующим направлениям работ:**

1. Экспериментальные и натурные исследования коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) и подпленочной коррозии с учетом особенностей эксплуатации магистральных газопроводов (МГ).

2. Анализ, разработка и совершенствование нормативной документации в области эксплуатации, капитального ремонта и технического диагностирования МГ.

3. Формирование требований к продукции, материалам, оборудованию и технологиям, применяемым для строительства, технического диагностирования и ремонта длительно эксплуатируемых МГ.

4. Разработка программного обеспечения, расчетных методов оценки прочности МГ с коррозионно-механическими повреждениями, а также опыт применения технологий машинного обучения при моделировании многофакторных систем.

5. Опыт применения разработок, направленных на повышение надежности МГ, подверженных КРН.

**В ходе обсуждения докладов и дискуссии участники Семинара отметили:**

В докладах представлены современные исследования механизмов образования и развития КРН трубных сталей в околонейтральных электролитах, а также ретроспективный анализ исследований данной проблемы в России и за рубежом. Отмечено, что важными факторами, определяющими кинетику процесса КРН, являются металлургическое качество стали, технологические режимы производства листового проката и формовки труб.

Выполнен обзор современных физических методов анализа сталей. Обоснована необходимость дальнейших фундаментальных исследований механизма КРН стальных трубопроводов в грунтовых электролитах, в том числе с учетом стадийности процессов образования, развития и взаимодействия отдельных трещин в колониях.

На Семинаре освещены вопросы оптимизации планирования работ по ремонту МГ ПАО «Газпром», подверженных КРН. Представлены результаты комплексного анализа и систематизации данных о стресс-коррозионных повреждениях МГ по результатам их внутритрубного технического диагностирования (ВТД) и неразрушающего контроля (НК) труб в процессе капитального ремонта. Представлены вероятностно-статистические модели для прогнозирования протяженности труб со стресс-коррозионными повреждениями, находящимися ниже порога чувствительности внутритрубных дефектоскопов. ООО «Газпром газнадзор» совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разрабатывается подход к прогнозированию вероятного типа (природы) гипотетической аварии магистрального газопровода на основе тестового шурфования газопровода с использованием аппарата распознавания образов, теории информации и привлечением упорядоченного массива ретроспективных сведений о случаях аварий на магистральных газопроводах.

Показана принципиальная возможность эксплуатации переизолированных участков МГ с незначительными стресс-коррозионными повреждениями поверхности труб на основе анализа данных диагностических обследований МГ и выполненного дочерними обществами ПАО «Газпром» комплекса натурных исследований. Отмечена необходимость продолжения широкомасштабных экспериментов, направленных на обоснование длительной работоспособности МГ с незначительными стресс-коррозионными повреждениями (до 10-15 % от толщины стенки трубы) с участием ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и дочерних газотранспортных обществ ПАО «Газпром».

Рассмотрены результаты испытаний и оценка прочности труб со стресс-коррозионными повреждениями, а также их корреляция с фактической аварийностью трубопроводов. Представлены расчетно-экспериментальные зависимости прочности труб от геометрических размеров стресс-коррозионных повреждений, а также способы длительной консервации КРН в процессе капитального ремонта МГ.

Участниками Семинара обозначена возможность снижения затрат дочерних обществ ПАО «Газпром» при капитальном ремонте МГ за счет консервации стресс-коррозионных повреждений труб в процессе трассовой переизоляции газопроводов. В связи с этим отмечена важность подготовки высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному выполнению работ по оценке глубин трещин в процессе технического диагностирования трубопроводов, идентификации и оценки степени опасности повреждений типа КРН на МГ, подготовки рекомендаций по выбору технологии ремонта (в т.ч. ремонтных материалов), расчетов сроков безопасной эксплуатации труб со стресс-коррозионными повреждениями и назначению

компенсирующих мероприятий. Введение в штатное расписание дочерних обществ ПАО «Газпром» указанных специалистов должно сопровождаться внесением дополнений в профессиональный стандарт «Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов» в части введения новой Обобщенной трудовой функции и корректировки функций руководителя.

В частности, ООО «Газпром трансгаз Москва» внесено предложение о создании и внедрении собственными силами в рамках СУТЦ «Системы профилактики КРН на объектах газотранспортной системы Общества» с целью идентификации, прогнозирования и профилактики явления КРН и принятия на ее основе оперативных управленческих решений для повышения надежности объектов транспорта газа.

Обозначены приоритетные задачи и направления дальнейших исследований ПАО «Газпром» в области развития технологий ремонта и технического диагностирования МГ, подверженных КРН.

Отмечено, что ежегодное проведение Семинара создает дополнительные предпосылки и необходимые условия для продуктивного межотраслевого взаимодействия и диалога производителей металлургической и машиностроительной продукции и потребителей со стороны предприятий нефтегазового комплекса Российской Федерации.

Лучшие исследовательские работы (ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Самара», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ЗАО «ИнтроСкан технолоджи», ООО «ЭНТЭ», НИЯУ МИФИ), отмеченные Программным комитетом Семинара, награждены памятными дипломами, а авторам предложено опубликовать свои работы в ведущих научных изданиях, в том числе входящих в перечень ВАК РФ.

В рамках программы обучения впервые сотрудниками ООО «Газпром ВНИИГАЗ» представлен курс повышения квалификации в соответствии с Типовым учебным планом и программой «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением», утвержденными 16.12.2016 Департаментом (Е.Б. Касьян) ПАО «Газпром».

В рамках обучающего курса с докладами выступили представители ВУЗов (НИЯУ МИФИ, НИТУ «МИСиС»), а также академической науки – ИФХЭ РАН. Кроме того, участниками Семинара решено несколько практических задач («кейсов») по заявленной тематике. По итогам обучения участникам семинара выдано 52 удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

**Отмечено, что рекомендации II научно-практического семинара «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением» (2016 год, ООО «Газпром ВНИИГАЗ») в основном выполнены:**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ООО «Газпром трансгаз Чайковский» разработана и реализована на базе Инженерно-технического

центра газотранспортного Общества комплексная программа стендовых гидравлических испытаний труб со стресс-коррозионными повреждениями после длительной эксплуатации в составе МГ, в том числе с моделированием коррозионного воздействия среды на поврежденную поверхность труб. В процессе испытаний проведена апробация различных приборных комплексов систем длительного мониторинга и неразрушающего контроля труб развития стресс-коррозионных повреждений в условиях эксплуатации МГ (*договор между ПАО «Газпром» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на выполнение НИР от 13.09.2016 № 4606-308-15-5*).

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром центрремонт», ИФХЭ РАН, ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, АО «Делан» завершены испытания опытной партии экспериментального защитного покрытия, состоящего из слоя термостойкой битумно-полимерной грунтовки «ДЕКОМ-ИНГ» ТУ 2313-030-32989231-2015, по результатам которых представлен комплект документов для рассмотрения Постоянно действующей комиссией по допуску к применению на объектах ПАО «Газпром» материалов и наружных покрытий для защиты трубопроводов (*исх. письмо ООО «Газпром ВНИИГАЗ» от 26.05.2017 №1-8/3700*).

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с НИЯУ МИФИ, «ЦНИИ Чермет им. И.П. Бардина», ООО «Центр коррозионных испытаний» проводятся исследования в области кинетики и закономерностей КРН трубных сталей в условиях эксплуатации МГ ПАО «Газпром», в том числе с учетом металлургического качества и текстуры сталей контролируемой прокатки (*договор между ПАО «Газпром» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на выполнение НИР от 13.09.2016 № 4606-308-15-5*).

По поручению Департамента (В.А. Михаленко) ПАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ООО «Газпром трансгаз Югорск» выполнен сопоставительный анализ сходимости данных ВТД с применением магнитных снарядов-дефектоскопов с фактической отбраковкой труб со стресс-коррозионными повреждениями в диапазонах глубин 10-20%; 20-30%; 30-35%; 35-40%; 40% и более от толщины стенки трубы при капитальном ремонте участков МГ, на которых выполнен дублирующий контроль силами ИТЦ Общества (*вх. письмо ООО «Газпром трансгаз Югорск» от 27.04.2016 №4-АП/05565*).

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» подготовлена и направлена на согласование в Департамент (В.А. Михаленко) ПАО «Газпром» заявка на выполнение НИР по теме: «Разработка методики прогнозирования стресс-коррозионного состояния и планирования объемов капитального ремонта магистральных газопроводов не подготовленных к ВТД» (*исх. письмо ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» от 19.12.2016 №01-001/200-863*).

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проводит наполнение базы образцов со стресс-коррозионными повреждениями различной глубины, вырезанных из

труб после длительной эксплуатации в составе МГ дочерних обществ ПАО «Газпром» (в т.ч. ранее переизолированных).

Разработаны типовой учебный план и программа повышения квалификации «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением», утвержденные 16.12.2016 Департаментом (Е.Б. Касьян) ПАО «Газпром».

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» опубликован специализированный выпуск журнала «Вести газовой науки» №3 (27)/2016 «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением» по итогам II научно-практического семинара (<http://www.vesti-gas.ru/en/node/360>)

### **Рекомендации программного комитета Семинара:**

1. При научной координации ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с привлечением ведущих коллективов отраслевой, академической и вузовской науки продолжить реализацию комплекса широкомасштабных экспериментов (лабораторных, стендовых и натуральных испытаний стальных труб), направленных на исследование возможности длительной безопасной эксплуатации МГ со стресс-коррозионными повреждениями труб глубиной более 10 % от толщины стенки трубы после восстановления антикоррозионного защитного покрытия.

Отв.: Департамент (О.Е. Аксютин), Департамент (В.А. Михаленко), ООО «Газпром ВНИИГАЗ», дочерние общества ПАО «Газпром»

Срок: постоянно

2. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» выполнить металлографические и фрактографические исследования фрагментов труб с повреждениями КРН глубиной до 10-15% от толщины стенки (с определением состава продуктов коррозии, заполняющих трещины) после двух лет эксплуатации в составе участков МГ ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта» в рамках «Программ комплексных опытно-промышленных испытаний возможности консервации дефектов коррозионного растрескивания под напряжением в процессе трассовой переизоляции участка МГ с применением битумно-полимерных покрытий» Департамента (В.А. Михаленко) ПАО «Газпром».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ИФХЭ РАН, ЦНИИчермет им. И.П. Бардина

Срок: 2017-2018 г.

3. Представить на согласование в Департамент (В.А. Михаленко), Департамент (О.Е. Аксютин) проект Порядка работ при трассовой переизоляции протяженных участков МГ с повреждениями поверхности металла глубиной до 10% от толщины стенки трубы, образованными в результате КРН для последующего утверждения заместителем Председателя Правления В.А. Маркеловым.

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», дочерние общества ПАО «Газпром»  
Срок: I кв. 2018 г.

4. Определить участки (протяженностью 25-30 км) для проведения опытно-промышленной апробации технологии, из перечня объектов, включенных в Программу комплексного капитального ремонта линейной части МГ ПАО «Газпром» на 2018-2021 гг.

Отв.: Департамент (В.А. Михаленко), Департамент (О.Е. Аксютин), ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром Центрремонт», ООО «Газпром Газнадзор», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»  
Срок: 2018 г.

5. Выполнить сравнительный анализ данных о выявленных дефектах с применением экспериментального внутритрубного прибора-дефектоскопа ЭМАТ компании ООО «НПЦ «ВТД» и результатов технического диагностирования участка ЛЧ МГ при капитальном ремонте, а также провести совместные исследования стресс-коррозионных повреждений труб, оставленных в эксплуатации после проведения трассовой переизоляции участка ЛЧ МГ ООО «Газпром трансгаз Югорск». Результаты проведенного анализа направить в Департамент (В.А. Михаленко) ПАО «Газпром».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Департамент (В.А. Михаленко), ООО «Газпром трансгаз Югорск»  
Срок: III кв. 2018 г.

6. Предусмотреть апробацию и развитие разрабатываемых ООО «Газпром ВНИИГАЗ» алгоритмов машинного обучения и многофакторных моделей для задач прогнозирования стресс-коррозионной поврежденности МГ дефектами глубиной до 15 % от толщины стенки трубы в рамках договоров услуг в 2018-2019 гг.

Отв.: дочерние общества ПАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ».  
Срок: II кв. 2018 г.

7. Разработать предложения по организации экспериментального комплекса для оценки работоспособности труб с эксплуатационными повреждениями (КРН, коррозия), а также заявку на выполнение НИР по разработке комплекса нормативных документов, регламентирующих требования к проведению и анализу результатов испытаний.

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Москва», ИФХЭ РАН  
Срок: 2017-2018 г.

8. С целью перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта,

подготовить и направить на согласование в ПАО «Газпром» в установленном порядке заявки на выполнение НИР в 2018-2020 годах по следующим темам:

- «Разработка роботизированного диагностического комплекса для контроля участков МГ, не обеспеченных классическими средствами внутритрубного технического диагностирования, и нормативного обеспечения процесса его применения на объектах ПАО «Газпром»;
- «Разработка интеллектуальной системы сопровождения технического диагностирования технологических трубопроводов компрессорных станций»;
- «Разработка профилактических мероприятий по предотвращению коррозии стальных газопроводов под отслоившимся покрытием как элемент системы противокоррозионной защиты».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром трансгаз Чайковский», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Москва», ООО «Газпром трансгаз Югорск», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ЗАО «ИнтроСкан Технолоджи», ИФХЭ РАН

Срок: II кв. 2018 г.

9. Согласовать предложение ООО «Газпром трансгаз Москва» о внедрении собственными силами в рамках СУТСЦ «Системы профилактики КРН на объектах газотранспортной системы ООО «Газпром трансгаз Москва». Центром ответственности определить службу СУТСЦ ГТС филиала «Инженерно-технический центр».

Отв.: Департамент (В.А. Михаленко), ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Срок: IV кв. 2017 г.

10. Представить на согласование в Департамент (О.Е. Аксютин) и Департамент (В.А. Михаленко) пятилетнюю Программу научно-технических мероприятий, направленных на профилактику образования и развития коррозии под отслоением защитного покрытия МГ, включая микробиологическую коррозию.

Отв. ООО «Газпром ВНИИГАЗ», дочерние общества ПАО «Газпром», ИФХЭ РАН, ООО «Центр коррозионных испытаний»

Срок: II кв. 2018 г.

11. Заявить программу повышения квалификации «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением» в График повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководителей и специалистов ПАО «Газпром».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Срок: 2018 г.

12. Предусмотреть расходы на целевую подготовку по теме «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением» по Графику повышения квалификации и



профессиональной переподготовки руководителей и специалистов ПАО «Газпром» в бюджете доходов и расходов на 2019 год в соответствии с подходами к приоритетности обучения, установленными п. 4.10 Методических рекомендаций по планированию расходов на обучение персонала дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром» (от 29.07.2013 П 07-731).

Отв.: дочерние общества ПАО «Газпром»

Срок: 2018 г.

13. Опубликовать в научно-техническом сборнике «Вести газовой науки» печатные работы участников Семинара, представленные к участию в I Всероссийском конкурсе научно-технических печатных работ молодых ученых и специалистов.

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», дочерние общества ПАО «Газпром»

Срок: III кв. 2018 г.

14. Обеспечить включение в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) сборники тезисов III-го и последующих научно-практических семинаров «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Срок: II кв. 2018 г.

15. Провести в 2018 году IV научно-практический семинар «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением».

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Департамент (О.Е. Аксютин), Департамент (В.А. Михаленко).

Срок: II кв. 2018 г.

16. Разместить презентационные материалы, не содержащие информацию конфиденциального характера, на сайте Семинара по адресу: <http://vniigaz.gazprom.ru/events/2017/scc2017>.

Отв.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

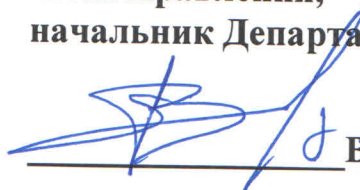
Срок: I кв. 2018 г.

**Член Правления,  
начальник Департамента**



**О.Е. Аксютин**

**Член Правления,  
начальник Департамента**



**В.А. Михаленко**