

Установление нормативных требований к проектированию, строительству и реконструкции магистральных газопроводам на участках потенциального возникновения дефектов КРН

Establishment of regulatory requirements for the design, construction and reconstruction of main gas pipelines in areas of potential occurrence of SCC defects

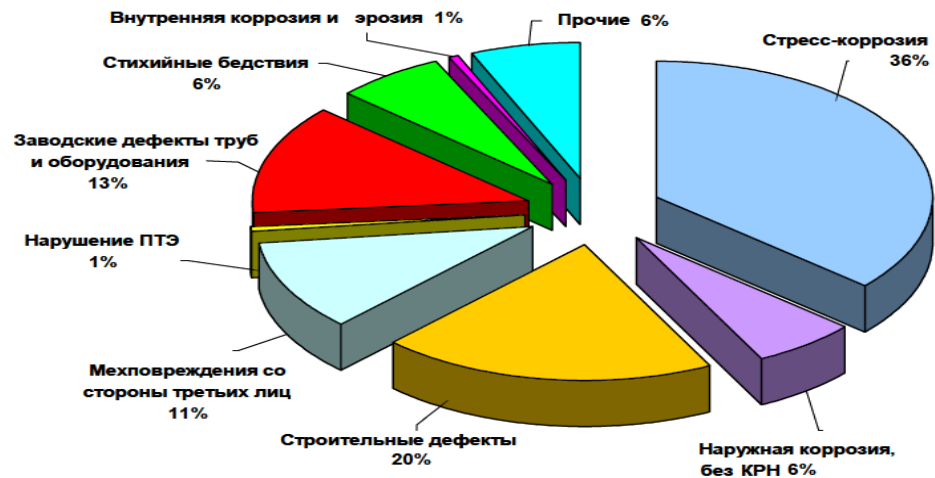
Заведующий кафедрой СиРГНПиХ, д.т.н., профессор Васильев Геннадий Германович

Доцент кафедры СиРГНПиХ, к.т.н. Леонович Игорь Александрович

«..80 % магистральных газопроводов подвержены КРН в 11 газотранспортных обществах ПАО «Газпром»...»

«...До 30% от общего числа аварий происходит по причине КРН..»

Закономерности коррозионного растрескивания под напряжением трубных сталей к.т.н. И.В. Ряховских, к.х.н. Р.И. Богданов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» IV Научно-практический Семинар «Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных КРН, Москва, 6-8 июня 2018г



Структура инцидентов на МГ по причине возникновения

Результаты отбраковки труб при КР МГ

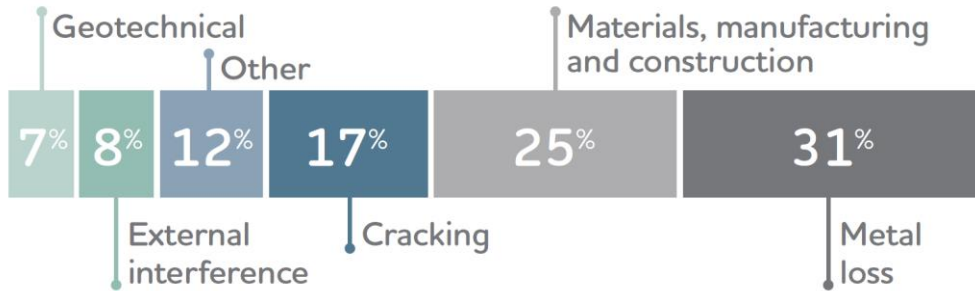
Показатель	ООО «Газпром трансгаз Чайковский»	ООО «Газпром трансгаз Ухта»	ООО «Газпром трансгаз Югорск»
Доля труб с КРН-дефектами в общем количестве обследованных труб, %	57*	62	59
Доля труб с КРН-дефектами глубиной менее 0,1t в общем количестве труб на обследованном участке (в количестве труб с КРН-дефектами), %	52* (92)	53 (86)	54 (92)

* По результатам неразрушающего контроля (НК) технологических трубопроводов КС.

Задачи и перспективы эксплуатации магистральных газопроводов с незначительными повреждениями, образованными по механизму коррозионного растрескивания под напряжением Мелехин О.Н., Арабей А.Б. и др. II научно-практический семинар. Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением, г. Москва, 24-26 мая 2016 г

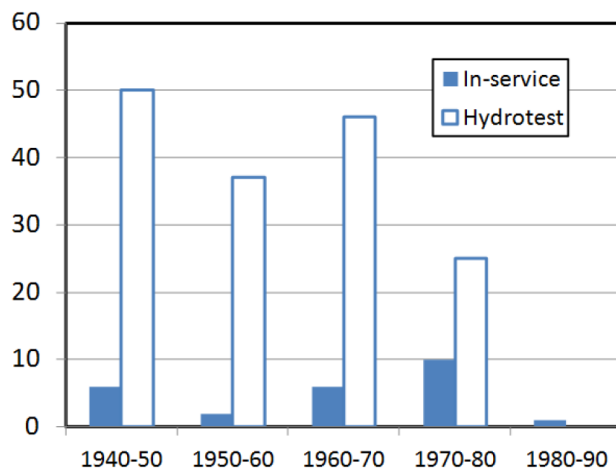
...Из **35** аварий с полным разрушением трубопровода с 1992 по 2014 годы в Канаде – **6** произошли по причине КРН.

...всего по причине КРН на стадии эксплуатации или проведении повторных гидравлических испытаний с 1992 по 2014 годы в Канаде произошло **183 отказа и аварии...**



2018 TRANSMISSION PIPELINE INDUSTRY PERFORMANCE REPORT

По данным CEPA с 2013 по 2017 годы для аварий и инцидентов



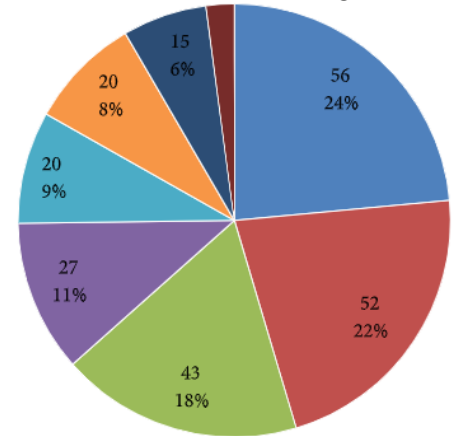
CEPA Recommended Practices for Managing Near-neutral pH SCC 3rd edition, May 2015

Отказы трубопроводов СЕРА по причине КРН в зависимости от года постройки

CEPA Recommended Practices for Managing Near-neutral pH SCC 3rd edition, May 2015

PHMSA, 2004-2015
Причины аварий и отказов на газопроводах США

Analysis and Comparison of Long-Distance Pipeline Failures
Lianshuang Dai, Dongpo Wang etc.
doi.org/10.1155/2017/3174636



- Pipe/weld material failure
- Excavation damage
- Corrosion
- Equipment failure
- Natural force damage
- Other outside force damage
- Others
- Incorrect operation

Государственная политика
в области нормирования и стандартизации
Government program to regulate the construction
industry

Дерегулирование и отмена действующих документов Минстроя и Ростехнадзора в рамках политики **«снятия» административных барьеров**

Deregulation of government supervision

Регуляторная «гильотина» при сохранении требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений и ФЗ РФ «О стандартизации»

Cancellation of part of the national standards

Отмена ФНП Ростехнадзора при сохранении полноценной ответственности эксплуатирующих ОПО организаций

Cancellation of industrial safety standards

Потенциальные последствия



Корпоративное или отраслевое нормирование деятельности - **«сами себе пишем нормы, сами их соблюдаем»**

Отказ от административного установления конкретных требований и постепенный переход **на регулирование по численным параметрам измеряемой «безопасности» объекта**

Возможность **«управлять целостностью»** и параметрами надежности и безопасности объекта **в рамках экономических стратегий**

Процесс, приводящий объект нормирование к **предельному состоянию по надежности**

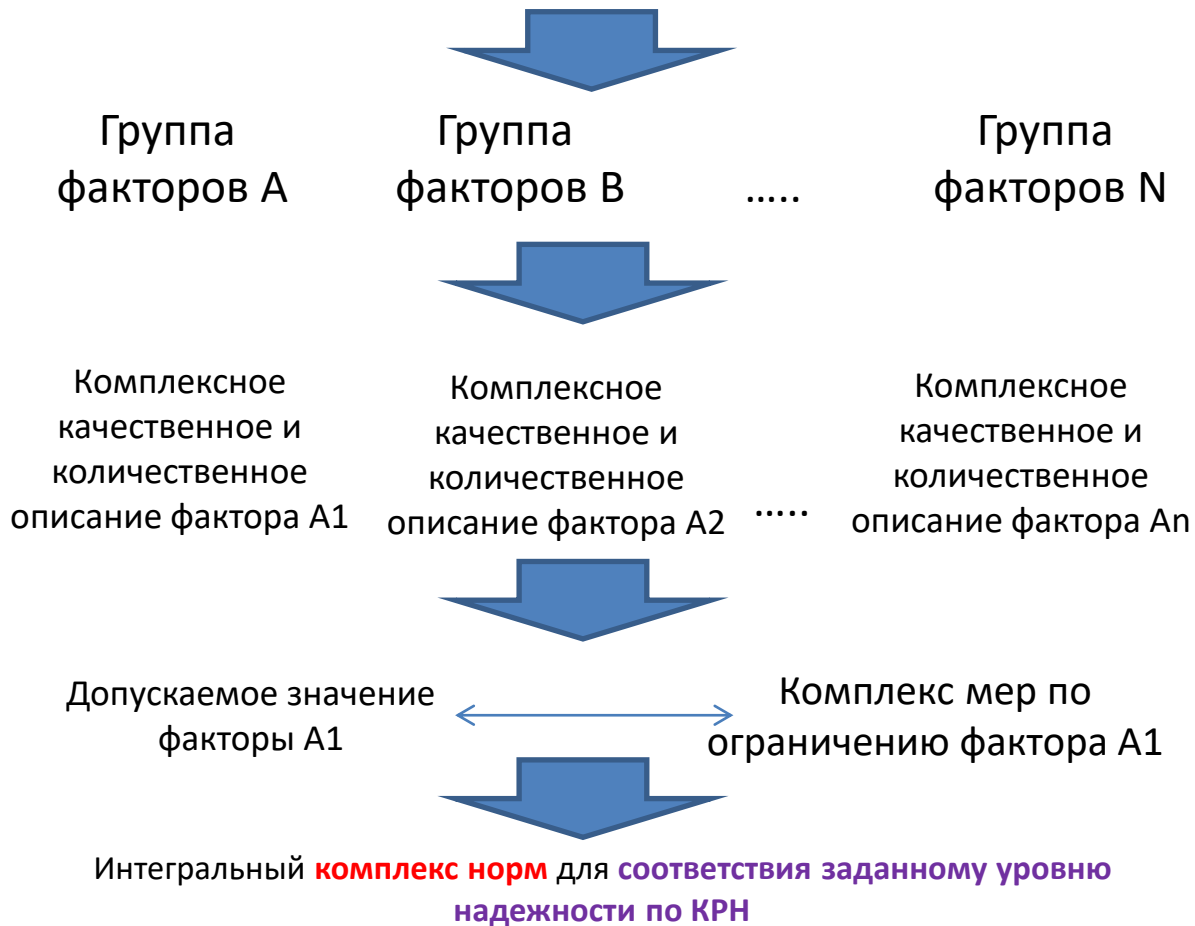
Определение **групп внешних и внутренних факторов** (моделирование процесса как совокупности составляющих)

Исследование **механизма работы единичного фактора**, ранжирование факторов, качественная и количественная **оценка влияния фактора на объект нормирования и на другие факторы**

Определение **критических численных значений**, допустимого влияния фактора, комплекса мер защиты

Интегральный комплекс/ы соответствует необходимому уровню надежности объекта, который определяется как производная от уровня безопасности

Коррозионное растрескивание под напряжением



Значимые факторы КРН

Долговечность защитного **покрытия**

Комплексное влияние **внешней среды**

→ **Грунтовые** условия

→ Параметры работы **катодной защиты** участка

Механические **напряжения** в стенке

→ **Статическая** составляющая нагрузки

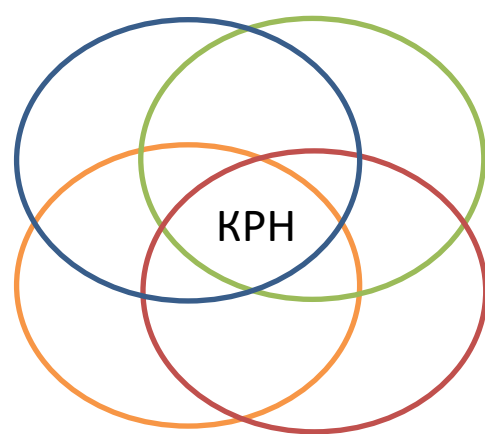
→ **Циклическая** составляющая нагрузки

Металлургические характеристики трубной стали

→ Химический **состав** стали и комплекс **термической** обработки

→ **Микроструктура** и неоднородность, в т.ч. включения

→ **Прочностные** характеристики стали



Долговечность защитного покрытия

Причины:

- разрушение защитного покрытия;
- отслоение защитного покрытия;
- деградация характеристик защитного покрытия;
-

Меры:

Применение новых типов защитных покрытий, в т.ч. изоляции сварных стыков

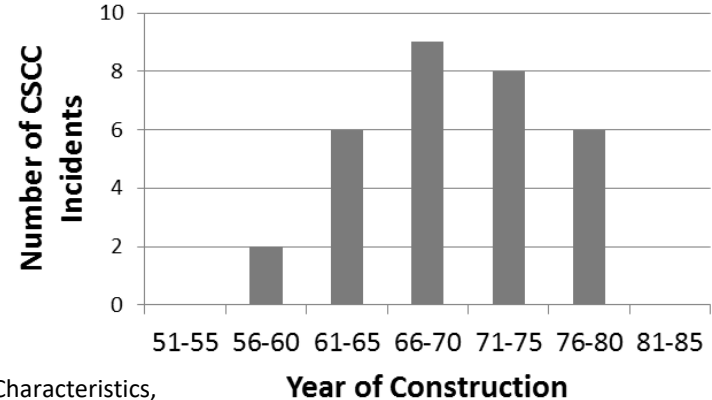
Повышение требований к сроку службы защитного покрытия

Повышение требований к адгезивным свойствам защитного покрытия

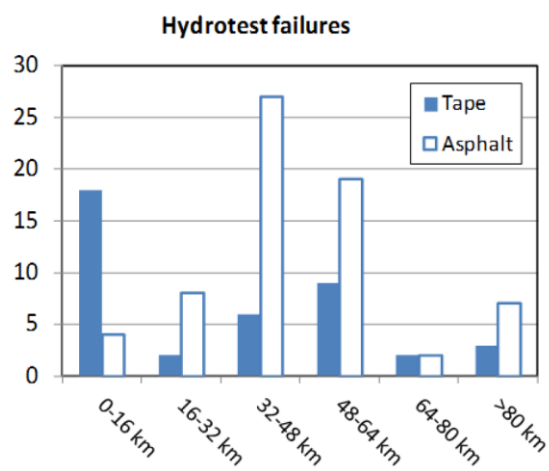
Применение в составе защитных покрытий добавок и ингибиторов

Механизм реализации:

Внедрение требований к изоляции на участках потенциального возникновения КРН в ГОСТ Р 51164-98, 9.602-2016, раздел 14 СП 36.13330.2012, разработка требований типа ОТУ в рамках СДС Интергазсерпт

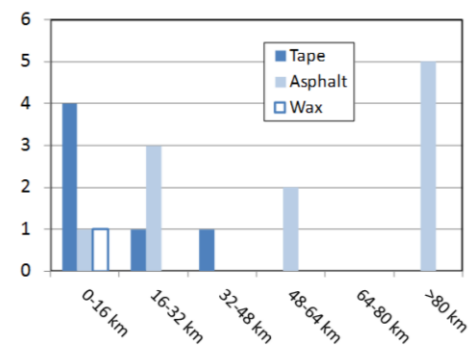


Fessler, R. and M. Sen. 2014. Characteristics, causes, and management of circumferential stress-corrosion cracking. Proceedings International Pipeline Conference 2014 (American Society Mechanical Engineers, New York, NY), paper IPC2014-33059.



Year of Construction

In-service failures



CEPA Recommended Practices for Managing Near-neutral pH SCC 3rd edition, May 2015

Комплексное влияние внешней среды

Грунтовые условия

Причины:

- Сложный химический состав грунтового электролита;
- Уровень pH;
- Содержания хлоридов, сульфидов и т.д.;
-

Меры:

Замена грунта

Модификация химического состава грунта

Система мониторинга и контроля химсостава грунта

Установление иных мер в зависимости от состава грунта

Механизм реализации:

Внедрение требований к грунтам и выделение категорий участков в СП 36.13330.2012, СП 86.13330.2014, СТУ Газпром

Коррозия в среде с высоким pH

Карбонатные породы с pH в диапазоне от 9 до 10,5

Значительный рост скорости развития трещин с повышением температуры

Коррозия в среде с нейтральным pH

pH в диапазоне от 6 до 7

Границы потенциально опасных зон КРН

Параметры работы катодной защиты участка

Причины:

- Определенные режимы работы катодной защиты могут ускорять процессы КРН
-

Меры:

Установление более жестких режимов и границ работы УКЗ для потенциально опасного участка КРН

Механизм реализации:

Внедрение требований и границ к режимам работы УКЗ на определенных участках в ГОСТ Р 51164-98, 9.602-2016 СП 36.13330.2012, СТУ Газпром

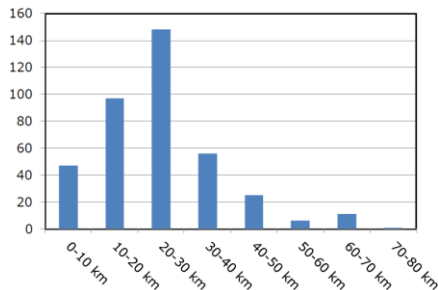
Механические напряжения в стенке

Статическая составляющая нагрузки

Причины:

- напряжение в стенке трубопровода от внутреннего давления в совокупности с остаточными напряжениями сварочных, строительных и иных процессов;

•



Распределение дефектов по длине газопровода от КС

CEPA Recommended Practices for Managing Near-neutral pH SCC
3rd edition, May 2015

Меры:

Для участков потенциального развития КРН установить дополнительные требования по механической надежности

Механизм реализации:

Внедрение дополнительных требований **в рамках расчета механической надежности** (расчет толщины стенки, проверка на кольцевые и продольные напряжения, локальной устойчивости) в СП 36.13330.2012, СТО Газпром

Циклическая составляющая нагрузки

Причины:

- Пульсация давления газа за счет особенностей технологического процесса перекачки и переключения потоков газа в многониточной системе газопроводов и сложной геометрии обвязки ТТ для КС;
- Сезонные изменения НДС трубопровода по причине колебания температур, подвижек трубы и т.д.
-

Меры:

Применение конструкционных элементов гашения пульсации

Коррекция технологического режима работы

Механизм реализации:

Внедрение **требований по ограничению амплитуды/частоты пульсации давления** в нормы технологического проектирования КС и ЛЧ СТО Газпром

Металлургические характеристики трубной стали

Химический состав стали и комплекс термической обработки	Микроструктура и неоднородность, в т.ч. включения	Прочностные характеристики стали
<p>Причины:</p> <ul style="list-style-type: none">изменение стойкости стали к КРН при различных вариантах химического состава и термической обработки.... <p>Меры:</p> <p>Определение наиболее стойких составов стали и вариантов термической обработки</p> <p>Применение в составе легирующих элементов, повышающих стойкость стали</p> <p>Механизм реализации:</p> <p>Внедрение требований к химсоставу и термической обработки трубной стали на участках КРН в СТО Газпром, ОТУ в рамках СДС Интергазсертс</p>	<p>Причины:</p> <ul style="list-style-type: none">наличие неметаллических включений;наличие микротрещин производственной природы;наличие дислокаций кристаллической решетки;..... <p>Меры:</p> <p>Установление требований к микроструктуре трубной стали</p> <p>Повышение качества производства стали</p> <p>Механизм реализации:</p> <p>Внедрение требований к микроструктуре трубной стали на участках КРН в СТО Газпром, ОТУ в рамках СДС Интергазсертс</p>	<p>Причины:</p> <ul style="list-style-type: none">статистическая связь возникновения дефектов КРН с локальными участками максимального напряженного состояния;..... <p>Меры:</p> <p>Применение трубной стали более высоких прочностных характеристик</p> <p>Повышение характеристик вязкости и стойкости стали к трещинам</p> <p>Механизм реализации:</p> <p>Внедрение требований к трубной стали на участках КРН в СТО Газпром, ОТУ в рамках СДС Интергазсертс</p>

Установление нормативных требований

Этап 1. Установление границ участков потенциального возникновения КРН дефектов



Этап 2. Установление проектного уровня надежности данных участков



Этап 3. Установление нормативных требований к проектируемому трубопроводу на участке потенциального КРН

По грунтовым условиям – уровень pH или наличие других химических веществ в электролите грунта

По напряженному состоянию стенки – соотношение кольцевых и продольных напряжений к пределу текучести

Проектная вероятность возникновения отказа на участке

К защитным **покрытиям**

К **металлургическим** характеристикам трубной стали

К расчету **напряжений** в стенке

- Тип покрытия;
- Метод изоляции сварных стыков;
- Повышенные требования к адгезии

Повышенные требования к стойкости к межкристаллическому растрескиванию и наличию неметаллических включений

Расчет участка на циклическую нагрузку с учетом дополнительных напряжений строительного и производственного циклов трубы

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Доцент кафедры СиРГНПиХ
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
к.т.н. Леонович Игорь Александрович
+7 (916) 975-10-93
srgnp@gubkin.ru

Алгоритм выбора комплекса мер

Определение проектного уровня безопасности участка магистрального газопровода



Определение перечня процессов, приводящих к наступлению предельного состояния (предельных состояний)



Установление уровня надежности по каждому предельному состоянию



Соотнесение необходимых требований к процессам проектирования, строительства и реконструкции с установленным уровнем надежности



1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений;
2. Расчеты **потенциальных рисков** для участка трубопровода и сравнение с предельно допустимыми рисками по требованию государственного надзора и корпоративной политики «управления целостностью»;
3. Расчеты зон поражения при аварии;
4.



1. Исчерпание несущей способности;
2. Усталостная долговечность;
3. Воздействие третьей стороны;
4.
5. **КРН**
6.



1. Проектная частота отказа;
2.
3. Вероятность безотказной работы;
4.
5. Средняя наработка на отказ;
6.



1. Установление границ участков потенциального КРН;
2. Применения в границах участков изоляции с особыми требованиями;
3.
4. Особый режим работы УКЗ;
5.