

## О ходе реализации Программы по созданию корпоративного экспериментального комплекса ПАО «Газпром» по оценке работоспособности труб и эффективности ремонтных конструкций

Ряховских И.В.  
Начальник корпоративного научно-технического центра  
управления техническим состоянием и целостностью производственных объектов  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

VII международный научно-практический семинар КРН-2024



# Назначение и область применения Корпоративного экспериментального комплекса



Программа создания корпоративного экспериментального комплекса

утверждена 07.12.2021 заместителем Председателя Правления-начальником Департамента ПАО «Газпром» О.Е. Аксютиным

## Назначение



Экспериментальное и теоретическое определение количественных значений параметров математических моделей процессов разрушения МГ ПАО «Газпром», посредством реализации лабораторных, стендовых и натурных испытаний.

## Область применения



Стальные трубы с Дн от 530 мм до 1420 мм включительно, предназначенные для эксплуатации при  $P_{раб}$  до 25 МПа, в том числе изготовленные из современных высокопрочных сталей категорий прочности X80-X100, а также перспективные для задач транспортировки метановодородных смесей



## Задачи Корпоративного экспериментального комплекса

### Повторное вовлечение в хозяйственный оборот труб

- 1) Трассовые технологии восстановления и ремонта труб
- 2) Технологии развертывания мобильных баз для ремонта газопроводов
- 3) Технологии количественной оценки ресурса газопроводов (труб с повреждениями)

### Цифровизация инструментов планирования ресурсов

- 1) Нейротехнологии для оценки и прогноза состояния газопроводов
- 2) Технологии работы с большими данными тех. диагностирования
- 3) Мат. моделирование ресурса газопроводов
- 4) Системы распределенного реестра синхронизации данных о состоянии и потребности в ремонте газопроводов

**Эффективная эксплуатация магистральных газопроводов ПАО «Газпром»**

- 1) Технологии робототехники для тех диагностирования
- 2) Хим. модифицирование свойств материалов для ремонта
- 3) Технологии мониторинга газопроводов
- 4) Технологии механизации для ремонта труб

- 1) Вовлечение в хозяйственный оборот труб с остаточным ресурсом
- 2) Технологии ремонта газопроводов без нарушения целостности (снижение выбросов газов)
- 3) Ресурсосберегающие технологии восстановления изоляции и санации труб

- 1) Вовлечение персонала ДО в научно-исследовательскую деятельность
- 2) Регулярная актуализация программ корпоративного обучения согласно новым достижениям науки и техники
- 3) Открытая наука

**Использование отечественных технологий и материалов**

**Снижение экологического ущерба окружающей среде**

**Развитие профессиональных компетенций**

### Содержание мероприятий

#### Сериальные испытания

Стандартные механические испытания  
Коррозионно-электрохимические испытания  
Коррозионно-механические испытания  
Стендовые испытания кольцеобразных образцов



### Реализация мероприятий

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»  
(КНТЦ управления тех. состоянием и целостностью ПО,  
КНТЦ развития трубной продукции,  
Опытно-экспериментальный центр)

#### Натурные испытания и апробация

Гидравлические испытания  
Опытная эксплуатация участков МГ



Дочерние ГТО ПАО «Газпром»  
(Чайковский, Ухта, Югорск, Москва, Уфа, Н.Новгород)

#### Специальные исследования и разработки

Рентгеновские исследования  
Нестандартные испытания  
Разработка ПО



ВУЗы, НИИ, сторонние партнеры  
(Опорные ВУЗы, НИЯУ МИФИ, ИФХЭ РАН, ИМЕТ РАН,  
Университет Иннополис, Курчатовский институт – ВИАМ,  
ЦНИИЧермет и др.)

## Результативность реализации Программы

Ключевой показатель эффективности	Целевое значение	Факт	Примечание
Оснащенность оборудованием	61	48	В рамках Инвестиционной программы и БДР ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
Выполнение работ собственными силами	85	85	Циклические ресурсные испытания полнотолщинных образцов труб
Инновационность	4	9	2 патента и 2 заявки на изобретения, 5 свидетельств о гос.регистрации ПЭВМ и БД
Нормативно-методическое обеспечение	5	5	1 СТО Газпром и 4 Р Газпром
Квалифицированный персонал	7	7	Штатная численность лаборатории экспериментальных исследований ресурса производственных объектов КНТЦ УТСЦ ПО

# План мероприятий по развитию экспериментальной базы КНТЦ УТЦС ПО

4 объекта размещения

корпус 017 ОЭБ, пом. 17-18, 107  
корпус 053 (вкл. прилегающую территорию)  
корпус 063 ОЭБ (пом. 202а и 202б)

>45 мероприятий

Разработка Технических документов на объекты и стенды (ТЗ, КД, ЭД), Реконструкции помещений и строительно-монтажные работы, Закупка исследовательского оборудования

5 натуральных стендов

Стенд для гидравлических испытаний труб  
Стенд для измерения напряженно-деформированного состояния труб  
Стенд для испытания автоматизированных диагностических комплексов  
Стенд для испытания портативных приборов неразрушающего контроля  
Экспериментальный стенд для испытаний кольцеобразных образцов труб

32 единицы

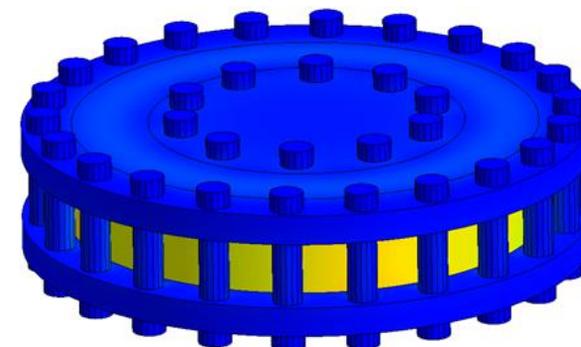
Исследовательского оборудования, не входящего в сметы строек

>350 темплетов

Корпоративная темплетотека фрагментов металла труб и элементов ПО с эксплуатационными дефектами (ежегодное пополнение на 40-50 ед.)

№ п/п	Наименование мероприятия	Сроки	Сметная стоимость	Исполнитель	Статус	Примечание
1	Разработка ТЗ на стенд для гидравлических испытаний труб	01.06.2024 - 30.06.2024	100 000 руб.	ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	Завершено	
2	Закупка оборудования для стенда	01.07.2024 - 31.08.2024	500 000 руб.	ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	В процессе	
3	Реконструкция помещения	01.09.2024 - 31.10.2024	200 000 руб.	ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	Планируется	

План мероприятий утвержден Генеральным директором ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Недзвецким М.Ю. 03.05.2024



## ТЕРРИТОРИЯ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БАЗЫ ИНСТИТУТА (П. РАЗВИЛКА)



### ОБЪЕКТ 1

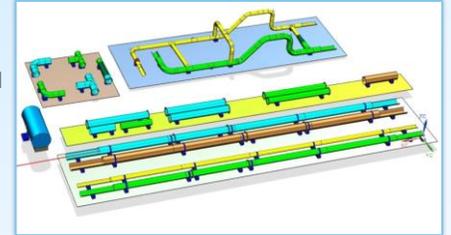
Испытательный комплекс для проведения испытаний средств технического диагностирования и неразрушающего контроля

#### РАЗМЕЩЕНИЕ

Корп. 053 + прилегающая территория.

#### ПОТРЕБНОСТИ

Требуется реконструкции (ПД на согласовании) и закупки оборудования по ИП 2025



### ОБЪЕКТ 2

Лабораторное помещение для физико-химических и коррозионно-механических испытаний

#### РАЗМЕЩЕНИЕ

Корп. 063 (пом.202, мех.цех).

#### ПОТРЕБНОСТИ

Перемещение на объект 4 после реконструкции



### ОБЪЕКТ 3

Корпоративная темплетотека фрагментов металла труб и элементов ПО с дефектами

#### РАЗМЕЩЕНИЕ

Корп. 017, пом 107.

#### ПОТРЕБНОСТИ

Требуется косметического ремонта (БДР 2024) и расширения площади



### ОБЪЕКТ 4

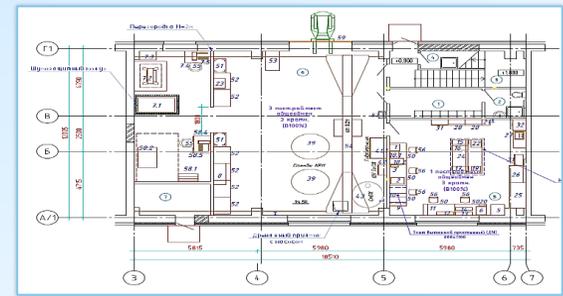
Испытательный комплекс по оценке работоспособности труб МГ с КРН и эффективности ремонтных технологий

#### РАЗМЕЩЕНИЕ

Корп. 017, пом. 17-18

#### ПОТРЕБНОСТИ

Требуется реконструкции (ПД в стадии разработки) и закупки оборудования по ИП 2025



### Коррозионно-механические испытания образцов трубной стали

#### ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В наличии

1. Универсальная разрывная машина УИМ-Д-250-2:
  - макс. статическая нагрузка 250 кН
  - макс. динамическая нагрузка 200 кН
  - частота пульсации усилия нагружения до 50 Гц

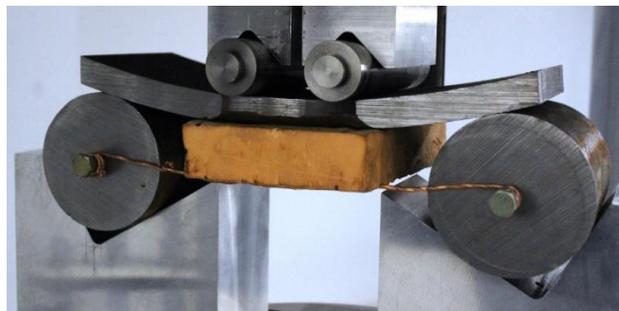
Потребность

1. Электро-эрозионный станок
2. Анализатор водорода АВ-1

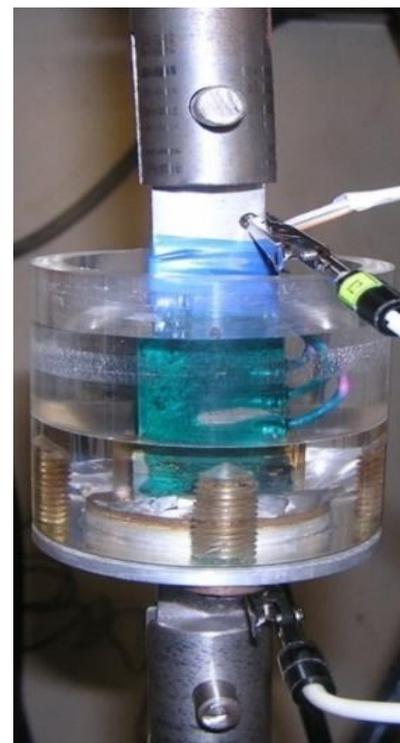
#### Сторонние компании

1. Разрывная машина для статического растяжения образцов

#### Циклические испытания образцов на четырехточечный изгиб



#### Статические испытания балочных образцов с усталостной трещиной



### Металлографические и фрактографические исследования образцов трубной стали

#### ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В наличии

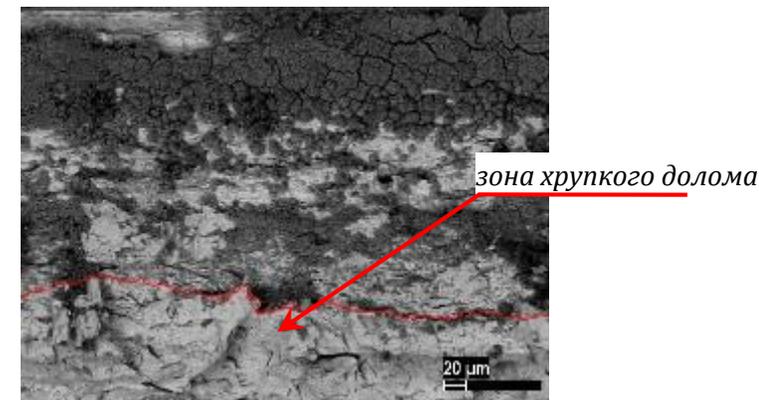
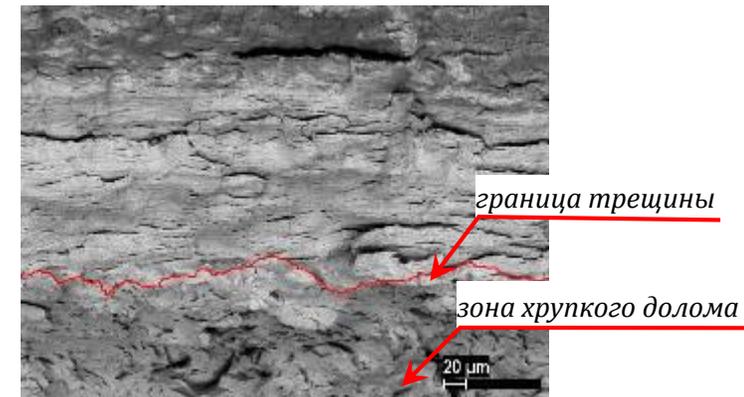
1. Металлографический микроскоп Метам РВ21
2. Микроскоп отсчетный МПБ-2
3. Шлифовальный станок Шлифмотор 1.0 Старт

Потребность

1. Комплект оборудования для подготовки металлографических шлифов

#### Сторонние компании

1. Электронный микроскоп



## Исследования напряжений и текстуры стали

### ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В наличии

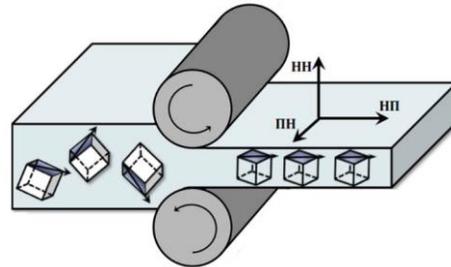
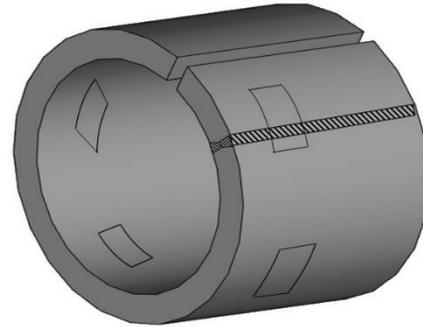
1. Тензометрическая система измерения деформации
2. Кривизномер

Потребность

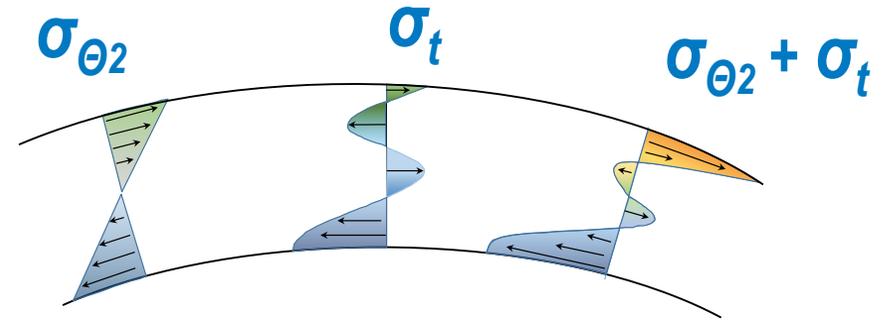
1. Рентгеновский дифрактометр
2. Стенд для измерения НДС труб (внутренний ОКР)
3. Оптоволоконная система мониторинга деформаций

### Сторонние компании

1. Сканирующий электронный микроскоп



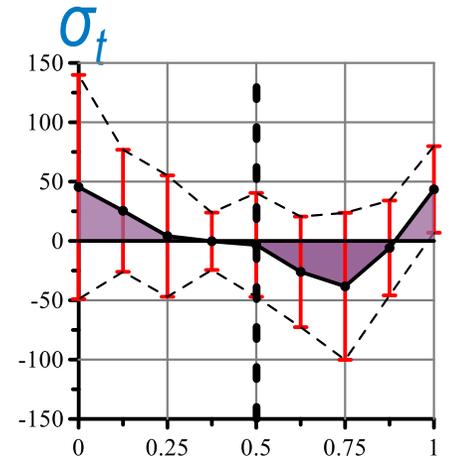
Характеристики текстуры металла труб



$\sigma_{\theta 2}$



Напряжения, уравновешенные по окружности трубы



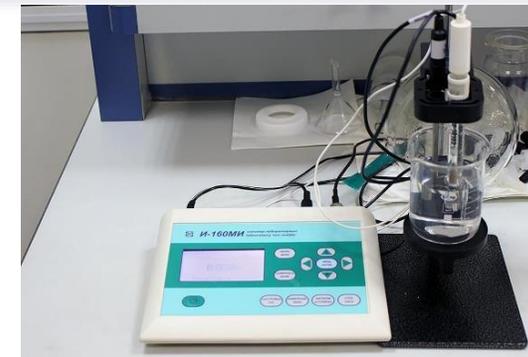
Напряжения, уравновешенные по толщине стенки трубы

## Неразрушающий контроль



1. Электропотенциальный трещиномер 281M
2. Управляемый электромагнит МД-Э
3. Твердомер портативный ТЭМП-4
4. Стенды для испытаний приборов НК и АДК (внутренний ОКР)

## Химико-аналитические исследования



1. Система капиллярного электрофореза Капель-104 с функцией спектрофотометрического детектирования
2. Иономер с комплектом ионселективных электродов

### Гидравлические испытания фрагментов труб

#### ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В наличии

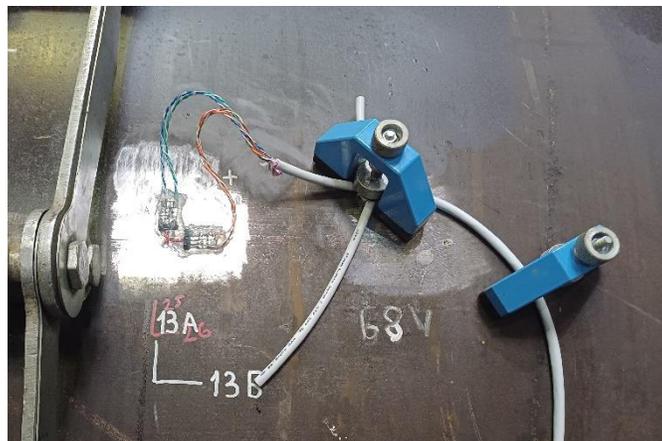
1. Стенд для испытаний кольцеобразных образцов труб (аренда у ПАО «Газпром»)
2. Тензометрическая система измерения деформации

Потребность

1. Стенд для гидравлических испытаний труб (внутренний ОКР)
2. Акусто-эмиссионная система
3. 3D-принтер

#### Дочерние газотранспортные общества

1. Стенды и оборудования для гидравлических испытаний труб



## Участки МГ для испытаний и опытно-промышленной эксплуатации оборудования ВТД

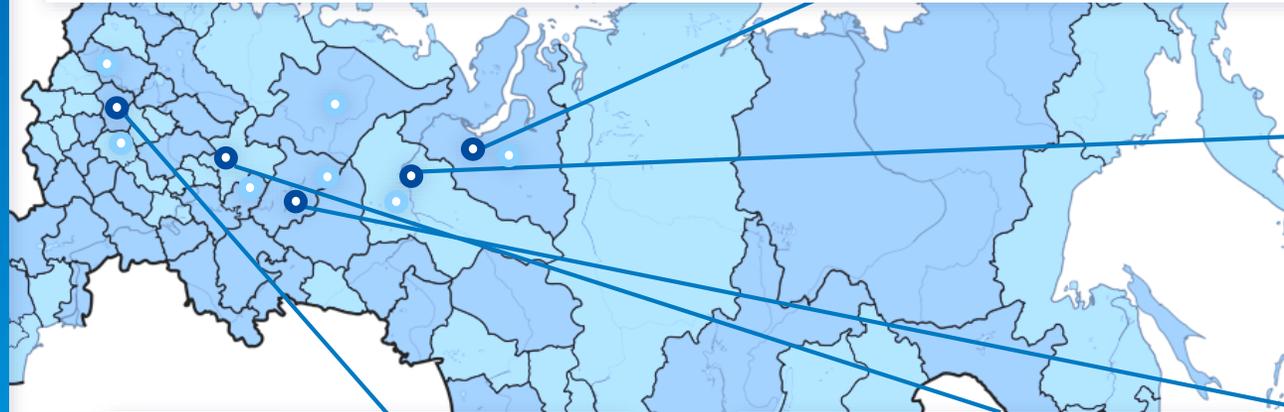
ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»  
 ООО «Газпром трансгаз Москва»  
 ООО «Газпром трансгаз Саратов»  
 ООО «Газпром трансгаз Н.Новгород»  
 ООО «Газпром трансгаз Ухта»  
 ООО «Газпром трансгаз Чайковский»  
 ООО «Газпром трансгаз Югорск»



## Опытные участки МГ для исследования КРН и коррозии



МГ КРП-14 - Серпухов (КГМО-II) км 96-109, 110-112 (ГТ Москва)  
 МГ Ухта-Торжок III (3 нитка) км 843-1056, МГ Пунга-Вуктыл-Ухта I  
 (4 нитка) км 417-569 (ГТУхта)  
 МГ Уренгой-Ужгород км 1302,8-1331,5 (ГТ Югорск)  
 МГ «Поляна-КСПХГ» 1 км (ГТ Уфа)



## Испытательный стенд ООО «Газпром трансгаз Югорск»



## Испытательный стенд ООО «Газпром трансгаз Чайковский»



## Испытательный комплекс ООО «Газпром «ВНИИГАЗ»



## Испытательный комплекс ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»



## Испытательный комплекс АО «Газпром диагностика» ИТЦ Саратов



Экспериментальный стенд для испытаний кольцеобразных образцов труб с дефектами КРН



Испытательная камера  
Ø 1220-1420



Испытательная камера  
Ø 720-1020



Пневмогидростанция НС-1



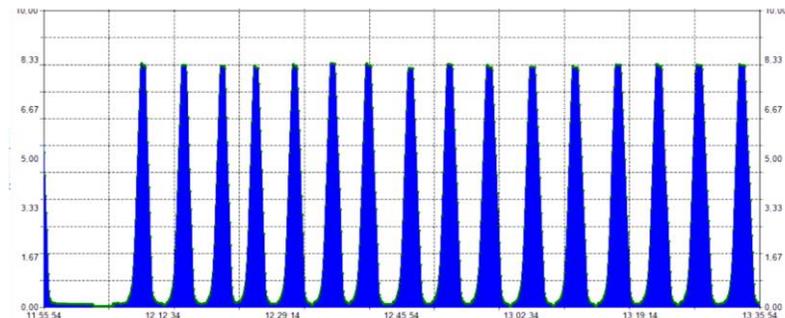
Станция оборота жидкости

## Экспериментальный стенд для испытаний кольцеобразных образцов труб с дефектами КРН

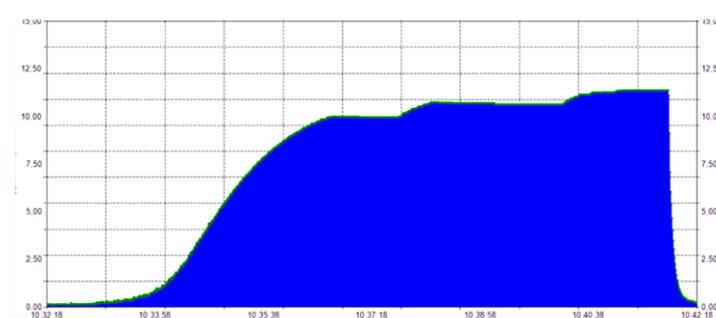
Испытанный образец	Давление (МПа) при достижении		Давление завершения испытаний, МПа
	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	
Ø720 x 8 мм	8,1	11,3	8,67
Ø1020 x 15,0 мм	10,6	15,0	10,76
Ø1220 x 16,5 мм	10,3	14,8	11,29
Ø1420 x 16,5 мм	10,7	13,7	11,37
Сосуд для контроля максимального испытательного давления			30 МПа (выдержка 15 минут)



Наименование испытуемого изделия: ВСИКРН-01.001.02.00.000



Наименование испытуемого изделия: ВСИКРН-01.001.02.00.000



## Экспериментальный стенд для испытаний кольцеобразных образцов труб с дефектами КРН



### Коммерческий эффект

**55 раз** снижение металлоемкости испытаний кольцеобразного образца по сравнению с полноразмерной трубой

Стоимость кольцеобразного образца трубы Ду 1400

**0,6 тыс.руб**  
для б/у трубы

**10,8 тыс. руб**  
для новой трубы

Стоимость испытания 1 трубного стенда Ду 1400

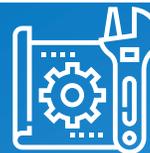
**1,5 млн.руб**

КП ООО «ГТ Чайковский»

**9,8 млн. руб**

КП ООО «Системы комп. измерений»

**до 347 тыс. руб** экономия затрат на монтаж, НК поверхности, РК СС и демонтаж на 1 испытание труб Ду1400 (X70 / K60) без учета затрат на логистику и заглушки



### Технологический эффект

- ✓ **Моделирование** работы трубопровода с дефектами КРН, коррозии, вмятина, механическое повреждение и их комбинации
- ✓ **Повышение воспроизводимости характера и уровня** эксплуатационных нагрузок, воздействующих на трубную сталь, за счет отсутствия жесткого заземления кольцеобразного образца
- ✓ **Повышение точности оценки ресурса труб** за счет учета остаточных напряжений и геометрии
- ✓ **Оперативность** проведения испытаний за счет оптимизации процедур подготовки и проведения испытаний

Идентификация и хранение корпоративных данных об актах идентификации эксплуатационных дефектов металла труб, фрагментах металла труб (темплетах), арбитражных проб грунта и контрольных образцов

## Стартовое окно

## Окно просмотра сведений об актах, темплетах

## Оформление акта идентификации и паспортизация темплетов

**130** бездефектных темплетов  
**220** темплетов с дефектами  
**Дн 530-1420** мм  
**16** ГТО, ГД Уренгой и КНК

## Хранение информации и паспортизация



1	Устройство для контроля раскрытия трещин и узких надрезов	Патент на изобретение <b>RU 2 808 606 C1, 30.11.2023</b> ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
2	Усовершенствованный способ циклических испытаний полнотолщинных образцов труб МГ на КРН	Патент на изобретение <b>RU 2 820 157 C1, 30.05.2024</b> ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
3	Модуль по классификации дефектов КРН МГ с учетом степени опасности, ресурса труб и эффективного способа ремонта	Свидетельство <b>RU 2023616426, 27.03.2023</b> ПАО «Газпром»
4	Стенд для испытания труб	Заявка на изобретение ПАО «Газпром»
5	Способ испытания сталей под действием водорода	Заявка на изобретение ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
6-7	ПЭВМ и БД управления информационно-аналитической системы фрагментов металла труб	Свидетельства <b>RU 2023613014, RU 2023620499</b> ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
8	Программа автоматизации выбора значений параметров модели корр. усталости по результатам испытаний образцов	Свидетельство <b>RU 2023682706, 30.10.2023</b> ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
9	Программа по схематизации спектра прикладываемых нагрузок по истории режима нагружения конструкций	Свидетельство <b>RU 2023682705, 30.10.2023</b> ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



1. Отметить важность и целесообразность верификации расчетных подходов по оценке остаточного ресурса элементов производственных объектов на основании результатов их лабораторных исследований и натурных испытаний
2. Обеспечить реализацию Плана по развитию экспериментального комплекса КНТЦ УТСЦ ПО на территории Опытно-экспериментальной базы (п. Развилка) в рамках реализации Программы развития экспериментального комплекса, утвержденной 07.12.2021 заместителем Председателя Правления – начальником Департамента ПАО «Газпром» Аксютиним О.Е.  
Отв. ООО «Газпром ВНИИГАЗ»  
Срок: 4 кв. 2026 г.
3. Обеспечить реконструкцию объектов размещения экспериментального комплекса на территории Опытно-экспериментальной базы ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (корп. 053, пом. 17-18 корп. 017 ОЭБ).  
Отв. ООО «Газпром ВНИИГАЗ»  
Срок: 4 кв. 2026 г.
4. Утвердить перечень участков МГ для организации опытной эксплуатации труб с дефектами КРН в соответствии с Р Газпром 27.3-3.1-004-2023.

**Спасибо за внимание!**

Ряховских И.В.  
Начальник корпоративного научно-технического центра  
управления техническим состоянием и целостностью производственных объектов  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

