

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПАО «ГАЗПРОМ». ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КОРРОЗИОННО- МЕХАНИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ

*Лаборатория исследования процессов КРН
к.х.н. Богданов Р.И., к.т.н. Ряховских И.В., к.х.н. Кашковский Р.В.*

□ Пункт 3.5 Приказа ПАО «Газпром» от 04.10.2017 №670, утвержденного Председателем Правления ПАО «Газпром» А.Б. Миллером.

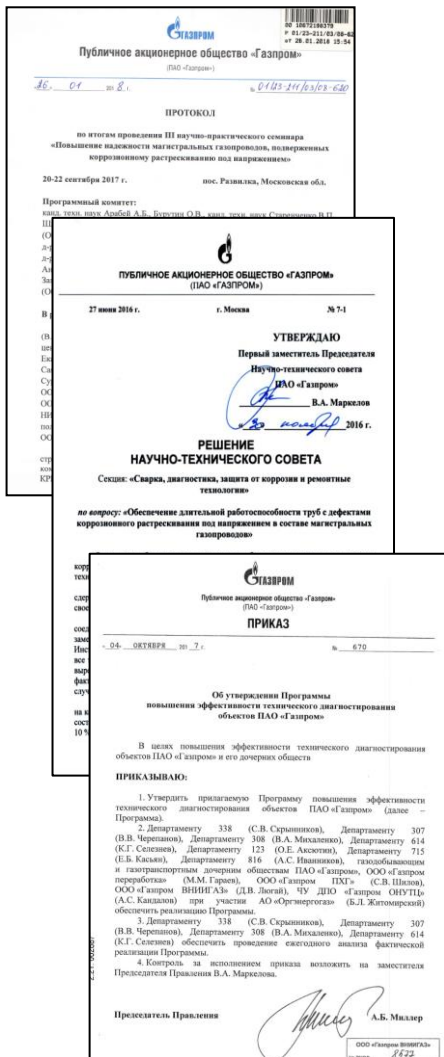
«п.3.5 Формирование программы испытаний труб с дефектами КРН, эксплуатируемых на объектах ПАО «Газпром», включающей экспериментальные работы по исследованию процессов КРН и эффективности ремонтных технологий»

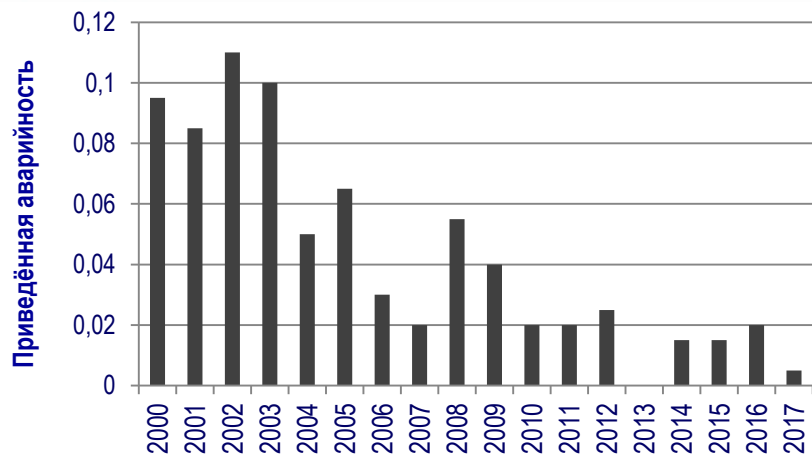
□ Пункт 3 Решений секции НТС ПАО «Газпром» от 27.06.2016 № 7-1, утвержденных Первым заместителем Председателя Научно-технического совета ПАО «Газпром» В.А. Маркеловым.

«п.3. Организовать под научным руководством ООО «Газпром ВНИИГАЗ» экспериментальный комплекс для исследования процессов КРН и испытания ремонтных технологий, в том числе с привлечением дочерних обществ ПАО «Газпром», разработать и утвердить долгосрочную программу лабораторных и стендовых испытаний труб после длительной эксплуатации в составе МГ»

□ Пункт 1 Протокола ПАО «Газпром» №01/23-211/03/08-620 от 26.01.2018, подписанного членом Правления, начальником Департамента О.Е. Аксютинным и членом Правления, начальником Департамента В.А. Михаленко

«п.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»





- **снижение аварий МГ по причине КРН за последние 7 лет**

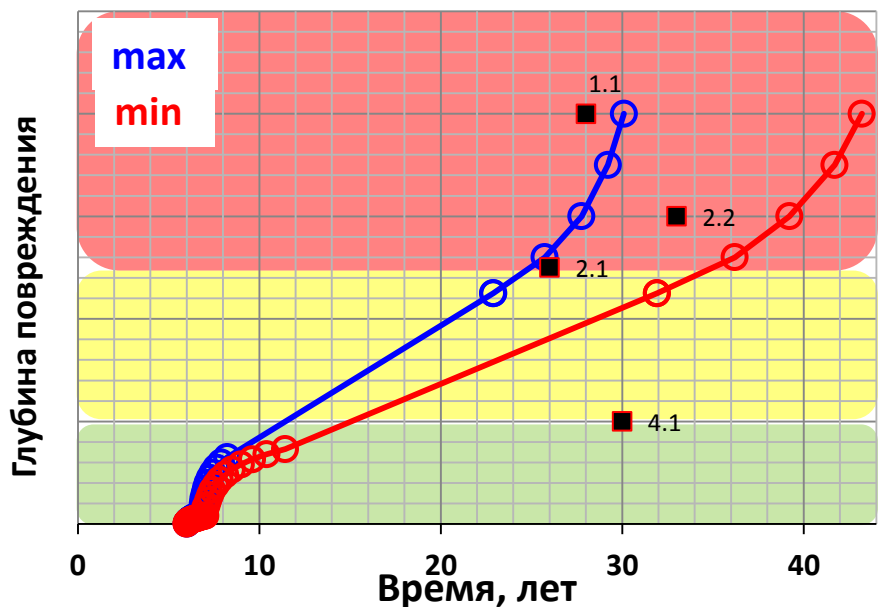


- **повышение качества и чувствительности диагностических комплексов**
- **увеличение выявляемых аномалий труб, что требует увеличения выборочных обследований и ремонтов трубопроводов в шурфах**

- Устранение дефектов
- Ранжирование и наблюдение за развитием дефектов
- Оставление дефектов при кап. ремонте



- Нормативные свойства и коррозионно-механические характеристики стали
- Химический состав грунтового электролита
- Уровень остаточных напряжений на поверхности и по толщине стенки трубы
- Параметры постоянной и переменной нагрузки на газопровод
- Конструкция трубы и геометрия в области КРН



Срок эксплуатации труб с КРН до достижения потенциально опасных размеров

Основной металл

Глубина / Макс. погр. / Время до 0,3δ

0,10 / 0,15 / 3 года	ВТД	
0,10 / 0,05 / 3,4 года	Норм. св-ва	ВТД
0,10 / 0,05 / 3,8 лет	ВТД	Грунт*
0,10 / 0,05 / 4,3 года	Норм. св-ва	ВТД
0,10 / 0,05 / 5,1 года	Кор.-мех. св-ва	ВТД
0,10 / 0,05 / 6 лет	Кор.-мех. св-ва	ВТД
		Грунт*

Цель испытательного комплекса – комплексные системные испытания различных типоразмеров труб различных классов прочности для оценки параметров и эмпирических коэффициентов разработанной модели и в случае необходимости их уточнение или корректировка

Основные решаемые задачи:

- 1. Проведение и систематизация результатов коррозионно-механических испытаний широкой номенклатуры труб с эксплуатационными дефектами на базе единых методологических принципов**
- 2. Классификация повреждений по степени опасности в отношении надежности трубопроводов**
- 3. Оценка долговечности труб и стальных конструкций с эксплуатационными повреждениями в условиях воздействия коррозионной среды**
- 4. Совершенствование методических документов по расчету скоростей развития коррозионных и стресс-коррозионных повреждений трубопроводов**
- 5. Классификация длительно эксплуатируемых труб (стальных конструкций) по стойкости против КРН и других видов коррозионно-механического разрушения для ограничения к повторному применению**



ГТО ПАО «Газпром»

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

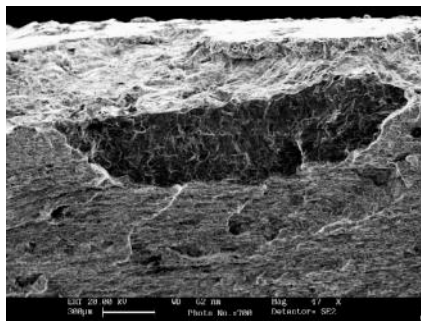
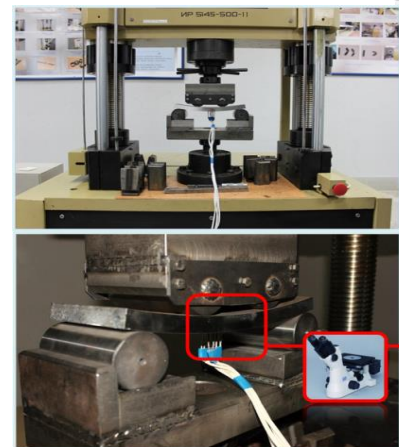
Экспериментальные участки МГ с эксплуатационными дефектами

Полноразмерные стенды для проведения гидравлических испытаний дефектных труб

Специализированные лабораторные испытательные стенды и оборудование для проведения серийных испытаний фрагментов труб с дефектами

ВУЗы и НИИ РАН

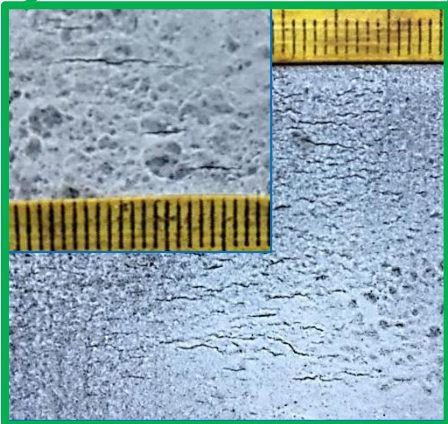
Исследовательские лаборатории для проведения узкоспециализированных коррозионно-механических испытаний сталей, металлофизических, рентгеноструктурных и исследований сталей





Задачи:

- опытно-промышленная эксплуатация труб с КРН
- исследование возможности консервации коррозионно- механических трещин на ранней стадии развития
- испытаний ремонтных технологий в натуральных условиях
- испытания новых типов защитных покрытий с ингибирующими КРН композициями
- испытания систем мониторинга и средств внутритрубной диагностики КРН

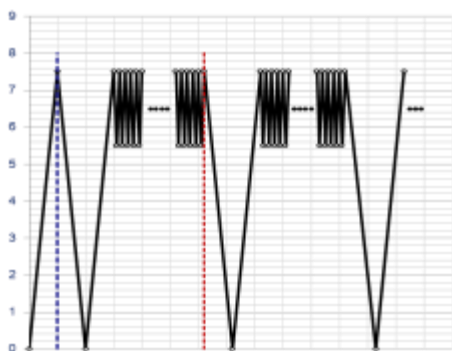




Задачи:

- гидроциклические испытания труб с различными эксплуатационными повреждениями (ресурс и долговечность) ;
- длительные гидроциклические испытания труб с различными эксплуатационными повреждениями с возможностью приложения дополнительных изгибающих напряжений (корр.-мех. прочность) ;
- гидростатические испытания труб до регистрации предельного разрушающего давления (прочность и несущая способность) ;
- испытания систем мониторинга за развитием КРН .

Режимы нагружения стенда
(эквивалент 20 лет)



Система АЗ контроля
A-Line 32 D
ООО «Стратегия - НК»



Система контроля с
вибратоковыми датчиками
MBH-3M
ООО Нефтегаздиагностика



Система контроля Astro
на основе волоконно-
оптических датчиков
деформации
ООО «Инверсия-Сенсор»



Толщинометрия
(ультразвуковой
толщиномер
Krautkramer)



Вибратоковый
дефектоскоп
МВД 2МК

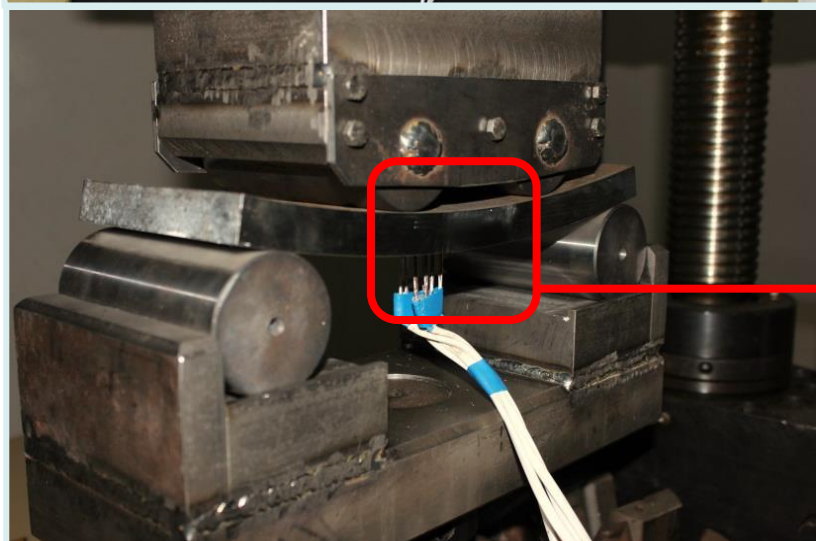


Ультразвуковой
дефектоскоп
Phaser PX

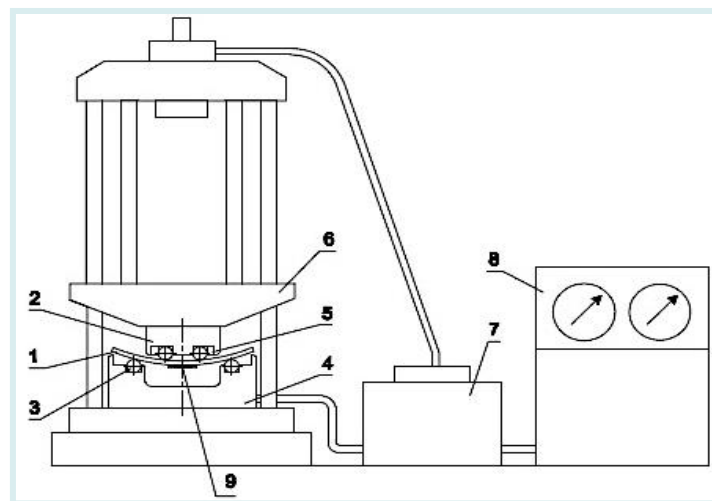


Комплекс для
магнитопорошковой
дефектоскопии
Magnaflux

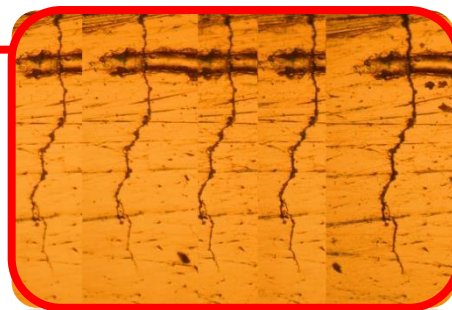
Лабораторный стенд для испытаний фрагментов труб с дефектами КРН в коррозионно-активных условиях



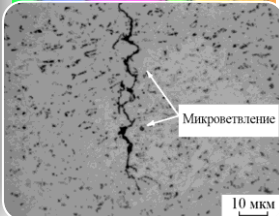
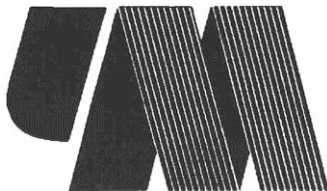
Цель – сравнительная экспресс оценка стойкости труб против коррозионного растрескивания под напряжением в коррозионной среде с учетом фактической геометрии и толщины стенки фрагмента трубы.



(заявка на патент ПАО «Газпром» № 2015111885)



Осуществление контроля за развитием трещины с применением оптического микроскопа.



- оценка кинетики развития единичной трещины в зависимости от состава грунтового электролита, электродного потенциала, величины и типа механической нагрузки;
- исследования текстурной и структурной неоднородности трубных сталей
- разработка и оценка новых составов ингибирующих композиций
- исследование исследованием протекания механохимических и /или хемомеханических эффектов в вершине трещины;



Трассовые измерения характеристик грунтов с использованием специализированного оборудования

Процесс проведения диагностического обследования специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ИФХЭ РАН



Обсуждение результатов

Оборудование для определения подверженных КРН участков МГ

Определение химического состава грунта:
- уровень pH грунтового электролита,
- концентрация сульфид и карбонат ионов,
выполнялось с помощью ионселективных электродов



Определение скорости внедрения водорода в сталь (наводороживающая способность грунта) выполнялось с помощью датчиков наводороживания

Определение скорости восстановления кислорода и поляризационных характеристик стали (скорость анодного растворения и наличие гистерезиса) выполнялось с использованием переносных зондов, потенциостата IPC PRO MF



+



Сбор и обработка информации на переносном компьютере



ВЫВОДЫ

С учетом разработанной кинетической модели КРН исследования должны быть продолжены в следующих приоритетных направлениях:

- сериальные испытания различных типоразмеров труб после эксплуатации в составе МГ и их классификация по стойкости против КРН, а также для определения эмпирических коэффициентов уравнений разработанной модели для широкой номенклатуры труб
- комплексные лабораторные коррозионно-механические испытания сталей, исследования подземной коррозии, металлофизические, рентгеноструктурные и субструктурные исследования сталей;
- усовершенствование методов трассового диагностирования грунтов на предмет наличия в них коррозионно-активных компонентов, для прогнозирования скоростей развития дефектов КРН в различных природно-климатических условиях
- развитие технологий ремонта трубопроводов с применением инновационных изоляционных покрытий и материалов, в том числе содержащих ингибирующие КРН композиции

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Богданов Роман Иванович, канд. хим. наук
Ведущий научный сотрудник лаборатории
исследования процессов коррозионного
растрескивания под напряжением
Тел.: (498) 657-40-48 доб. 27-72 (газ. 5-67-30)
E-mail: R_Bogdanov@vniigaz.gazprom.ru

Ряховских Илья Викторович, канд. техн. наук
Начальник лаборатории исследования процессов
коррозионного растрескивания под напряжением
Тел.: (498) 657-40-48 доб. 21-15 (газ. 5-67-30)
E-mail: I_Ryakhovskikh@vniigaz.gazprom.ru

Кашковский Роман Владимирович, канд. хим. наук
Ведущий научный сотрудник лаборатории
исследования процессов коррозионного растрескивания
под напряжением
Тел.: (498) 657-40-48 доб. 27-72 (газ. 5-67-30)
E-mail: R_Kashkovskiy@vniigaz.gazprom.ru