

# Возможности метода акустической эмиссии при диагностике стресс-коррозионных дефектов газопроводов ПАО «ГАЗПРОМ»

ООО «Стратегия НК»

Генеральный директор, к.ф.-м.н., III уровень по АЭ методу контроля,  
Кузьмин Алексей Николаевич,  
Екатеринбург

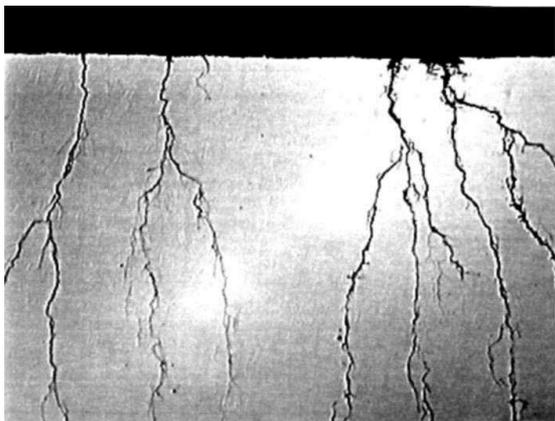
ООО «Газпром трансгаз Югорск»

Заместитель начальника службы ИТЦ, к.т.н., Селиванов Алексей Анатольевич,  
Югорск

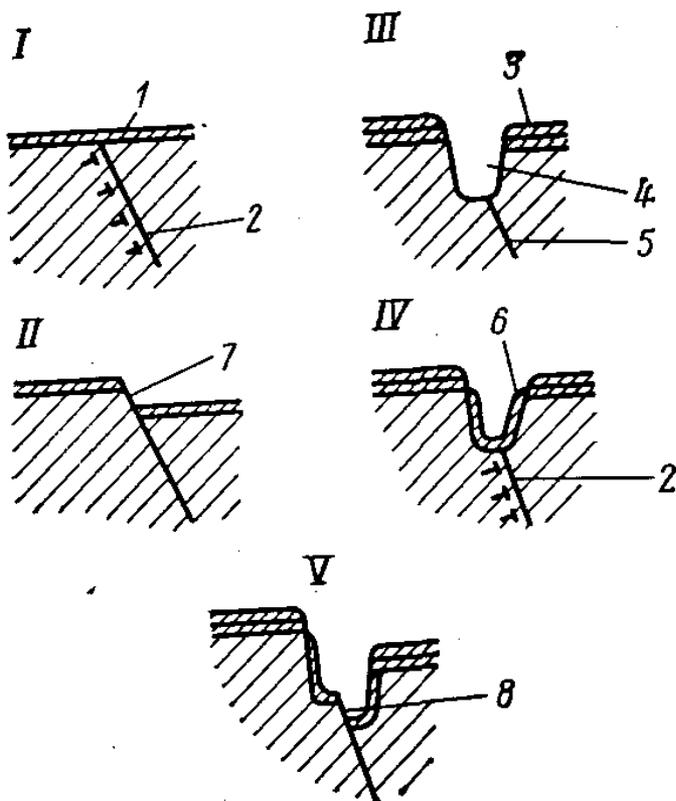
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», II научно-практический семинар «Повышение  
надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному  
растрескиванию под напряжением», 24 – 26 мая 2016,  
Москва, Россия



# КОРРОЗИОННОЕ РАСТРЕСКИВАНИЕ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ НА ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ



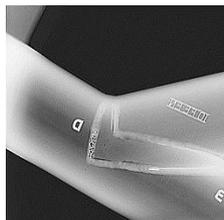
## Механизмы образования и роста stress-коррозионных дефектов



## Стадийный рост трещин коррозии под напряжением по механизмам структурной перестройки материала:

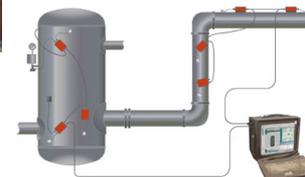
- 1 – оксидный слой;
- 2 – плоскость скольжения;
- 3 – продукты коррозии;
- 4 – образование микрополостей напряжений;
- 5 – плоскость скольжения в начальном состоянии;
- 6 – переход в пассивное состояние;
- 7 – незащищенная поверхность металла;
- 8 – разрушение защитной пленки и дальнейший рост трещины.

# Локальные



-МК  
-ВИК  
-НДС

# Интегральные



-ВТД  
-АЭ  
-ММП  
-ДВ УК

Акустико-эмиссионный метод основан на регистрации и анализе параметров сигналов акустической эмиссии материала контролируемого объекта, обусловленной наличием и развитием в нем дефектов.



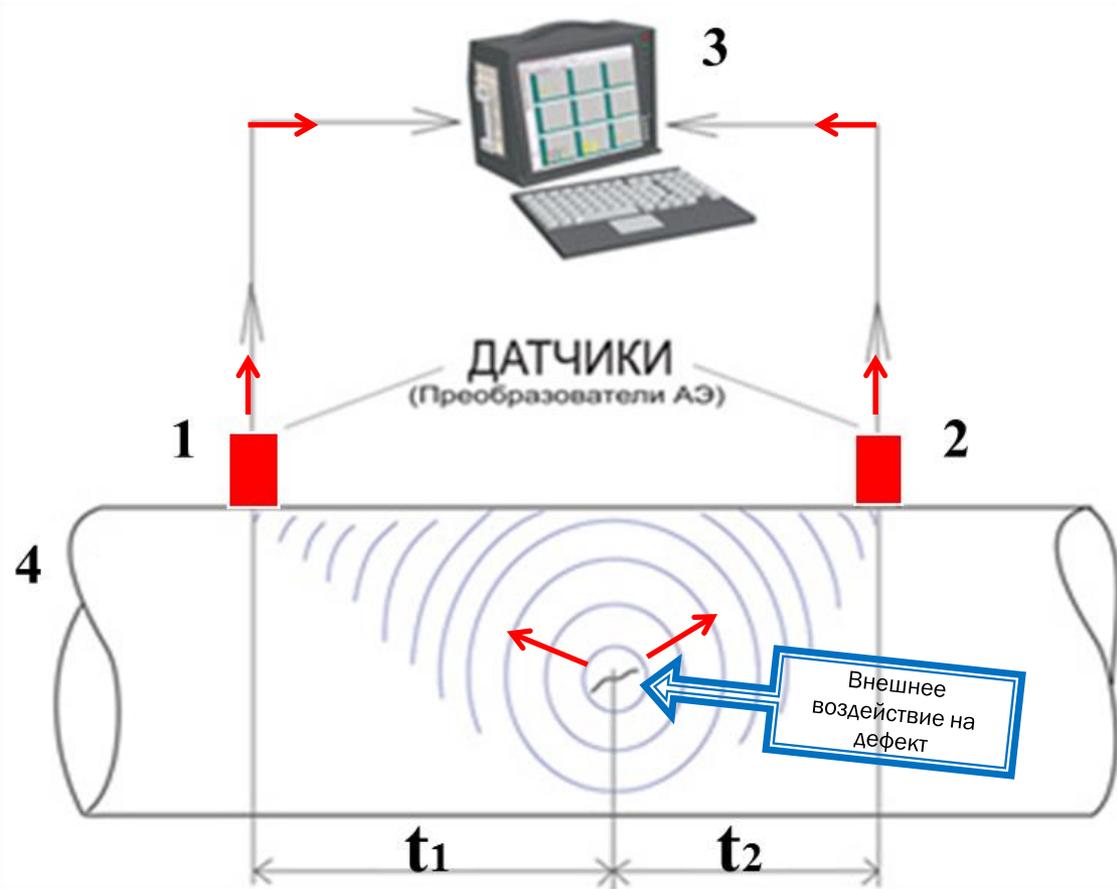
**Метод акустической эмиссии** позволяет делать обоснованные выводы о процессах зарождения и развития опасных повреждений и, в конечном итоге, о техническом состоянии контролируемого объекта.

**Принцип подхода:** определение технического состояния объекта с применением метода АЭ производится при испытаниях давлением, а также возможно на текущих рабочих параметрах эксплуатации опасного производственного объекта.



## Источники АЭ:

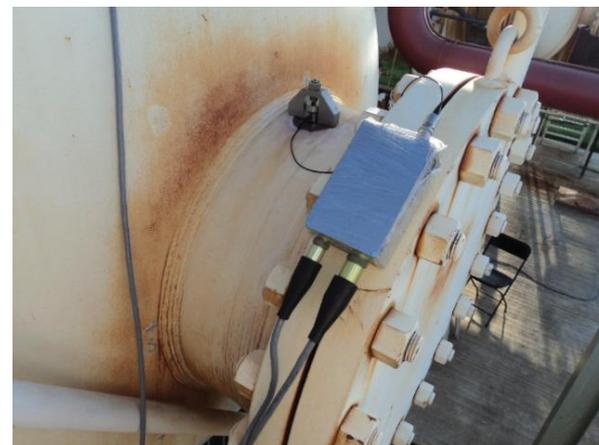
- ✓ процессы развития трещин, переход материала в пластическое состояние и т.п.
- ✓ процессы, связанные с наличием дефектов – трение берегов трещины, разрушение продуктов коррозии в полости трещины и пр.;
- ✓ турбулентные или кавитационные режимы движения рабочего вещества такие, как утечки через сквозные дефекты, разуплотненную запорную арматуру, фланцы или заглушки.
- ✓ разрушение и отслоение шлаковых включений;
- ✓ электрохимическая коррозия.



1, 2 – преобразователи акустической эмиссии; 3 – регистрирующий блок системы АЭ; 4 – объект контроля;  $t_1$ ,  $t_2$  – времена прихода сигнала от источника АЭ к ближайшим преобразователям.

## Применение акустико-эмиссионного метода:

- ✓ Оценка технического состояния ОПО с высокой выявляемостью развивающихся дефектов (трещин, течей, напряженно-деформированных участков)
- ✓ Выявление повреждения объекта задолго до наступления предельного состояния
- ✓ Возможность проведения контроля объекта без вывода из эксплуатации
- ✓ Контроль в полном объеме: 100% металла и сварных соединений, включая участки, труднодоступные и недоступные для других методов контроля
- ✓ Контроль герметичности оборудования, течеискание
- ✓ Контроль ответственных, а также технических устройств любой конфигурации на любой стадии производства и монтажа
- ✓ Оценка активности дефектов при выявленных другими методами неразрушающего контроля, мониторинг состояния оборудования до планового ремонта.



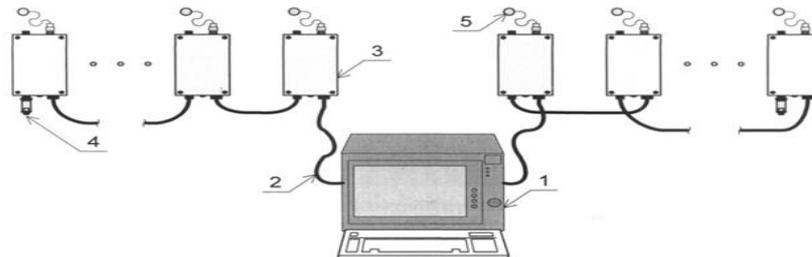
Оборудование метода АЭ

Многоканальные цифровые комплексы регистрации, анализа и обработки акустико-эмиссионного сигнала



Цифровая многоканальная система АЭ А-Line 32D:

- адаптирована к объектам и НТД ОАО «Газпром»;
- широкая область применения;
- модульный принцип построения;
- высокая производительность и помехозащищенность;
- цифровая передача данных от приемника до устройства регистрации данных АЭ;
- последовательный принцип коммутации регистрирующих устройств системы АЭ;
- высокая надежность и безопасность при эксплуатации;
- анализ результатов диагностики в реальном времени.





## Цели контроля:

Целью акустического контроля является 100% выявление зарождающихся дефектов, к которым относятся: усталостные соединения трубопровода, трещины, усталостное разрушение металла, развитие коррозии;

- нахождение активных концентраторов напряжений;
- оценка степени опасности дефектов для эксплуатации.

## Методика контроля:

- метод АЭ особенно эффективно используется при контроле трубопроводов подземной прокладки, в скрытых и недоступных местах;
- вскрытие подземных участков трубопровода производится в местах установки датчиков до верхней образующей;
- датчики АЭ устанавливаются на верхнюю образующую трубопровода, расстояние между ближайшими ПАЭ в пределах 40÷60 м.;
- длина диагностируемого участка за один цикл измерений 1.5÷2 км.;
- изменение давления в процессе контроля осуществляется по согласованной программе в пределах 5÷10% от рабочего;
- возможно проведение контроля трубопровода на текущих эксплуатационных параметрах транспорта среды.

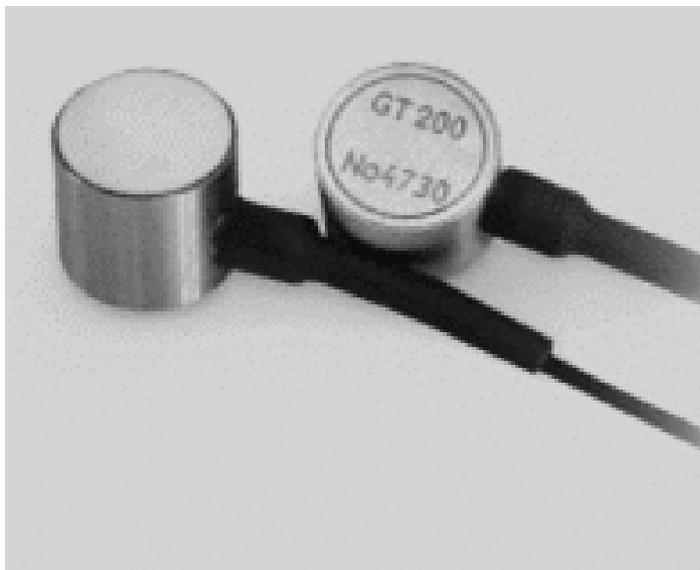


## Проблемы использования метода:

- ✓ рыночные серийные аналоги преобразователей АЭ не удовлетворяют современным требованиям контроля;
- ✓ низкая точность обнаружения и лоцирования источников АЭ;
- ✓ отсутствие практического обоснования эффективного расстояния между преобразователями АЭ на объекте контроля;
- ✓ слабая помехоустойчивость, неадекватность и ошибочность результатов контроля;
- ✓ отсутствуют адаптированные количественные критерии оценки степени опасности разрушения на объекте контроля;
- ✓ субъективность метода в связи с обобщенным, рекомендательным характером НТД без учета особенностей объекта контроля.



Серийный датчик АЭ GT-200  
ООО «Глобал тест»



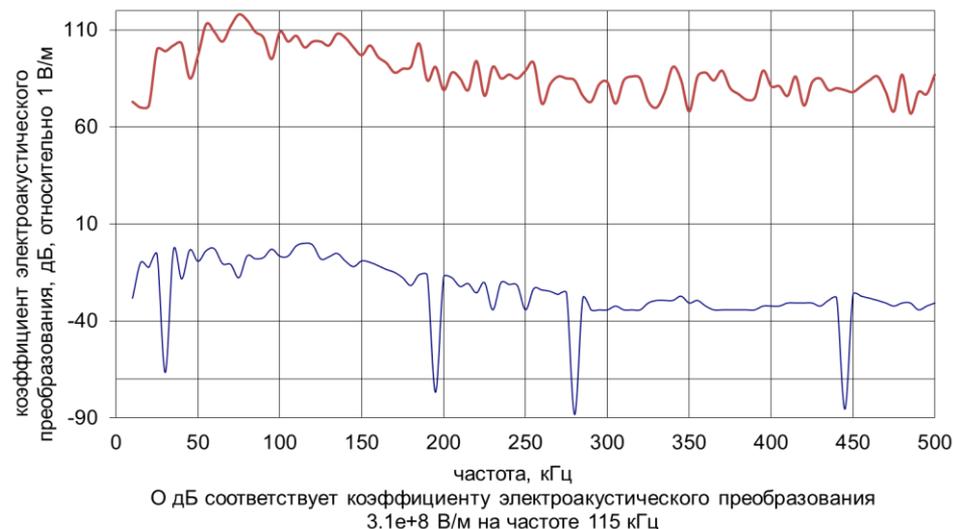
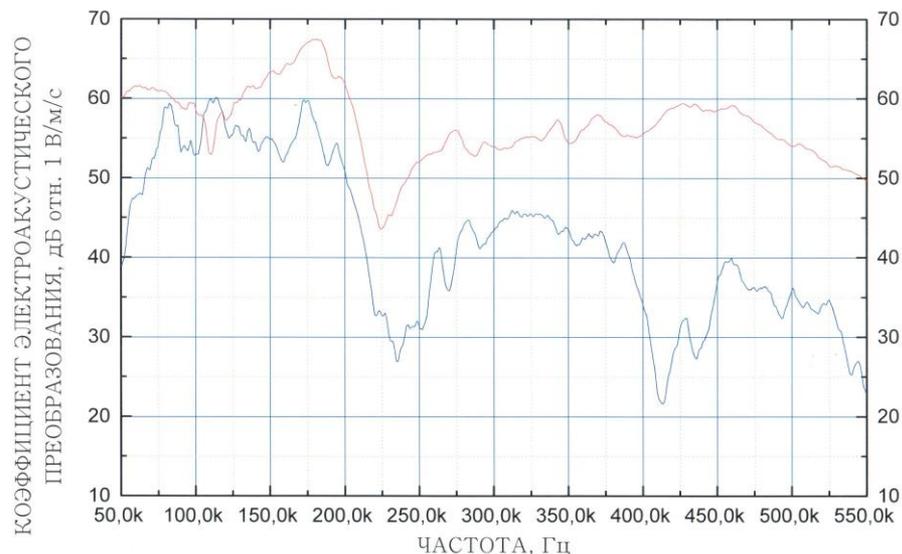
Датчик АЭ SNK-15  
ООО «Стратегия НК»



Характеристика	Единицы изм.	GT200	SNK15
F	кГц	100–200	40–190
fрез.	кГц	180	70
$\sigma$ пр.волны	дБ	<60	>110

## Серийный датчик АЭ GT-200 ООО «Глобал тест»

## Датчик АЭ SNK-15 ООО «Стратегия НК»



Красная линия – продольные волны, синяя – волны Релея.

Калибровочные амплитудно-частотные характеристики преобразователей GT-200 (слева) и SNK-15 (справа) по данным испытаний в ОАО Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума («НИЦПВ»), Москва.

Разработка адаптированного преобразователя SNK-15 для условий регистрации сигнала АЭ на магистральных газопроводах.

### Улучшены следующие характеристики ПАЭ:

- адаптация частотного диапазона для регистрации характерных далекодействующих мод  $S_0$  и  $A_0$  волн Лэмба в МГ – селекция принимаемого сигнала по частотным и скоростным характеристикам;
- более сглаженная и равномерная АЧХ по сравнению с резонансными ПАЭ;
- более высокая чувствительность по сравнению с имеющимися аналогами типа GT-200;
- увеличенный ресурс;
- герметичность;
- помехозащищенность.



### Результат:

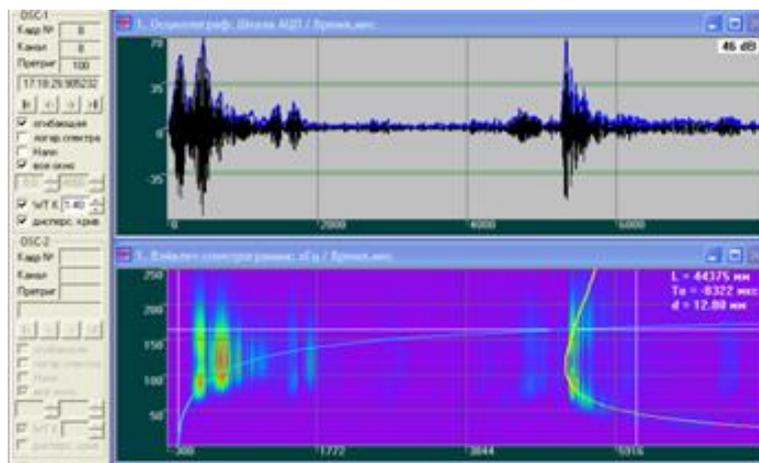
- 1. При проведении калибровочных испытаний новых преобразователей на объектах ПАО «Газпром» точность лоцирования источников АЭ увеличилась более чем в 2 раза.**
- 2. Использование низкочастотных селективных резонансных преобразователей АЭ SNK-15 позволило достичь снижения на 10% уровня дискриминации АЭ сигнала на объекте.**

Источник: А. В. Жуков. Повышение точности определения координат АЭ-источников при контроле магистральных газопроводов. В мире НК. 2015, №3 (18), С. 19-21.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭК ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

**Тема НИР:** экспериментальное обоснование эффективного расстояния между преобразователями АЭ на ТП для обнаружения опасных развивающихся дефектов.

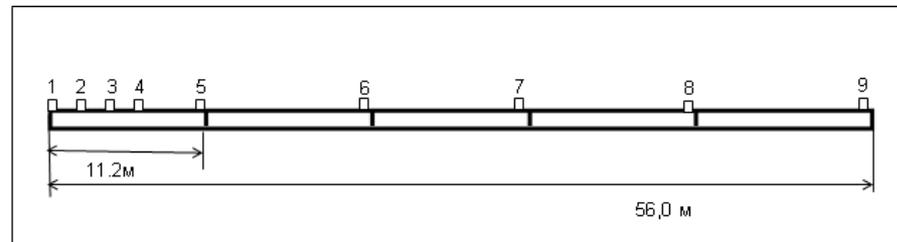
*ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», 2008 г.*



Вэйвлет-спектрограмма  $S_0$  и  $A_0$  зарегистрированных мод волн Лемба на ПАЭ №8 (44,8 метра от источника) при проведении эксперимента по исследованию распространения упругого отклика от имитатора сигнала от дефекта на технологическом трубопроводе.

*Источник: Кузьмин А.Н., Жуков А.В. Практическая оценка метода акустической эмиссии на технологических газопроводах. В мире НК. 2008, №3 (41), С. 24-26.*

Объект контроля – экспериментальный участок МГ



## Принцип эксперимента:

**Генерация имитирующего сигнала АЭ от дефекта специальным преобразователем в узкой частотной области спектра.**

Предварительное рассчитанное значение предельной дальности распространения сигнала АЭ на МГ – 100-120 м.

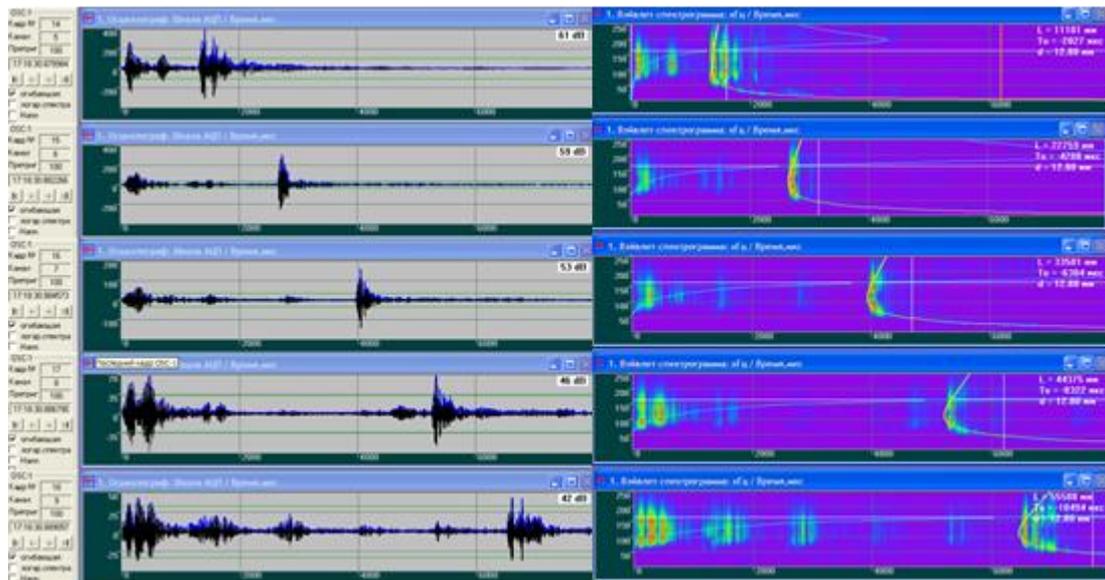
*Г.А.Буденков, О.В.Недзвецкая, и др. Оценка возможностей метода акустической эмиссии при контроле магистральных трубопроводов. – Дефектоскопия. 2002. №2 стр. 29-36.*

# МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭК ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

**Тема НИР:** экспериментальное обоснование эффективного расстояния между преобразователями АЭ на МГ для обнаружения опасных развивающихся дефектов.

ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», 2008 г.

Расстояние приемника от источника АЭ сигнала.



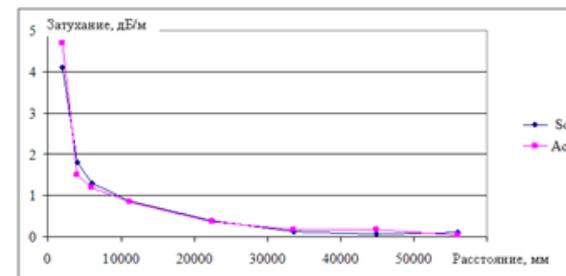
11 м

22 м

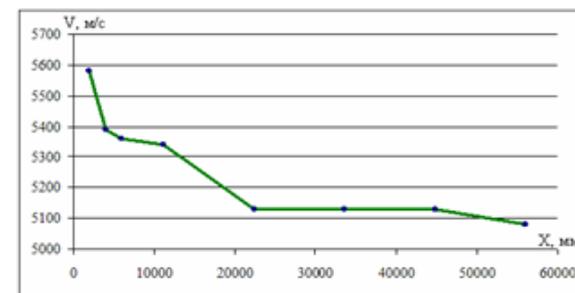
33 м

44 м

56 м



а



б

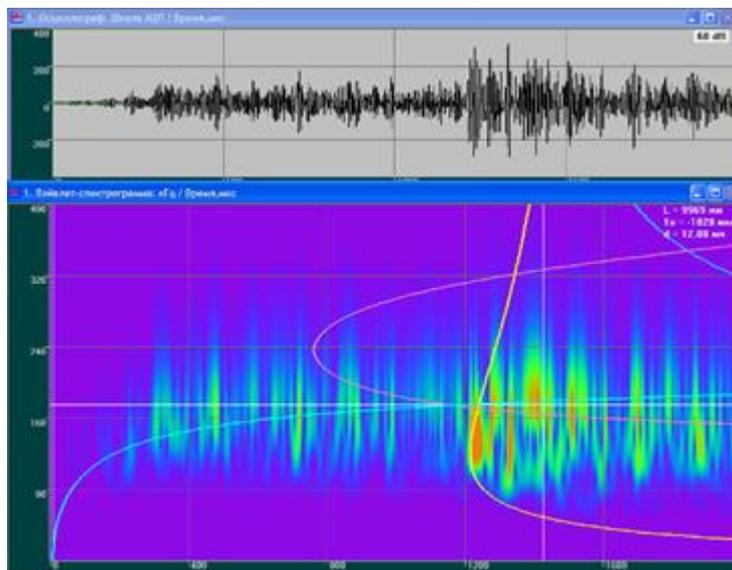
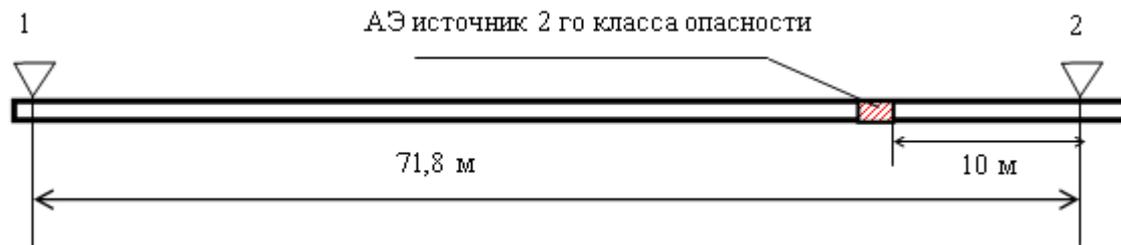
Характерный вид мод  $S_0$  и  $A_0$  с изменением расстояния от источника АЭ. Полоса пропускания фильтра аппаратуры на входе сигнала АЭ: 30-500 КHz.

Источник: Кузьмин А.Н., Жуков А.В. Практическая оценка метода акустической эмиссии на технологических газопроводах. В мире НК. 2008, №3 (41), С. 24-26.

Функции распространения сигнала АЭ в зависимости от расстояния до источника: а) затухание моды  $A_0$  и  $S_0$ ; б) изменение скорости распространения.

## Пример реального сигнала АЭ от дефекта 2-го класса опасности при техническом диагностировании трубопроводов

КС «Саракташ», Медногорское ЛПУ МГ, ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», 2008 г.



Вид и вэйвлет-спектрограмма сигнала принятого на ПАЭ №1 отстоящего на 60 метров от источника – трещиноподобного дефекта, 520x12, природный газ.

### Вывод:

В ходе экспериментов установлены допустимые граничные условия проведения корректного АЭ контроля линейных объектов магистральных газопроводов.

Источник: Кузьмин А.Н., Жуков А.В. Практическая оценка метода акустической эмиссии на технологических газопроводах. В мире НК. 2008, №3 (41), С. 24-26.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ АЭ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ

Пример распределения дефектов сварных соединений по степени опасности на участке магистрального трубопровода по стандарту NDIS 2412-80

Таблица 1. Расчетные параметры по данным контроля

Параметр для расчета критерия	Обозначение	Величина
Радиус зоны локации, мм	R	150
Число локаций	N	236
Коэффициент концентрации источника по локации	Lg C	1,049
Суммарная энергия, отн.ед.	Lg E	4,186
Ранг источника	Ранг	4
Динамика энерговыделения	P	1,032
Тип источника	Тип	3

Таблица 2. Определение типа источника АЭ

P	Тип
$P \ll 1$	1
$P < 1$	2
$P = 1$	3
$P > 1$	4

Диаграмма 1. Определение ранга источника АЭ для всех проконтролированных дефектов сварных соединений МН

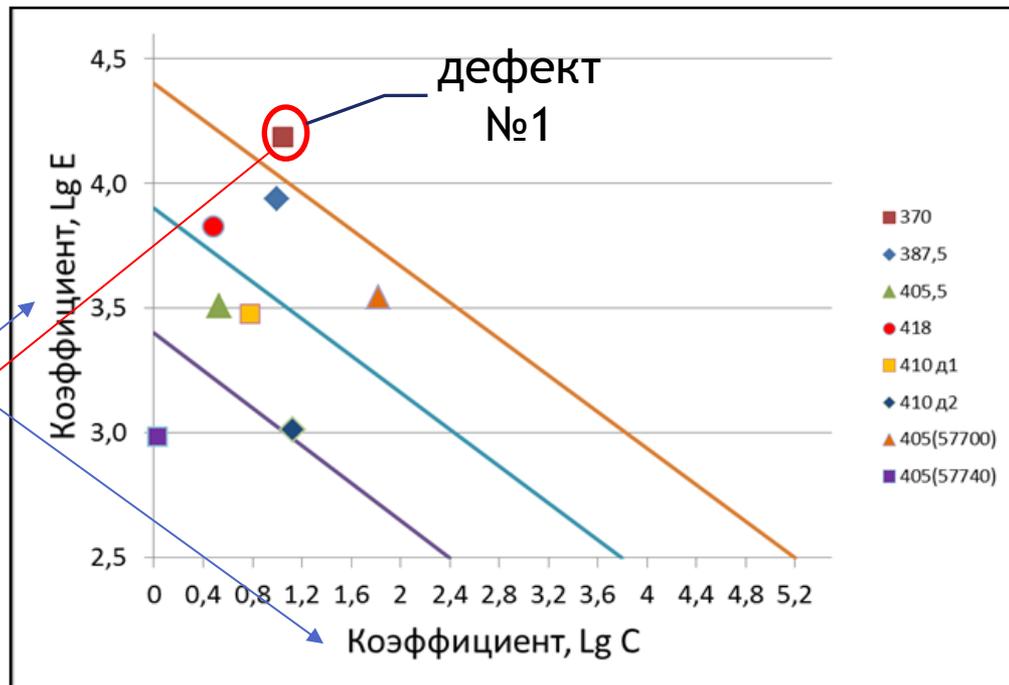


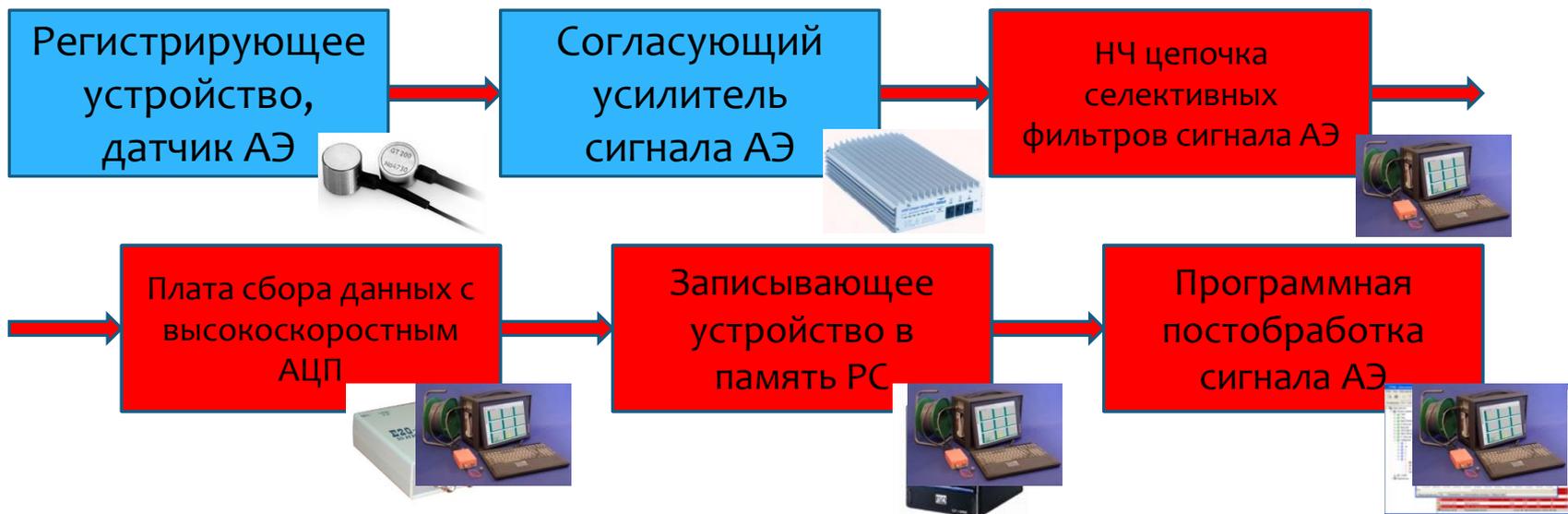
Таблица 3. Определение класса опасности источника АЭ

Тип P	Ранг Lg E-Lg C			
	1	2	3	4
				4
1	I	I	II	III
2	I	II	II	III
3	I	II	III	III
4	I	III	IV	IV

Технология беспороговой регистрации данных позволяет регистрировать непрерывный АЭ сигнал+шум без потери информативности



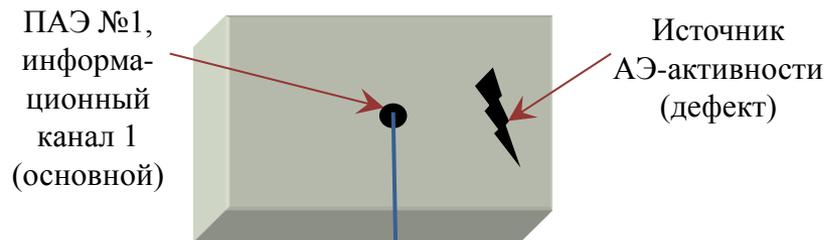
## Беспороговая регистрация сигнала АЭ:



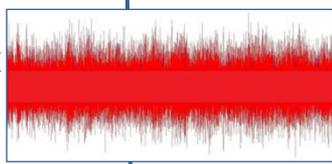
В основе беспороговой регистрации данных лежит принцип непрерывной (без использования порога дискриминации) записи АЭ сигнала

## АЭ-контроль

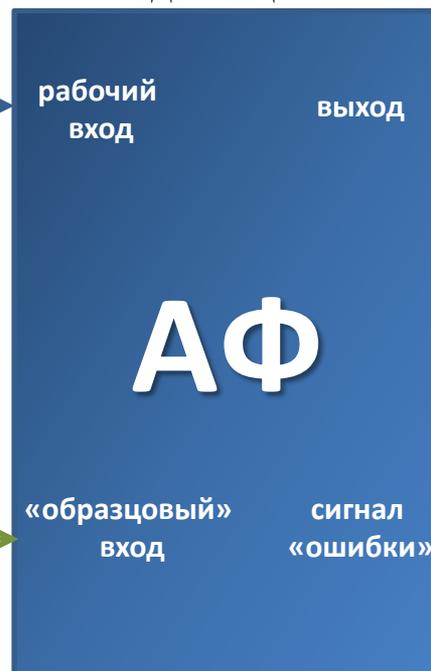
в одноканальном режиме :



сильно зашумленный АЭ сигнал ( $s/n \ll 1$ )



Механизм «слепой» адаптации

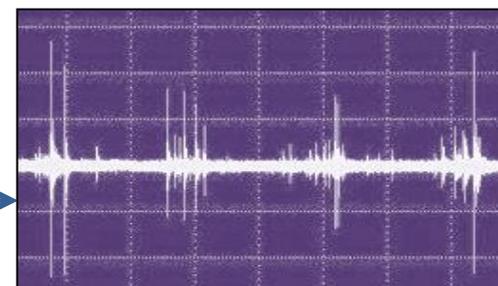


линия задержки

Шумовая компонента



АЭ сигнал от дефекта



## Общие регламентные положения:

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ с изменениями;
2. ФНП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденные Приказом от 12 марта 2013 года N 101.
3. РД 12–411–01 Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов.
4. СНиП 2.05.06–85\* Магистральные трубопроводы.
5. СТО РД ГАЗПРОМ 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы.
6. СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-252-2008 Методика продления срока безопасной эксплуатации магистральных газопроводов ОАО "Газпром".
7. СТО ГАЗПРОМ 2–2.3–095–2007 «Методические указания по диагностическому обследованию ЛЧМГ» .
8. СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-454-2010 Правила эксплуатации магистральных трубопроводов.

## Методика проведения контроля:

1. ПБ 03-593-03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов.
2. «Методика наружного обследования трубопроводов методом акустико-эмиссионного контроля». – Москва: 1998. Утверждена ГГТН РФ и РАО «Газпром» от 22.07.1998.
3. СТО Газпром 2-2.3-238-2008 «Методика акустико-эмиссионного контроля переходов магистральных газопроводов через водные преграды, автомобильные и железные дороги».
4. РД 03-299-99. Требования к акустико-эмиссионной аппаратуре, используемой для контроля опасных производственных объектов.
5. РД 03-300-99. Требования к преобразователям акустической эмиссии, применяемым для контроля опасных производственных объектов.
6. ГОСТ 27655. Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения. Государственный комитет СССР по стандартам. Издательство стандартов, Москва: 1988.
7. «Методика акустико-эмиссионного контроля трубопроводов обвязки компрессорных станций». Газпром трансгаз Екатеринбург, 2006.
8. «Методика акустико-эмиссионного контроля сварных соединений линейной части магистрального газопровода» Газпром трансгаз Екатеринбург , 2005.

# РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ОБЛАСТИ АЭ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ПАО «ГАЗПРОМ»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель генерального  
директора по эксплуатации  
компрессорных станций  
ООО «Газпром трансгаз Югорск»  
А.О. Прокопен  
«15.05.2015 г.»

## МЕТОДИКА

ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ КС ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ  
ЮГОРСК» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНУТРИТРУБНОГО  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ.

«РАЗРАБОТАНО»  
Генеральный директор  
ООО «Газпром-ДКР»  
Д.А. Гурин  
«...» 2015 г.

«РАЗРАБОТАНО»  
Генеральный директор  
ООО «Стратегия НК»  
А.Н. Бульман  
«...» 2015 г.

г. Санкт-Петербург, 2015 г.

## Экспертиза промышленной безопасности трубопроводов КС в ООО «Газпром трансгаз Югорск» в 2015 году.

### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	4
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	4
3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	6
4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	8
5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ .....	10
5.1 Обязанности эксплуатирующей организации .....	10
5.2 Обязанности Исполнителя .....	10
6. СОДЕРЖАНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РАБОТ .....	11
6.1 Структура работ .....	11
6.2 Предварительный этап .....	12
6.3 Сбор и анализ документации .....	12
6.4 Оценка технического состояния средств ЭХЗ .....	15
6.5 Проведение АЭ-контроля .....	15
6.6 Проведение ВТД трубопровода .....	16
6.7 Определение мест шурфования ПОУ трубопровода .....	17
6.8 Оценка НДС трубопровода .....	18
6.9 Проведение НК основного металла деталей и сварных соединений трубопроводов в шурфах .....	18
6.10 Оценка технического состояния и срока безопасной эксплуатации технологических трубопроводов КС .....	20
7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	22

Выполнил ПО ЭКС  
А.Н. ПОПОВСКИЙ  
«...» 2015 г.

Зам. начальника ПО ЭКС  
РУСАНОВ С.В.  
«...» 2015 г.

ПОЭКС И.Д. ИЖЕНКО  
ПОЛУМЕНКО Д.В.

2

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель генерального  
директора по эксплуатации  
компрессорных станций  
ООО «Газпром трансгаз Югорск»  
А.О. Прокопен  
«...» 2015 г.

## ПРОГРАММА РАБОТ

ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ КС «ИВДЕЛЬСКАЯ», КС  
«НОВО-ИВДЕЛЬСКАЯ», КС «КОМСОМОЛЬСКАЯ», КС  
«СОСЫВНСКАЯ» И КС «СОРУМСКАЯ» ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ  
ЮГОРСК» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНУТРИТРУБНОГО  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

«РАЗРАБОТАНО»  
Генеральный директор  
ООО «Газпром-ДКР»  
Д.А. Гурин  
«...» 2015 г.

«РАЗРАБОТАНО»  
Генеральный директор  
ООО «Стратегия НК»  
А.Н. Бульман  
«...» 2015 г.

Выполнил ПО ЭКС  
А.Н. ПОПОВСКИЙ  
«...» 2015 г.

г. Санкт-Петербург, 2015 г.

## **Техническая диагностика объектов МГ с применением АЭК, не подверженным обследованию внутритрубными методами НК**

1. «Методика проведения расширенного технического диагностирования дефектных участков магистральных газопроводов». Газпром трансгаз Югорск. 2015.
2. «Методика диагностирования и оценки технического состояния технологических перемычек многониточных газотранспортных систем». Газпром трансгаз Югорск. 2017\*.

\* в рамках НИР с обследованием на действующих объектах ООО «Газпром трансгаз Югорск»

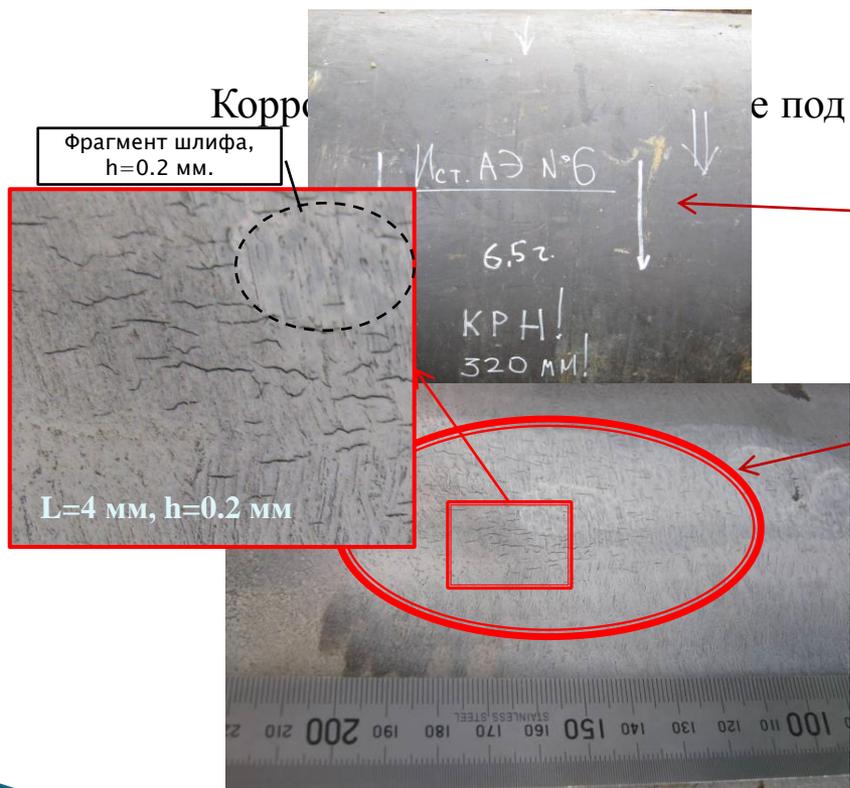
# РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КРН С ПРИМЕНЕНИЕМ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ГАЗА



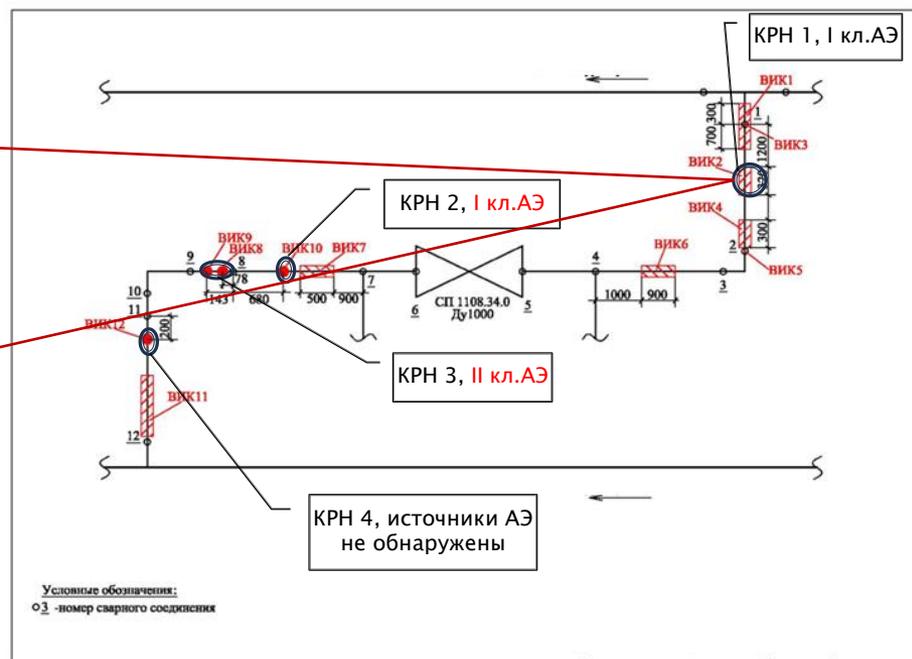
# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ на примере технологической переемычки

## I класс опасности

### Обнаруженные в результате ДДК типы повреждений



Эскиз с указанием местоположения обнаруженных дефектов в результате проведения дополнительного обследования

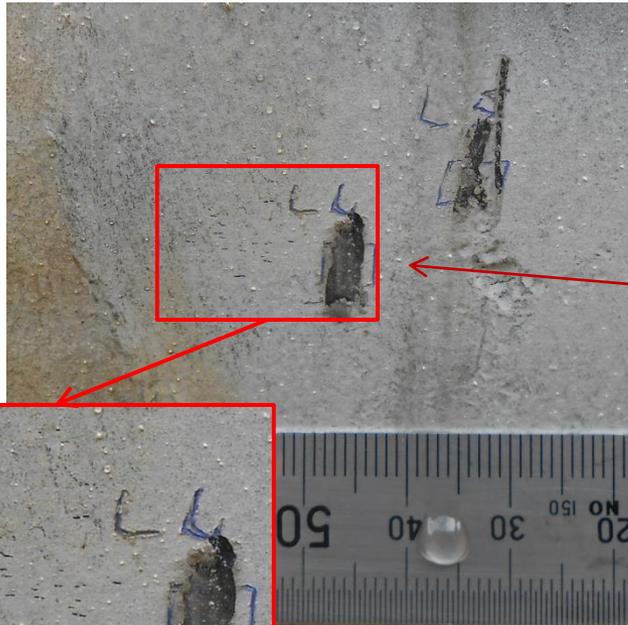


ВИК 2: участок КРН в начальной стадии роста. Длина участка 320 мм, ширина 60 мм. На участке скопление продольных поверхностных трещин длиной до 4 мм, глубина дефекта по выборке 0,2 мм.

# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ технологической переемычки

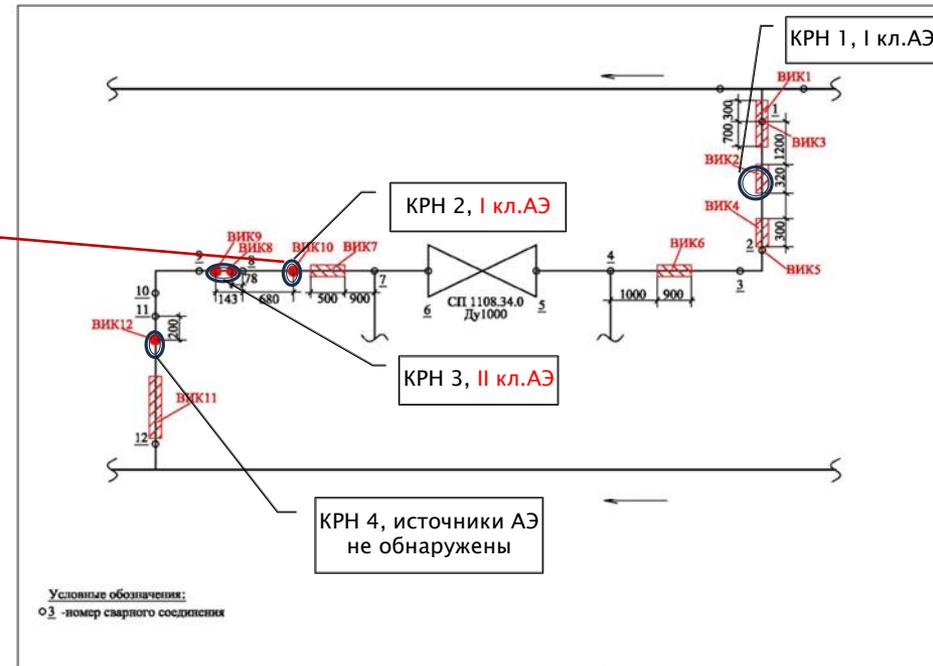
## I класс опасности

### Обнаруженные в результате ДДК типы повреждений



L=18 мм, h=0,5 мм

Эскиз с указанием местоположения обнаруженных дефектов в результате проведения дополнительного обследования

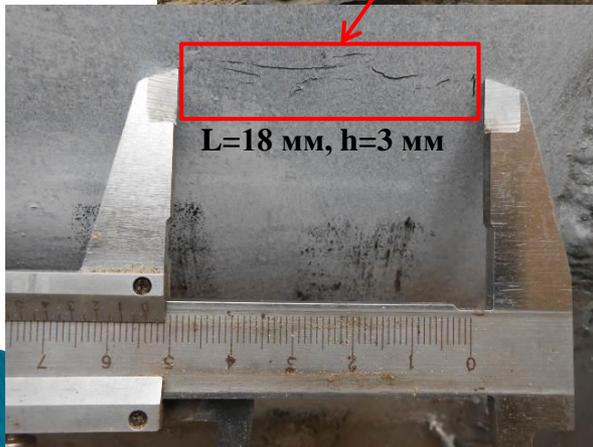


ВИК 10: зарождающиеся трещины КРН. На участке скопление продольных поверхностных трещин длиной до 3 мм, оценочная глубина дефекта до 0,5 мм.

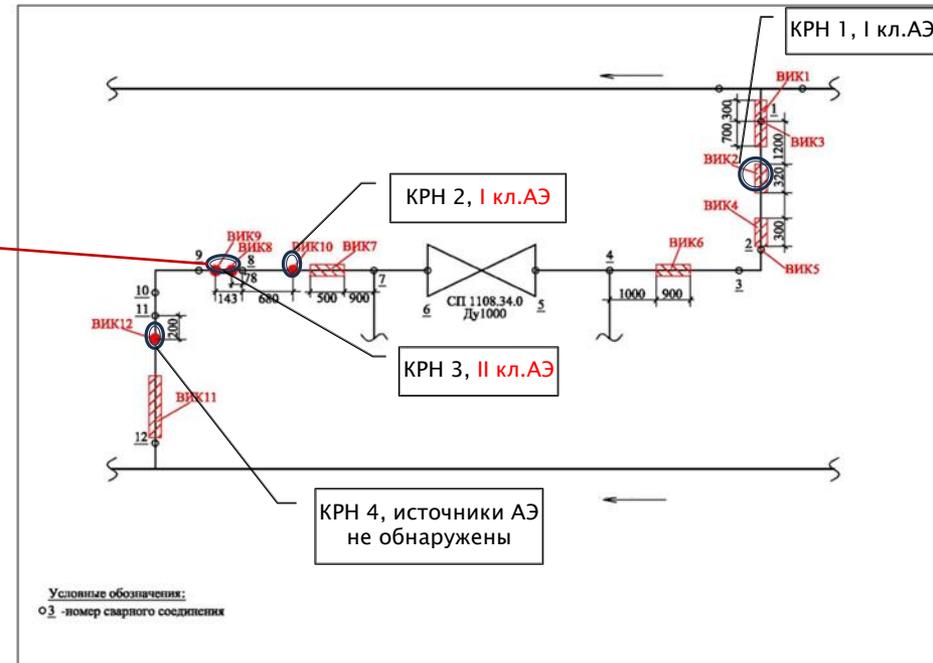
# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ технологической переемычки

## II класс опасности

### Обнаруженные в результате ДДК типы повреждений



Эскиз с указанием местоположения обнаруженных дефектов в результате проведения дополнительного обследования

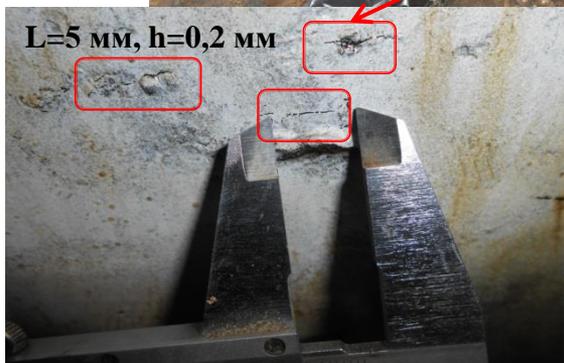
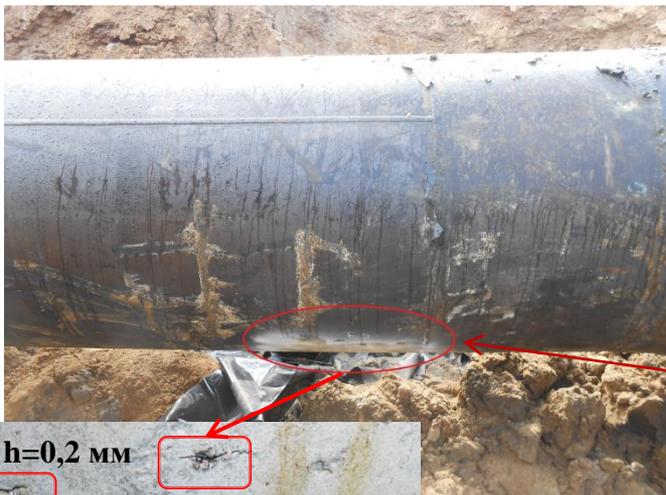


ВИК 8: развитые трещины КРН. На участке скопление продольных поверхностных трещин длиной до 18 мм, оценочная глубина дефекта до 3-х мм.

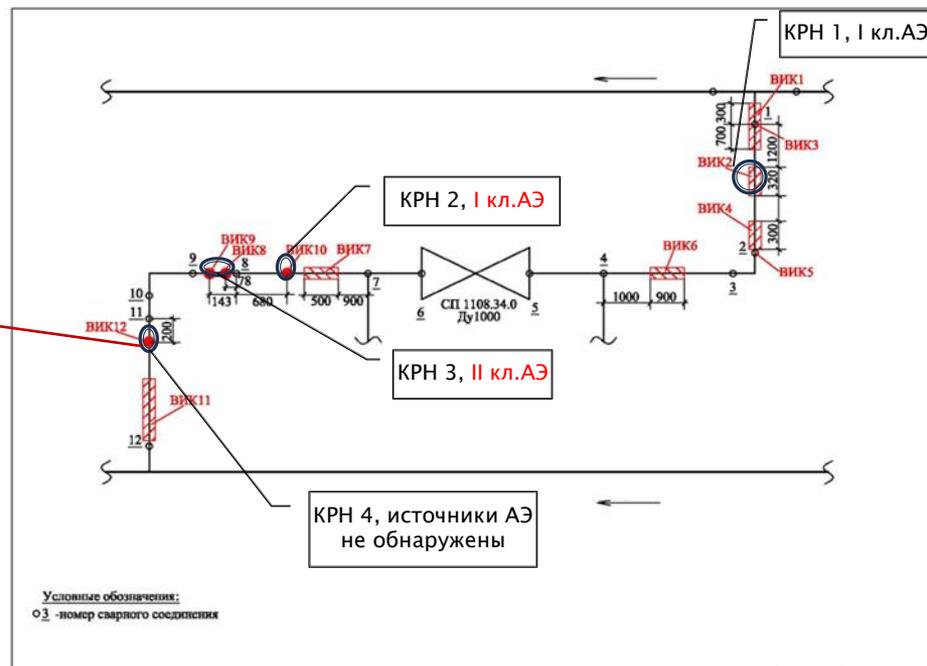
# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ технологической переемычки

**Коррозионное растрескивание под напряжением, источники АЭ отсутствуют**

Обнаруженные в результате ДДК типы повреждений



Эскиз с указанием местоположения обнаруженных дефектов в результате проведения дополнительного обследования



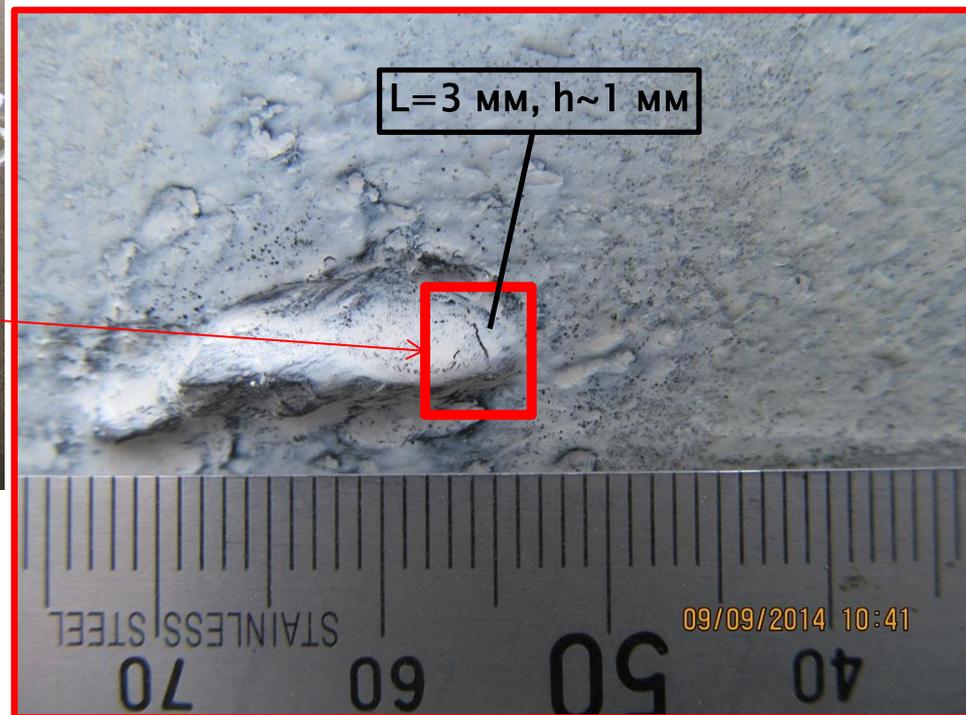
# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

## II класс опасности АЭ

Растрескивание под напряжением на внешних поверхностных дефектах основного металла (тип: задир, риска, царапина)



Дефект АЭ



# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

## II класс опасности АЭ

Растрескивание под напряжением на внешних поверхностных дефектах основного металла (тип: задир, риска, царапина)



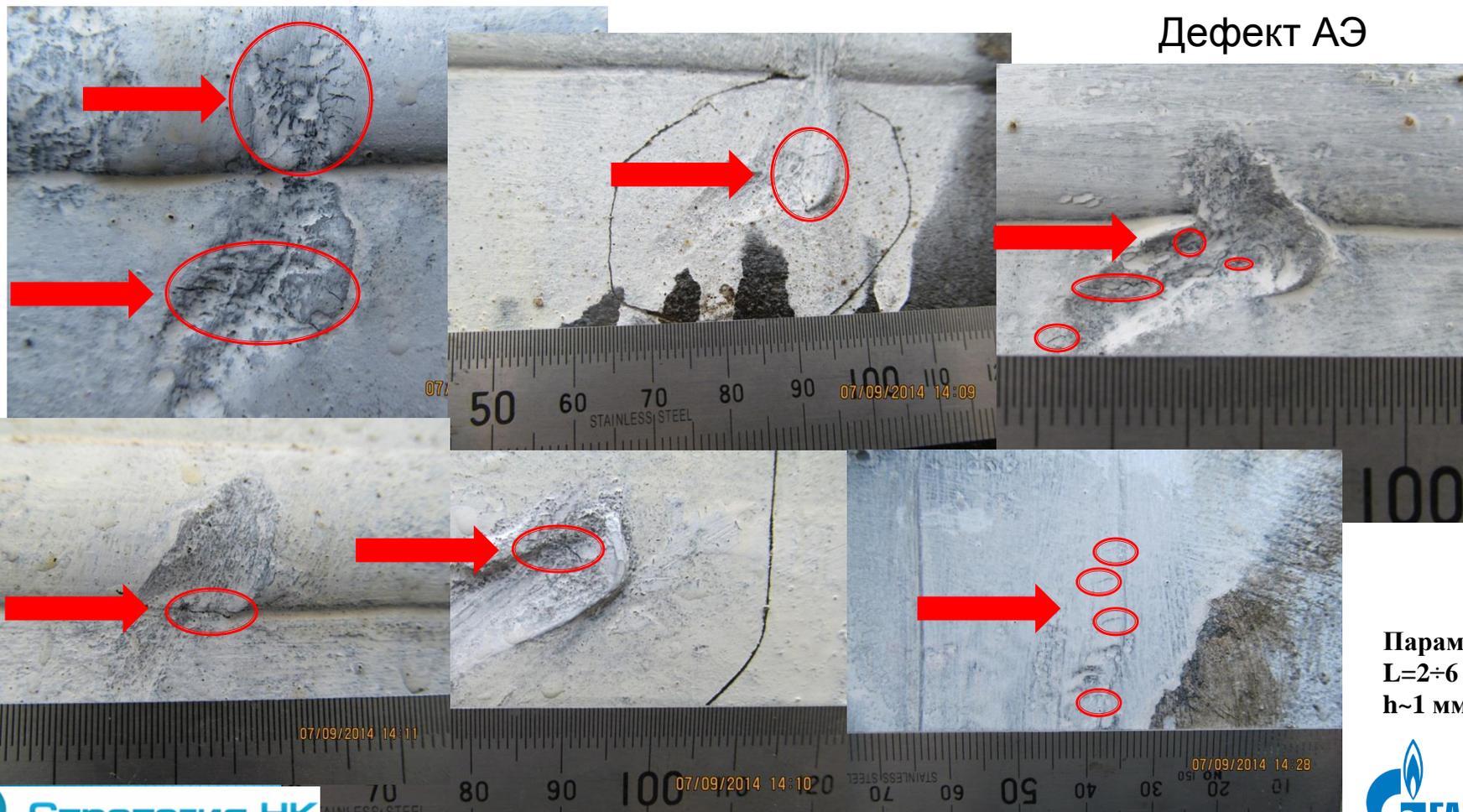
Обнаружено 6  
локальных  
участков КРН

Сеть трещин и  
одиночные трещины  
КРН длиной от 2-х до 6-  
ти мм, оценочная  
глубина до 1 мм

# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

## II класс опасности АЭ

Растрескивание под напряжением на внешних поверхностных дефектах основного металла (тип: задиры, риска, царапина)



# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

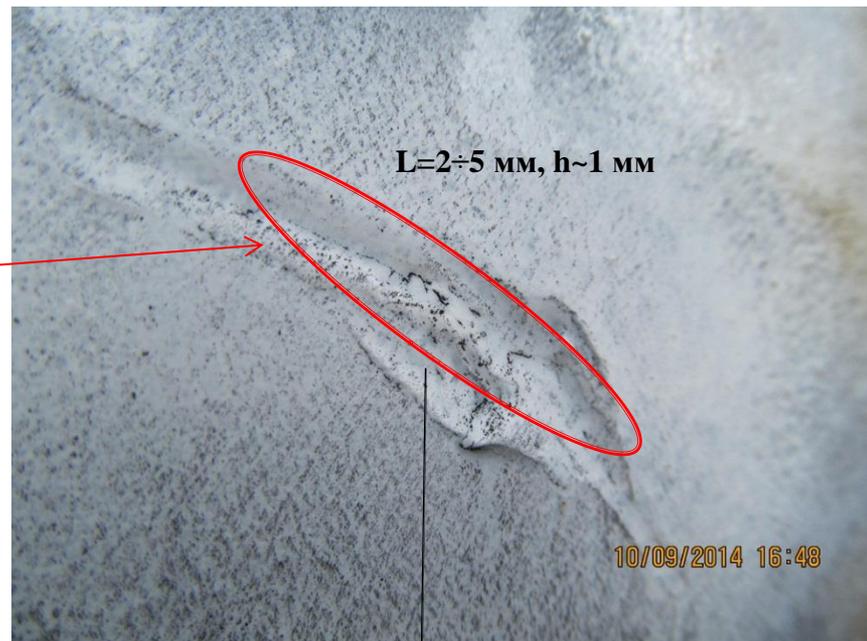
## II класс опасности АЭ

Растрескивание под напряжением в результате длительного статического воздействия внешней нескомпенсированной нагрузки

### Дефект АЭ



Область  
местополо  
жения  
пригрузки  
ТП



Сеть трещин в районе пригрузки на  
внешнем поверхностном дефекте  
типа риска/царапина

# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ технологической обвязки КС

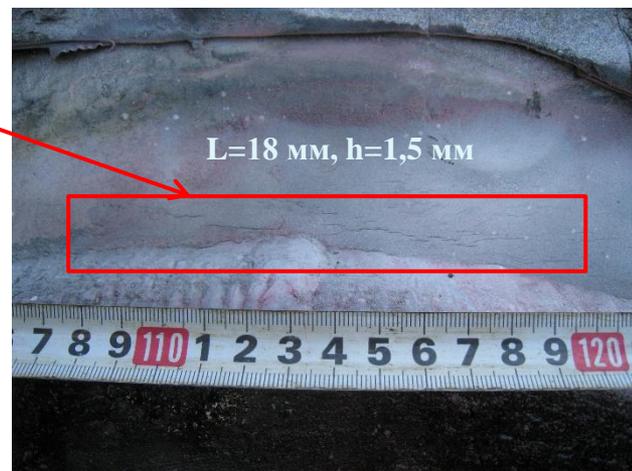
## II класс опасности АЭ

Коррозионное растрескивание под напряжением на технологических элементах ТП  
КС



Развитые трещины КРН на врезке перемычки.

На участке скопление продольных поверхностных трещин длиной до 18 мм, оценочная глубина дефекта до 1,5 мм.



# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

## III класс опасности

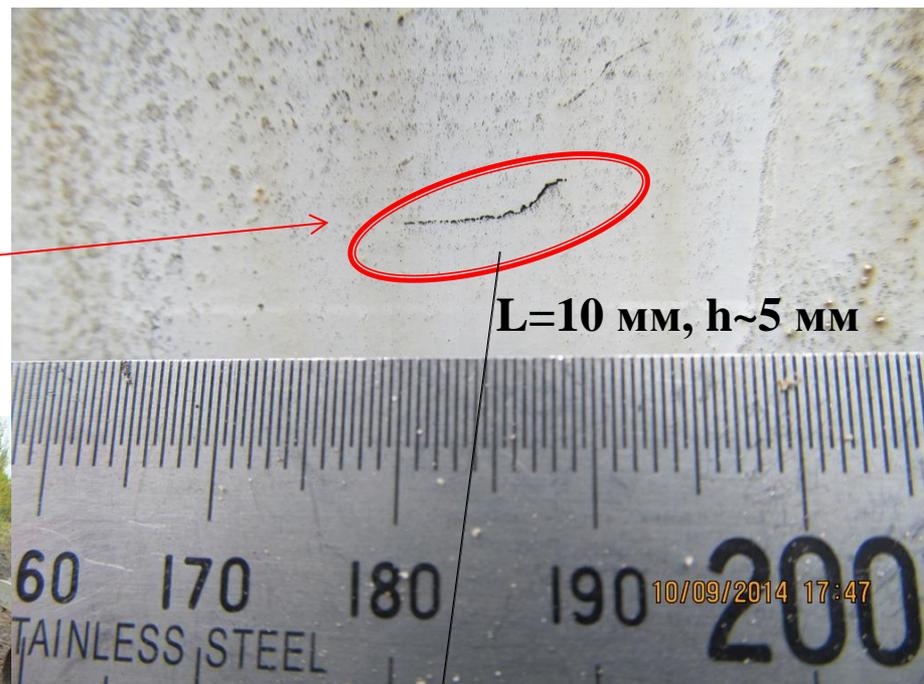
Растрескивание под напряжением в результате длительного статического воздействия внешней нескомпенсированной нагрузки и отсутствием изолирующего покрытия



Область  
местополо  
жения  
пригрузки  
ТП



Дефект АЭ



Одиночная трещина в основном металле под пригрузом в районе незащищенного контакта ТП (изоляция под пригрузом отсутствовала)

# Результаты расширенного обследования обнаруженных источников АЭ шлейфа КС

## III класс опасности АЭ

Коррозионное растрескивание под напряжением основного металла

Дефект АЭ

Области  
КРН

$L=3\div 7$  мм,  $h\sim 3$  мм

$L=2\div 5$  мм,  $h\sim 2$  мм

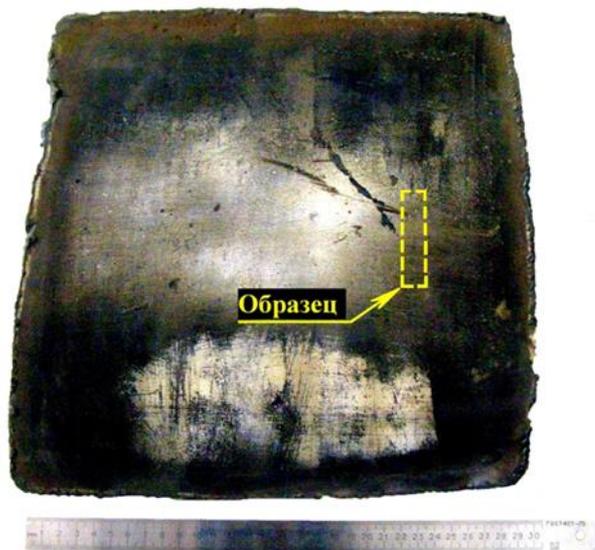
10/09/2014 18:09

10/09/2014 18:35

10/09/2014 18:44

# Пример «необнаруженного» по результатам АЭК трещиноподобного дефекта

Дефект типа КРН, образованный вблизи механического повреждения на трубе  $\text{Ø}1020 \times 12,9$  мм подключающего шлейфа КЦ-7 МГ «Уренгой-Новопсков» Перегребинское ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Югорск», 2015 год.



Отбор образца под макро- и микроисследования

В ходе обследования макрошлифа выявлено скопление трещиноподобных дефектов с максимальной глубиной трещины 0,98 мм:

Все проанализированные трещины КРН (от устья до вершины) «залиты» изоляционным материалом. Работы по переизоляции и капитальному ремонту проводились в 2010 году.

# Пример «необнаруженного» по результатам АЭК трещиноподобного дефекта

Выдержка из экспертного заключения № 2/1-14-15 ИТЦ «Газпром трансгаз Югорск» от 12.10.15:

1. Металл темплета исследуемой трубы Ø1020x12,9 мм с дефектом №18.61 между стыками №5 и №6 соответствует низколегированной стали импортной поставки по ТУ 20/28/40/48-79 класса прочности К60.

2. На наружной поверхности темплета имеются стресс - коррозионные дефекты глубиной от 0,2 до 0,98 мм. Стадийное развитие трещин и растравливание «берегов» трещин свидетельствуют о зарождении и развитии их в процессе эксплуатации трубы.

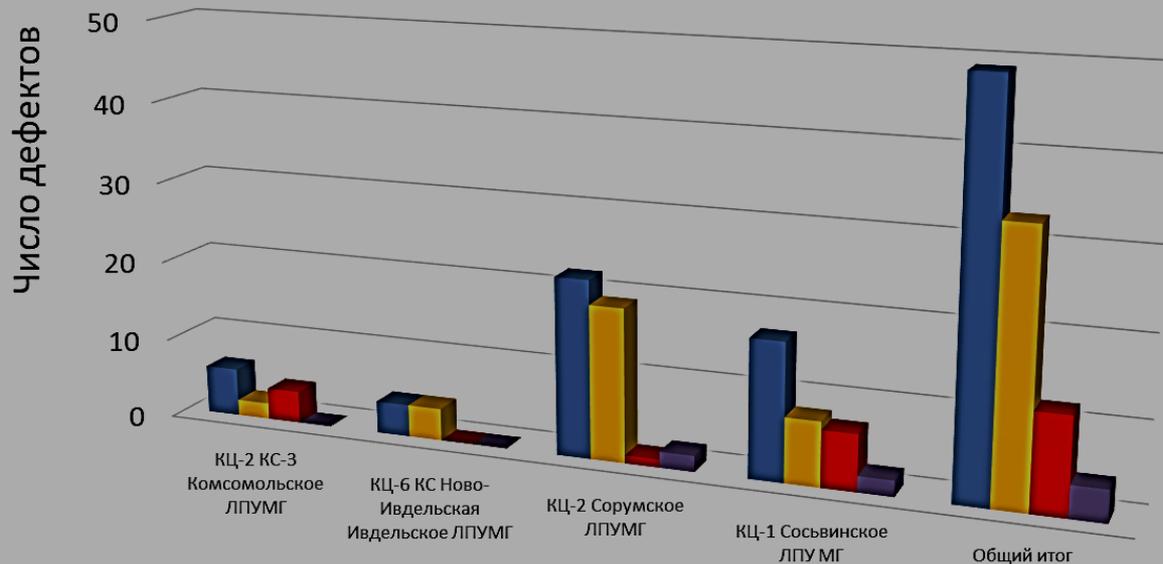
3. Основной причиной зарождения и развития трещин явилось снижение коррозионной стойкости металла в условиях воздействия коррозионно-активной среды и наличия механических напряжений.

4. Трещиноподобные дефекты на трубе между стыками №5 и №6, обнаруженные по результатам ВТД 2015 года, являются полем трещин, образованных по механизму коррозионного растрескивания металла под напряжением и зародившихся до проведения капитального ремонта 2010 года.

5. Трещиноподобные дефекты после капитального ремонта 2010 не развивались.

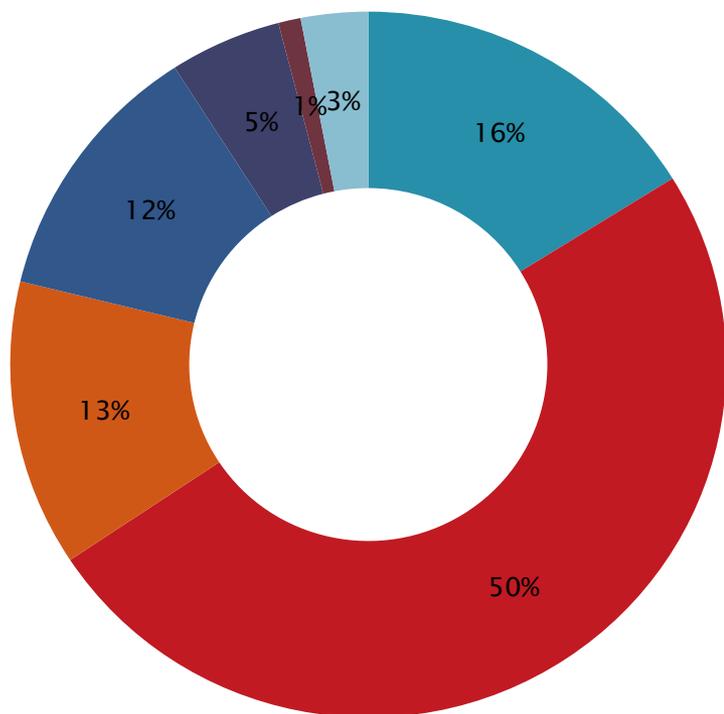
# Статистический анализ выявляемости развивающихся дефектов при проведении комплексного технического диагностирования трубопроводов КС ООО «Газпром трансгаз Югорск» в 2015 году.

Диаграмма сводных данных АЭ и ВТД по трещиноподобным дефектам



	КЦ-2 КС-3 Комсомольское ЛПУМГ	КЦ-6 КС Ново- Ивдельская Ивдельское ЛПУМГ	КЦ-2 Сорумское ЛПУМГ	КЦ-1 Сосьвинское ЛПУ МГ	Общий итог
■ Всего дефектов по цехам	6	4	22	17	49
■ Отдельно дефекты по ВТД	2	4	19	8	33
■ Отдельно дефекты по АЭ	4	0	1	7	12
■ Общие области ВТД и АЭ	0	0	2	2	4

# Статистические закономерности выявленных дефектов на объектах МГ с применением АЭК по результатам 2015 г.



- Общая коррозия
- Локальная язвенная коррозия
- Механические повреждения МГ
- Поверхностные трещины на внешних механических повреждениях
- Коррозионное растрескивание под напряжением
- Опасные дефекты сварных соединений
- Концентраторы напряжений на дефектах проката

# Выводы:

Технология акустико-эмиссионного контроля, продемонстрированная ООО «Стратегией НК» на объектах МГ ПАО «Газпром» позволяет эффективно выявлять опасные эксплуатационные дефекты:

- стресс-коррозионные дефекты, в том числе КРН;
- язвенную и питтинговую коррозии;
- электрохимическую коррозию;
- закаты, расслоения, трещины сварных соединений и основного металла трубопровода.

Обнаружены дефекты МГ в начальной стадии зарождения и развития

Показан высокий процент выявляемости трещиноподобных дефектов: КРН, трещин, расслоений

Установлена взаимосвязь класса опасности АЭ источника по классификации ПБ 03-593-03 с типами и размерами дефектов

На основании результатов АЭ контроля с последующим ДДК может быть рекомендован порядок, вид ремонта, а также периодичность последующих инспекций