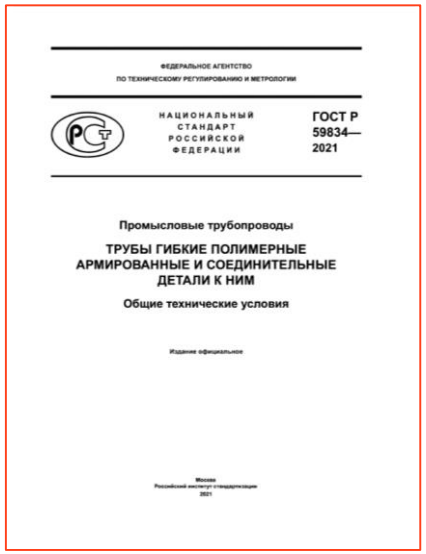
ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

Стендовые испытания полноразмерных образцов ГПАТ и моделирование эксплуатационных нагрузок методом конечных элементов

Докладчик:
Руководитель Департамента специального материаловедения
Федотова Анна Владимировна

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПО ПОЛИМЕРНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Утвержденные нормативы



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59834— 2021

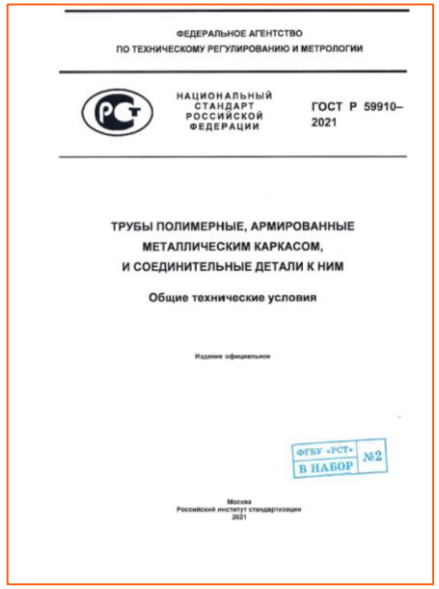
Промысловые трубопроводы

ТРУБЫ ГИБКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ АРМИРОВАННЫЕ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ К НИМ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59910– 2021

ТРУБЫ ПОЛИМЕРНЫЕ, АРМИРОВАННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ, И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ К НИМ

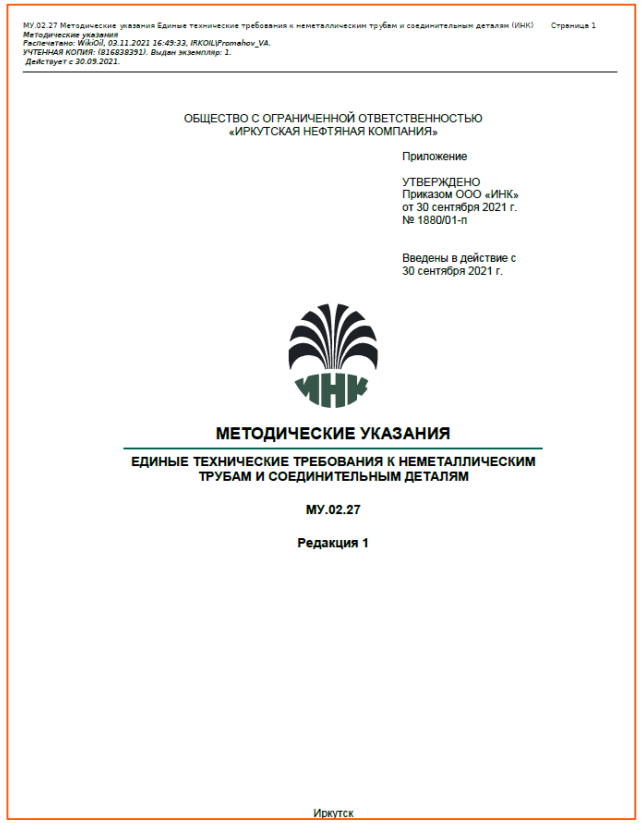
Общие технические условия

Издание официальное

ФГБУ «РСТ» В НАБОР №2

Москва
Российский институт стандартизации
2021

Утвержденные нормативы, разработанные специалистами ООО ИТ-Сервис



МУ.02.27 Методические указания Единые технические требования к неметаллическим трубам и соединительным деталям (ИНК) Страница 1
Методические указания
Распечатано: WikiOil, 03.11.2021 16:49:23, IRKOIL\Fromahov_VA.
УЧЕТНАЯ КОПИЯ: (816838391). Выдан экземпляр: 1.
Действует с 30.09.2021.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ»

Приложение

УТВЕРЖДЕНО
Приказом ООО «ИНК»
от 30 сентября 2021 г.
№ 1880/01-п

Введены в действие с
30 сентября 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

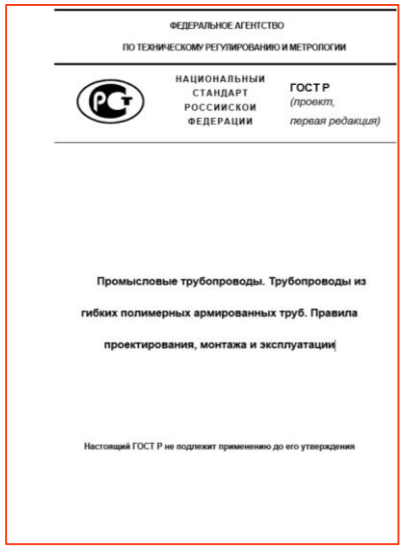
ЕДИНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМ ТРУБАМ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ДЕТАЛЯМ

МУ.02.27

Редакция 1

Иркутск

Будут введены в действие в 2023 г. Разработка проводится при участии специалистов ИТ Сервис



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р *(проект, первая редакция)*

Промысловые трубопроводы. Трубопроводы из гибких полимерных армированных труб. Правила проектирования, монтажа и эксплуатации

Настоящий ГОСТ Р не подлежит применению до его утверждения



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р *(проект, первая редакция)*

Промысловые трубопроводы. Трубы полимерные, армированные металлическим каркасом и соединительные детали к ним. Правила проектирования, монтажа и эксплуатации.

Настоящий ГОСТ Р не подлежит применению до его утверждения

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ООО «ИТ-СЕРВИС»

Сотрудники Департамента постоянно участвуют в работе научно-практических конференций. Опубликовано более 100 научных статей в отечественных и международных изданиях. Уровень компетентности сотрудников подтвержден учеными степенями: в составе Департамента 6 кандидатов и один доктор наук. По результатам выполнения НИР, а также собственных инициативных и научных исследований, получено более 15 патентов.



Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве
Орган по аккредитации – АО «НТЦ «Промышленная безопасность»

СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ АККРЕДИТАЦИИ
№ ИЛ/ЛРИ-01678*
Общество с ограниченной ответственностью "ИТ-Сервис"
(наименование организации, в состав которой входит лаборатория)
(ООО "ИТ-Сервис")
(краткое наименование организации, в состав которой входит лаборатория)
443001, Российская Федерация, Самарская обл., г. Самара, ул. Ульяновская/Ярмарочная, д. 52/55
(юридический адрес)
Испытательный центр ООО "ИТ-Сервис"
(наименование лаборатории)
443036, Российская Федерация, Самарская обл., г. Самара, Железнодорожный р-н, Набережная реки Самары, дом 1
(фактический адрес лаборатории)

аккредитована в качестве испытательной лаборатории: лаборатории разрушающих и других видов испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» и СДА-15-2009 «Требования к испытательным лабораториям».

Области аккредитации согласно приложению

Действительно с 30.09.2020 г.
до 30.09.2025 г.

Без приложения недействительно
(приложение от 29.07.2022 г. на 3 листах)
*Переоформление 29.07.2022 г. в связи с изменением наименования лаборатории
Расширение области аккредитации

М.П. Руководитель /В.С. Котельников/



Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве
Орган по аккредитации – АО «НТЦ «Промышленная безопасность»

ПРИЛОЖЕНИЕ
от 29.07.2022 г.
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ ОБ АККРЕДИТАЦИИ
№ ИЛ/ЛРИ-01678
от 30.09.2020 г.

На 3 листах Лист 1

Область аккредитации[1]

№ п/п	Методы испытаний	Нормативные документы
1.	Механические статические испытания:	
1.1.	Прочности на растяжение	
1.1.1.	При нормальной температуре	ГОСТ 1497-84, ГОСТ 9196-66
1.1.5.	Тонких листов	ГОСТ 11701-84
1.1.7.	Труб	ГОСТ 10006-80
1.1.10.	Сварных соединений металлических материалов	РД 03-495-02 (до 01.09.2022); ГОСТ Р ИСО 4136-2009 ГОСТ Р ИСО 5178-2010
1.4.	Прочности на изгиб	РД 03-495-02 (до 01.09.2022); ГОСТ 14019-2003 (ИСО 7438:1985); ГОСТ 9196-66
1.8.	Полиэтиленовых труб и их сварных соединений, пластмасс, термопластов	РД 03-495-02 (до 01.09.2022); ГОСТ Р 53652.1-2009; ГОСТ Р 53652.2-2009; ГОСТ Р 53652.3-2009; ГОСТ Р 58121.2-2018; ГОСТ Р 58121.3-2018; ГОСТ Р 55142-2012; ГОСТ ISO 11417-1-2013; ГОСТ ISO 11672-2013; ГОСТ ISO 1167-3-2013; ГОСТ ISO 11674-2013; ГОСТ Р ИСО 3126-2007; ГОСТ 27078-2014 (ISO 2505:2005); ГОСТ 18599-2001; ГОСТ 11262-2017; ГОСТ 26277-84 (до 01.09.2022); ГОСТ 26277-2021 (с 01.09.2022); СП 62.13330.2011; СП 40-102-2000, СП 42-103-2003; ГОСТ Р ИСО 13953-2020; ГОСТ Р ИСО 18899-2020
2.	Механические динамические испытания	
2.1.	Ударной вязкости	

[1] Порядковый номер и формулировка согласно перечню областей аккредитации, принятому решением бюро Наблюдательного совета от 01.04.2022 № 105-БНС.
Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим перечнем областей аккредитации следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

М.П. Руководитель /В.С. Котельников/



Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве
Орган по аккредитации – АО «НТЦ «Промышленная безопасность»

ПРИЛОЖЕНИЕ
от 29.07.2022 г.
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ ОБ АККРЕДИТАЦИИ
№ ИЛ/ЛРИ-01678
от 30.09.2020 г.

На 3 листах Лист 2

№ п/п	Методы испытаний	Нормативные документы
2.1.1.	На ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенной температурах	ГОСТ 9454-78, ГОСТ 9196-66, ГОСТ 30456-97
2.1.2.	На ударный изгиб (ГОСТ 9454-78) при температурах от минус 100 до минус 269°С	ГОСТ 22848-77
2.2.	Склонности к механическому старению методом ударного изгиба	ГОСТ 7268-82
3.	Методы измерения твердости	
3.4.	По Роквеллу (вдавливанием в поверхность образца (изделия) алмазного конуса или стального сферического наконечника)	ГОСТ 9013-59
5.	Методы технологических испытаний	ГОСТ 5564-97
5.1.	Расплющивание и сплющивание	ГОСТ 8818-73, ГОСТ 8695-75
7.	Методы определения содержания элементов	ГОСТ 25086-2011, ГОСТ 28473-90
7.1.	Спектральный анализ	Инструкция по эксплуатации оборудования
7.1.1.	Рентгенофлюоресцентный анализ	ГОСТ 28033-89
8.	Специальные виды (методы) испытаний	
8.1	Испытания на растяжение композитов полимерных	ГОСТ 32656-2017
8.2	Определение ударной вязкости по Изоду пластмасс	ГОСТ 19109-2017
8.3	Определение кольцевой жесткости полимерных труб	ГОСТ Р 56730-2015 п.8.7 ГОСТ Р 54475-2011 п.8.4
8.4	Определение водопоглощения теплоизоляционного слоя	ГОСТ Р 56730-2015 п.8.8
8.5	Определение стойкости пластмасс к воздействию химических сред по изменению массы, размеров и внешнего вида	ГОСТ 12020-2018

М.П. Руководитель /В.С. Котельников/



Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве
Орган по аккредитации – АО «НТЦ «Промышленная безопасность»

ПРИЛОЖЕНИЕ
от 29.07.2022 г.
К СВИДЕТЕЛЬСТВУ ОБ АККРЕДИТАЦИИ
№ ИЛ/ЛРИ-01678
от 30.09.2020 г.

На 3 листах Лист 3

№ п/п	Методы испытаний	Нормативные документы
8.6	Определение скорости проникновения газов методом равного давления пластмасс	ГОСТ Р 53456.2-2009
8.7	Испытания на растяжение текстильных материалов	ГОСТ ISO 2062-2014

Места проведения испытаний: стационарные, в полевых условиях.
Протокол заседания Комиссии по аккредитации № СДА-КА-249-ИЛ/ЛРИ-146 от 29.07.2022 г.

М.П. Руководитель /В.С. Котельников/

29.07.2022 получено Свидетельство об Аккредитации с расширением области в части испытаний полимерных материалов.

ВОЗМОЖНОСТИ ООО «ИТ-СЕРВИС» В ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ

Разработка нормативной документации для контроля качества и характеристик ГПАТ и ЖПАТ в определенных условиях эксплуатации.

Проведение комплекса испытаний полимерных труб новых конструкций и товарных партий в рамках типовых испытаний на соответствие НТД.

Осуществление инспекционного контроля за производством на заводах производителях ГПАТ, а также стройконтроля при строительстве и запуске трубопровода в эксплуатацию.

Разработка и внедрение методик контроля и диагностики технического состояния ПАТ в процессе эксплуатации. Оценка эксплуатационного ресурса.

Разработка и тестирование новых полимерных материалов в лабораторных условиях. Испытания новых конструкций труб в реальных условиях эксплуатации.

ПАРАМЕТРЫ ГПАТ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТОВ по ТЗ ЗАКАЗЧИКА

№	Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Способ определения
1	Номинальный наружный диметр трубы	d	мм	Исходные данные от производителя
2	Наружный диметр трубы	de	мм	
3	Толщина стенки трубы	e	мм	
4	Номинальное давление	Рном	МПа	Испытания на герметичность
5	Контрольное разрушающее давление	Рразрконтр	МПа	Испытание на разрушающее давление
6	Коэффициент запаса прочности к температуре полимера	fтемп		Гидравлические испытания на разрушающее давление при различных температурах.
7	Модуль упругости конструкции трубы в кольцевом направлении	Ек	Па	Гидравлические испытания с контролем расширения трубы от воздействия внутреннего давления.
8	Коэффициент ползучести	kc		Испытания на растяжение с последовательно прикладываемой нагрузкой.
9	Кратковременная осевая жесткость трубы	EA	Н	Испытания на растяжение до разрушения
10	Кратковременная изгибная жесткость трубы	EI	Па*м4	Испытание на изгиб до повреждения образца
11	Коэффициент линейного температурного расширения трубы	αт	oC-1	Испытание на циклические температурные воздействия (КЛТР)
12	Кольцевая жёсткость трубы	SN	Па	Испытание на сжатие при заданном % деформации
13	Модуль упругости в продольном направлении при растяжении	Епр	Па	Испытания на растяжение до разрушения
14	Коэффициент Пуассона в продольном направлении	μ		Расчетный параметр получаемый через модуль упругости в продольном и кольцевом направлениях

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Сотрудниками Департамента спроектирован и запущен в эксплуатацию **Испытательный Стенд СГИ - 500.**

Стенд предназначен для гидравлических и пневматических испытаний полимерных армированных труб и прочих конструкций.

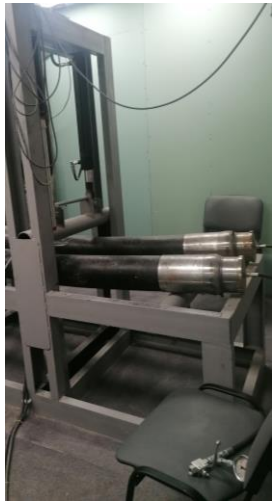
- Максимальное испытательное давление - 500 атм.
- Максимальная температура нагрева испытательной среды 90 °С.
- Оснащен видеонаблюдением и системой автоматического контроля давления.
- Оборудован системой подачи агрессивных компонентов (CO_2 и H_2S) для проведения испытаний в модельных средах.











Стенд **СГИ - 500 позволяет выполнять:**

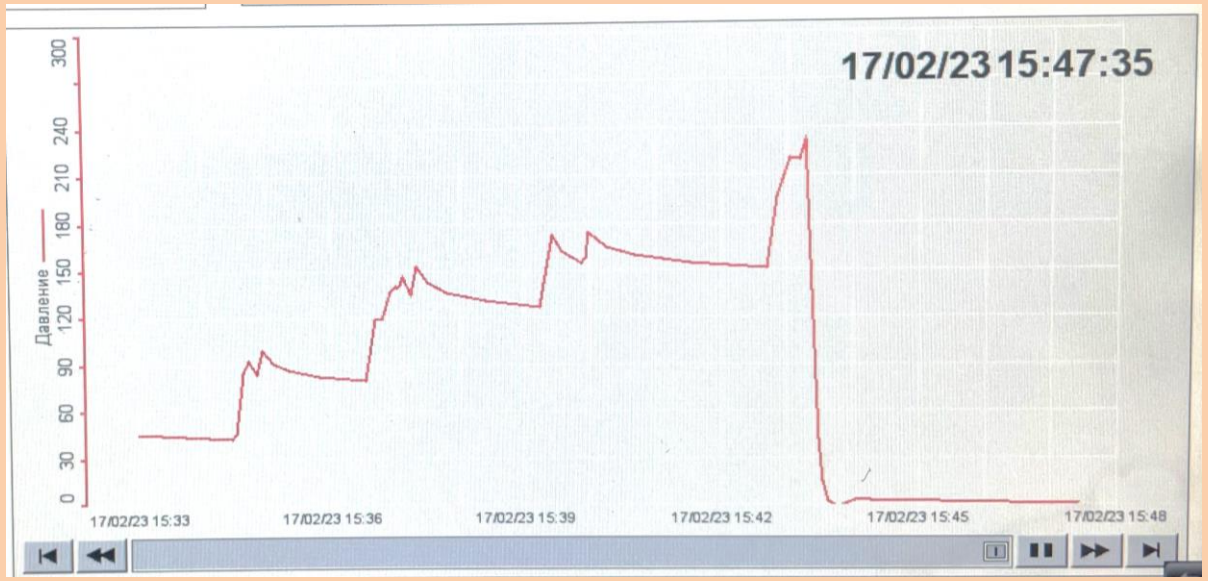
- Испытания на герметичность с различным диапазоном времени выдержки - одновременно 5 образцов;
- Испытание на разрушающее давление при нормальных и повышенных температурах.
- Испытания на выдержку под давлением с закачкой агрессивных компонентов при нормальных и повышенных температурах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ В КОЛЬЦЕВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Внешний вид образца до испытаний

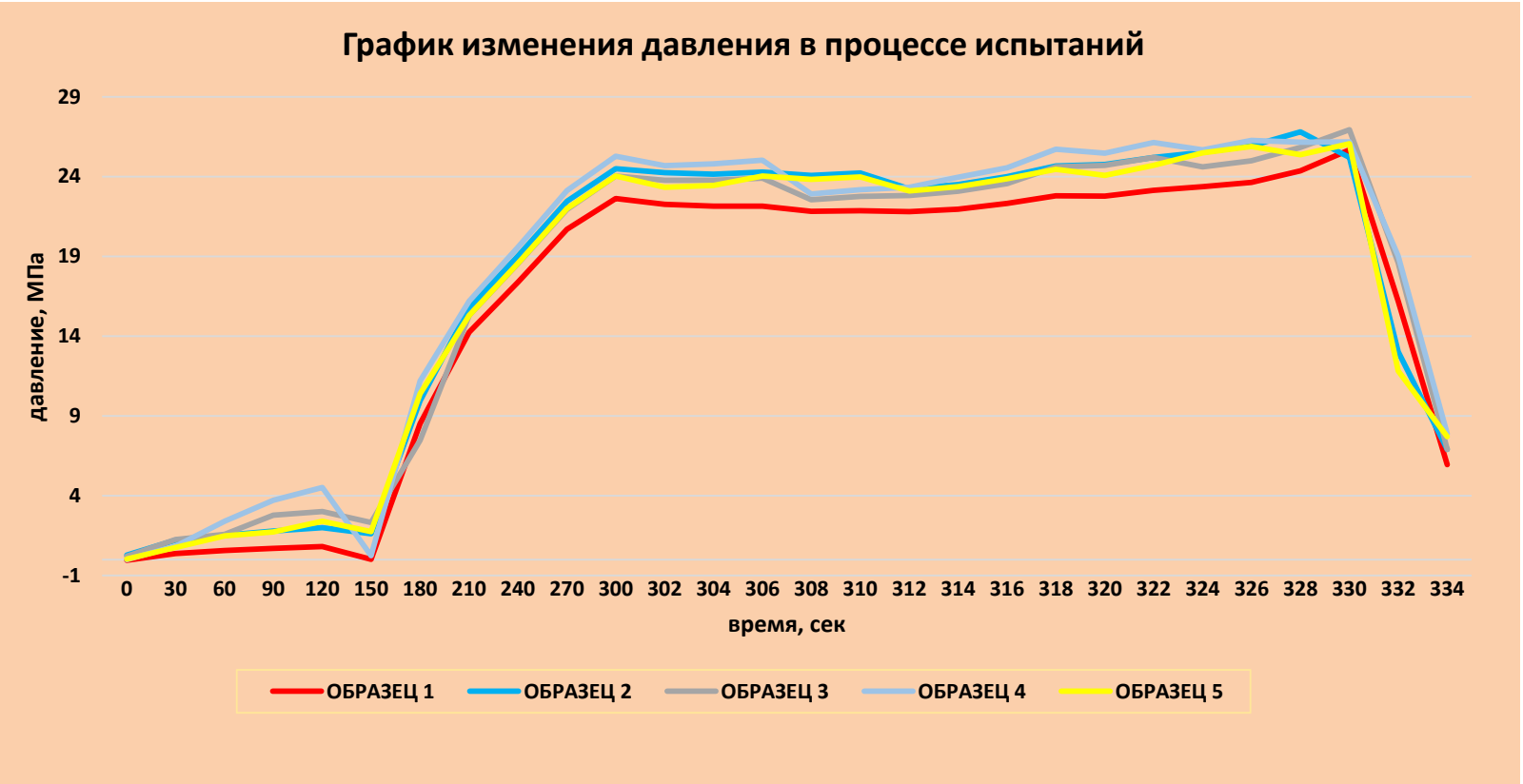


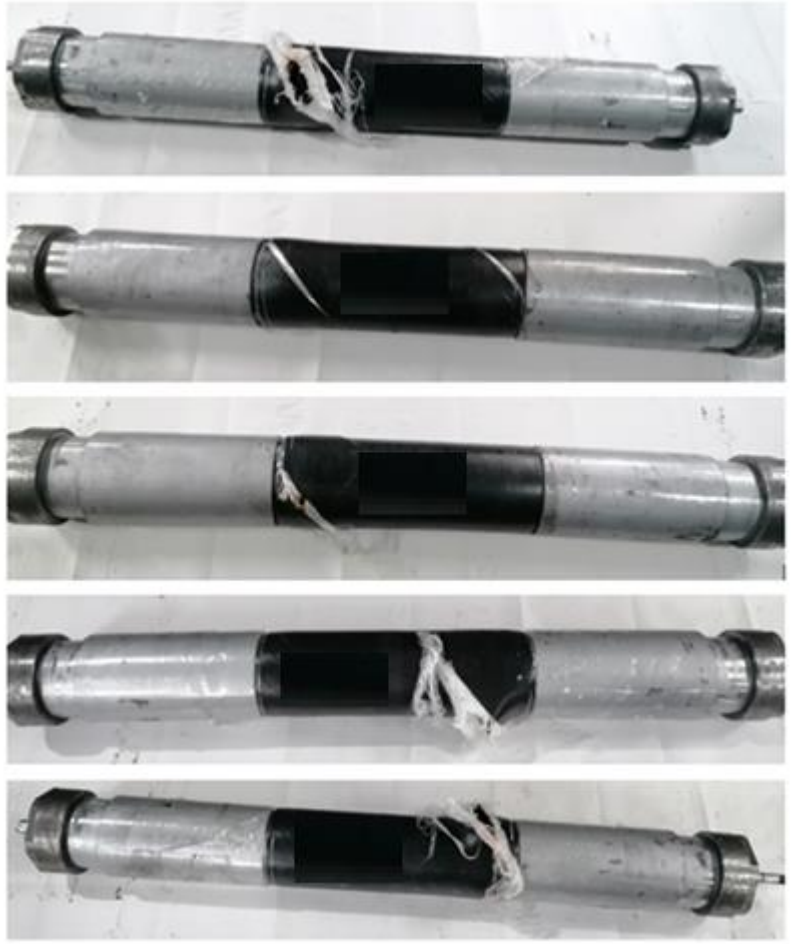






ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРУШАЮЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ





Внешний вид образцов после испытаний

ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Внешний вид образца в начале испытаний



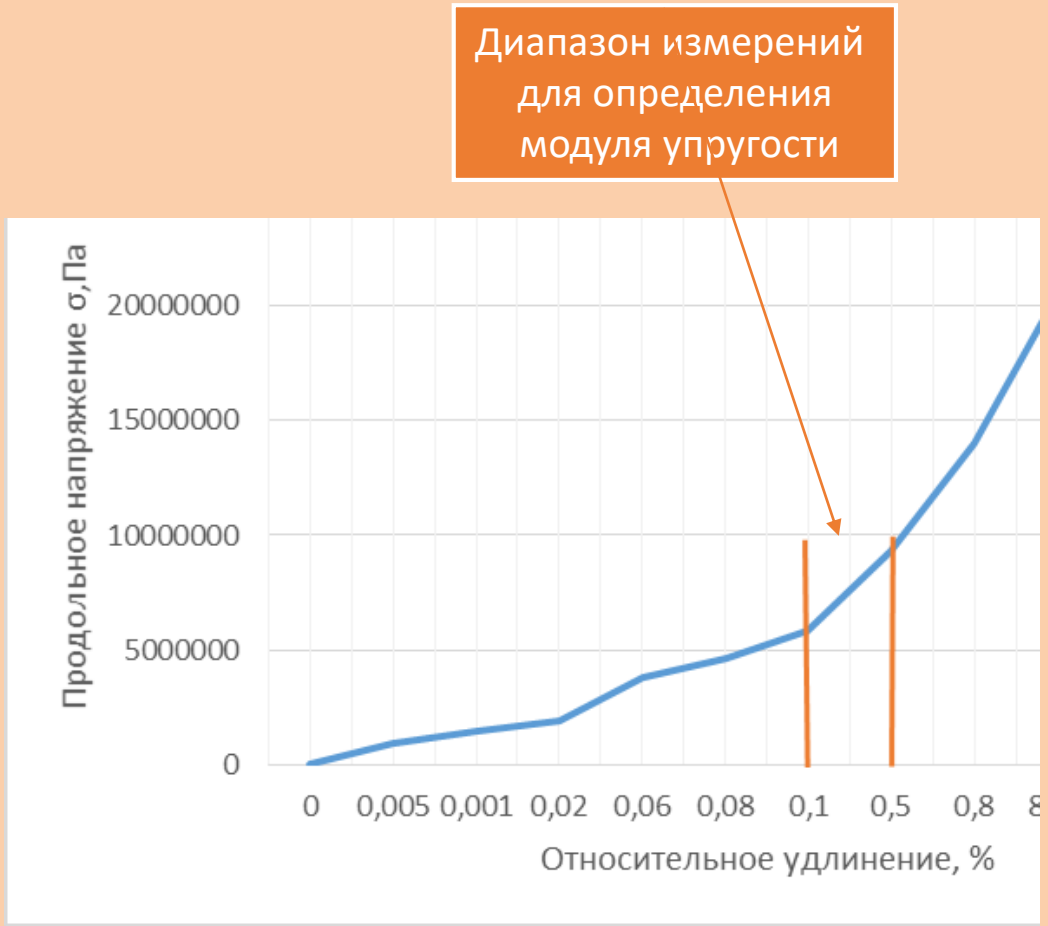


Начало разрушения образца

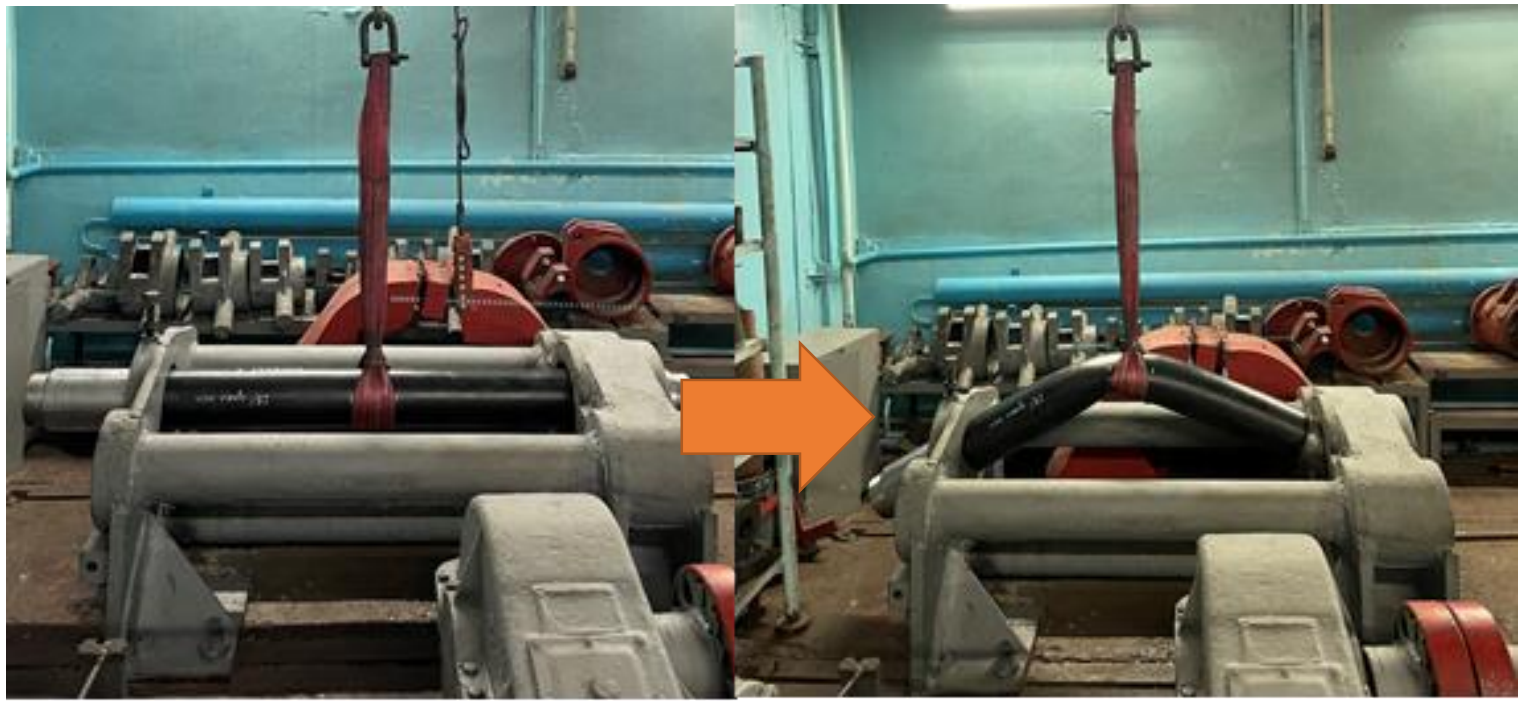




Внешний вид образца после завершении испытаний



ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ



Внешний вид образца в начале испытаний

Внешний вид образца в завершении испытаний

Предел прочности при изгибе F. МПа, вычисляли по формуле

$$F = \frac{3 * Pmax * L}{A}$$

где Pmax - максимальная нагрузка, предшествующая разрушению образца, Н.

A - площадь поперечного сечения образца, м^2.

Максимальную деформацию, ε мм/мм. вычисляли по формуле

$$\varepsilon = \frac{6 * \delta * h}{L^2}$$

где δ— значение деформации (прогиб), м.

Кратковременная изгибная жесткость трубы EI рассчитывалась по формуле:

$$EI = (F*L^3) / (48* \delta)$$

где:

F – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению образца (Н),

L – длина образца (м),

δ – прогиб (м)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ.

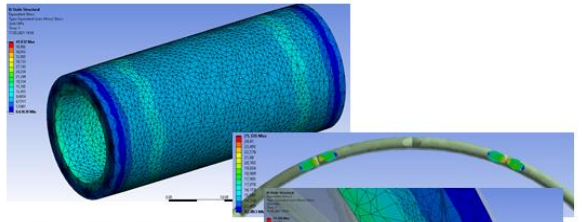
Цифровая модель армированной трубы и результат моделирования его разрушения в программном комплексе ANSYS.



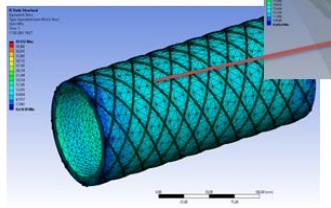
Исходные данные для создания математической модели.

Материал	ПЭ2НТ11-9	П/Э·454·текс·Z·85
Приведенная плотность	959 кг/м³	113,4 кг/м³
Модуль Юнга	1106 МПа	2212,6 МПа
Коэффициент Пуассона	0,44	0,381
Модуль всестороннего сжатия	3072,2 МПа	3098,9 МПа
Модуль сдвига	3840,3 МПа	8010,9 МПа
Предел текучести	21 МПа	72,6 МПа (46,1 МПа)
Модуль пластического упрочнения	46,2 МПа	-

Образец армированной трубы - виртуальная модель.



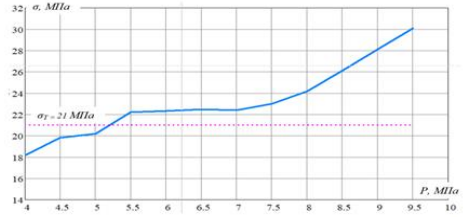
а) внешний вид



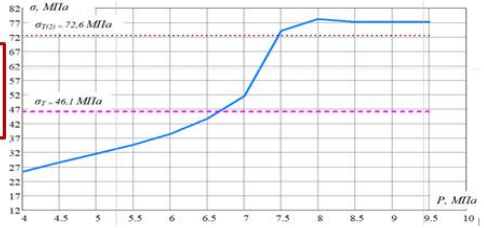
предел текучести нити указан дважды, большее значение – расчетное по предоставленным данным, меньшее – по справочным данным

б) вид армирующего слоя

1. Конечно-элементная модель с распределением полей напряжений

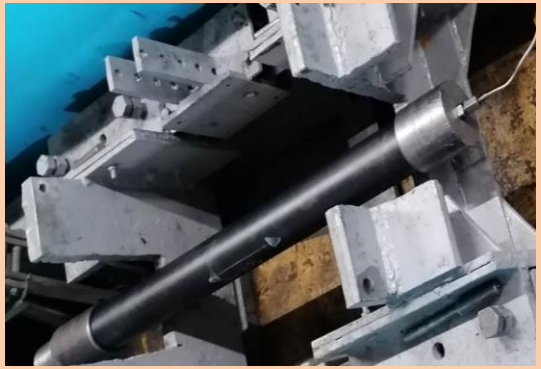


2. Изменение максимальной величины напряжений в полиэтиленовом элементе композитной трубы в зависимости от давления.

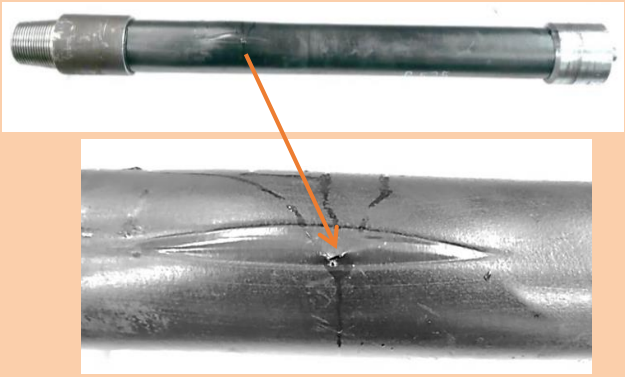


3. Изменение максимальной величины напряжений в армирующем элементе в зависимости от давления.

Результаты испытаний на герметичность и определение давления разрушения образца трубы армированного полиэфирными нитями.



Образец до начала испытаний и после разрушения.



Рабочее давление, МПа	4,0
Давление гидравлического испытания на прочность, МПа	6,0
время выдержки, требования НТД	12 ч
Примечания по ходу испытаний	фактическая выдержка составила 2,5 мин. потом наблюдалось падения давления до 2МПа вследствие расширения трубы (при этом трещали армирующие нити)
РЕЗУЛЬТАТ ИСПЫТАНИЙ	Образец герметичен
Нормативное разрушающее внутреннее давление, не менее МПа	9,5
РЕЗУЛЬТАТ ИСПЫТАНИЙ	Разгерметизация образца при 8МПа (разрушение по телу трубы)
Заключение	Не соответствует

Выводы:

1. Анализ прочностного расчета композитной трубы, полученный в ходе моделирования, показал, что разрушение данного образца ГПАТ способно начаться уже при значении давления в системе, равного 5,2 МПа, что соответствует 1.3 от рабочего давления (4 МПа).

Данный результат подтверждается наблюдениями, сделанными в процессе натурных испытаний на герметичность. При достижении давления свыше 4,5 МПа начали трещать армирующие нити.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ.

Исходные данные:

Расчет на прочность сегмента трубы ГПАТ армированной металлической лентой

Материал армирующей ленты – Сталь 35Г;

Материал полиэтилена – ПЭ2НТ11-9;

Коэффициент трения между стальными лентами – 0,35;

Коэффициент трения между полиэтиленом и стальными лентами – 0,25.

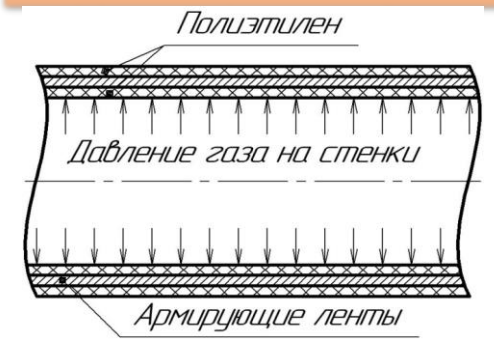
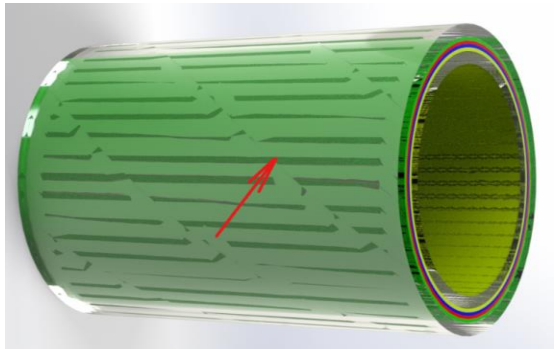


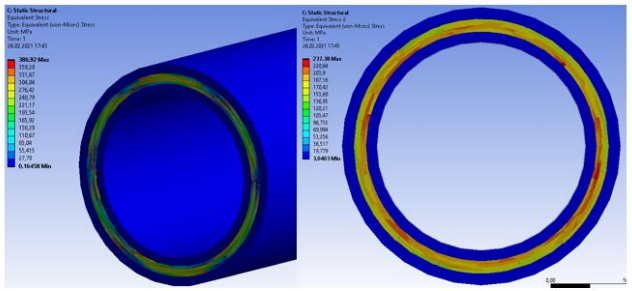
Схема нагружения композитной трубы



Модель композитной трубы

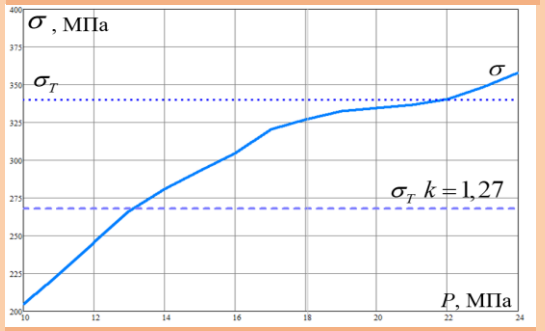
Результаты расчета напряжений в элементах трубы при различных давлениях.

В армирующей ленте		На кромке армирующей ленты		Внутреннее кольцо (полиэтилен)		Коэффициент запаса
σ, МПа	*P*, МПа	σ, МПа	*P*, МПа	σ, МПа	*P*, МПа	
309,1	16,3	309,1	13,1	19,1	14,8	1,1
283,3	14,2	283,3	12,1	17,5	13,5	1,2
261,5	12,8	261,5	11,2	16,2	12,4	1,3
242,9	11,9	242,9	10,3	15,0	11,5	1,4
226,7	11,1	226,9	>10	14,0	10,7	1,5
204,5	10,0	237,4	10,0	13,0	10,0	Рабочее давление

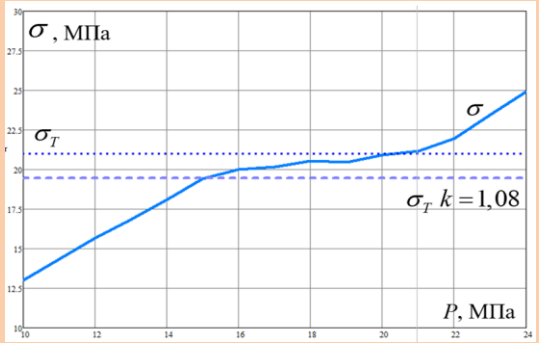


Напряжённо-деформированное состояние трубы

Напряжения в армирующей ленте



Напряжения в полиэтилене (внутреннее кольцо)



Выводы:

1) Максимальное давление газа, при котором сохраняется прочность всех слоёв армированной трубы составляет 13 МПа с коэффициентом запаса прочности 1,27. Полученное давление на 30% превышает давление газа, воспринимаемого трубой в рабочих условиях.

2) Наиболее нагруженной областью трубы является центральная часть арми-рующей ленты. Полиэтилен не выполняет несущей функции, полностью разрушает-ся при достижении внутреннего давления 15 МПа с учётом наличия армирующей ленты в составе конструкции трубы.

3) Коэффициент запаса трубы на рабочем давлении P = 10 МПа составляет ~ 1,4.

Спасибо за внимание!

Федотова Анна Владимировна

+ 7 846 987 65 43
+ 7 927 756 24 02
Fedotova@its-samara.com



РОСНЕФТЬ

Технико-экономическое обоснование применения полимерно-композитных труб в разведке и добыче

Гарифуллин А. А.
ООО «РН-БашНИПИнефть»

«Коррозия и управление рисками в нефтяной и газовой промышленности»
г. Самара, 6-7 сентября 2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Проблематика:

95% **аварий** являются **результатом коррозии** вследствие низкой стойкости стали к промысловым агрессивным средам

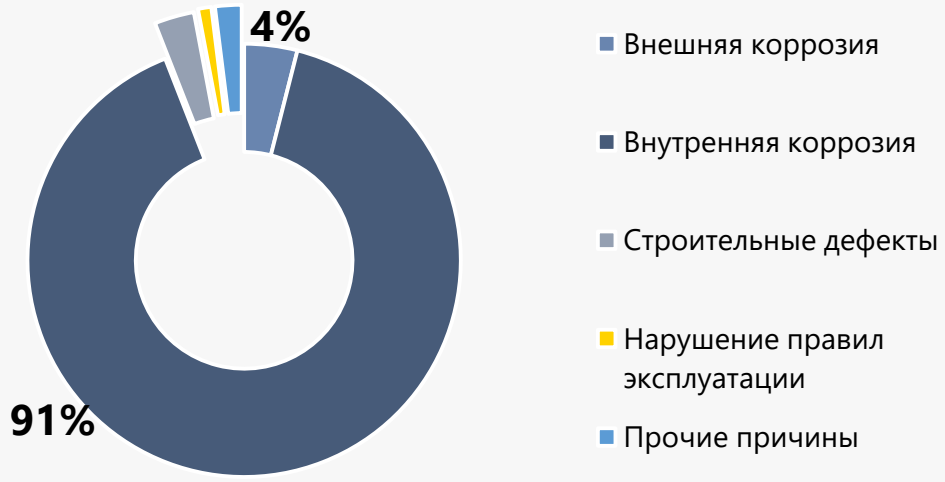
5,0 млн. руб **затраты на ликвидацию** последствий **аварий**

97% **стальных** трубопроводов в РФ
– **отсутствие диверсификации** в материальном исполнение
– **зависимость** инвестиционных **проектов от цен на сталь**

Решение:

Применение **полимерно-композитных труб**[1]

Причины отказов стальных промысловых трубопроводов за 2021 г.



Удельная аварийность по РФ



[1] - Подробнее на слайде 22-23

АКТУАЛЬНОСТЬ

Предпосылки к применению ПКТ:

01 Минпромторг и Минэнерго России утвердили программу в 2021 г.:
– **исключения** положений, **препятствующих применению ПКТ**
– разработке новых **НД** с целью использования **ПКТ**

02 В 2022 г. принята стратегия долгосрочной целевой программы «Повышение надежности трубопроводов» до 2035г.: – **увеличение объемов** применения **ПКТ**

Проблематика:

90% **аварий** возникает в результате **некорректного подбора конструкции** для условий эксплуатации

Отсутствие нормативных документов, регламентирующих применение и требования к ПКТ с учетом специфики условий Компании

Отсутствие методики оценки пригодности ПКТ к условиям эксплуатации

Отсутствие методики оценки стоимости строительства и эксплуатации трубопроводов из ПКТ

Причины отказов ПКТ по РФ



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

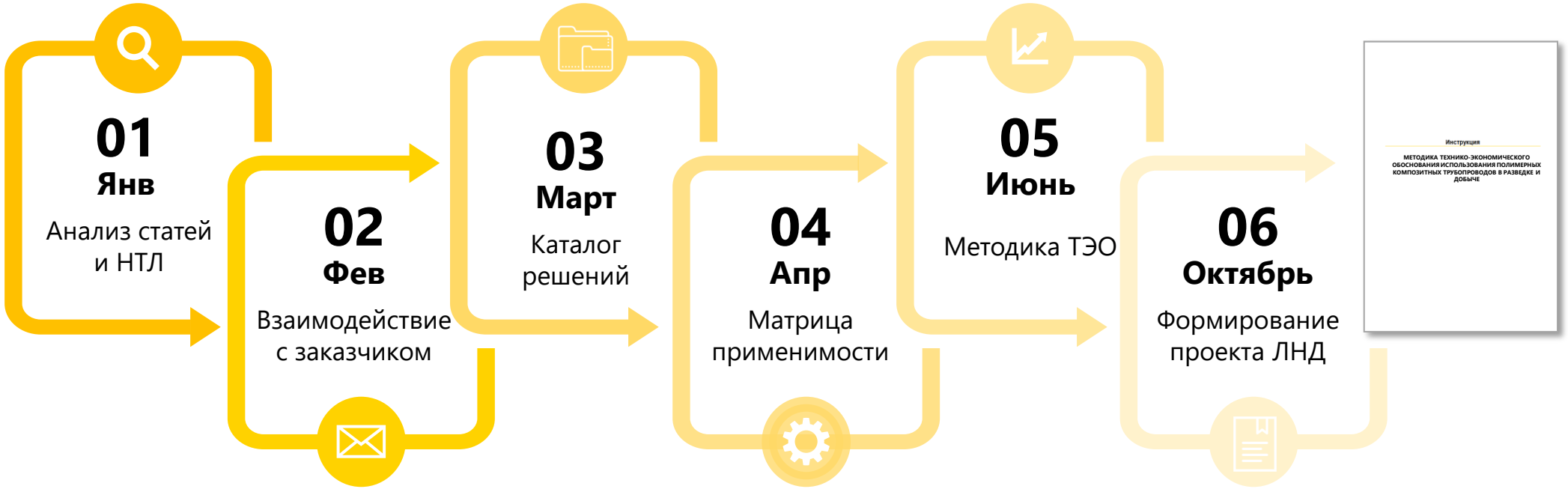
Цель проекта:

Разработка методологии и инструментов для оптимального подбора конструкций из ПКТ при проектировании и обустройстве месторождений с учетом специфики условий Компании

Задачи проекта:

– Анализ причин отказов трубопроводов из ПКТ
– Формирование Каталога, Матрицы применимости, Модели ТЭО
– Формирование требований к ПКТ с учетом специфики условий Компании

План реализации:



НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Разработаны **научно теоретические основы** для стоимостной и технической **оценки ПКТ**

Сформирована методология прогнозирования аварийности ПКТ и **расчета** их **ущерба**

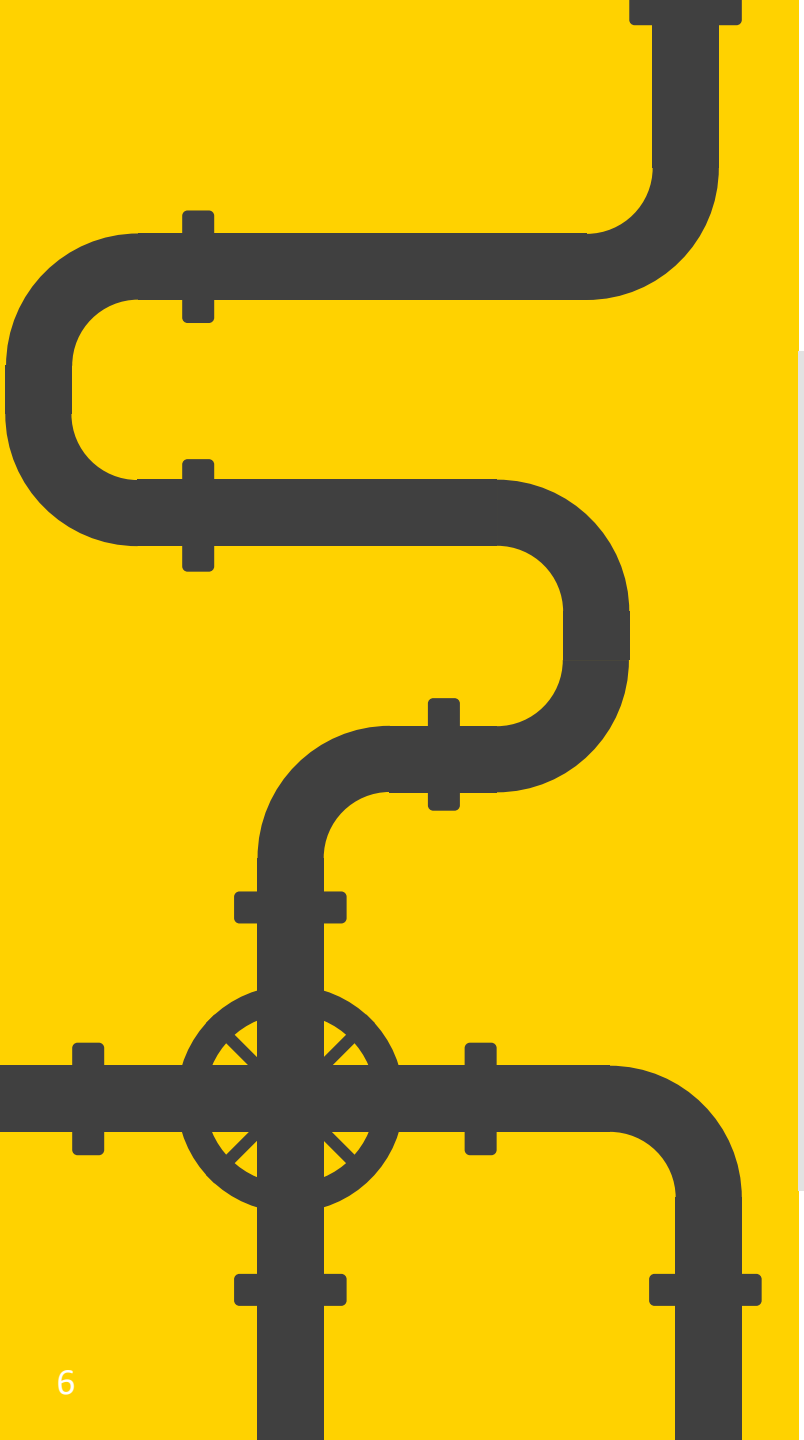
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Модель ТЭО **определяет оптимальное решение** на основе технических и экономических показателей

Снижение аварийности на объектах трубопроводного транспорта



КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА





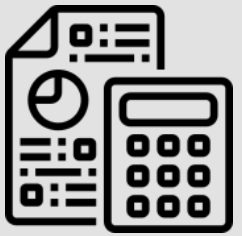
Каталог решений

01



Матрица применимости

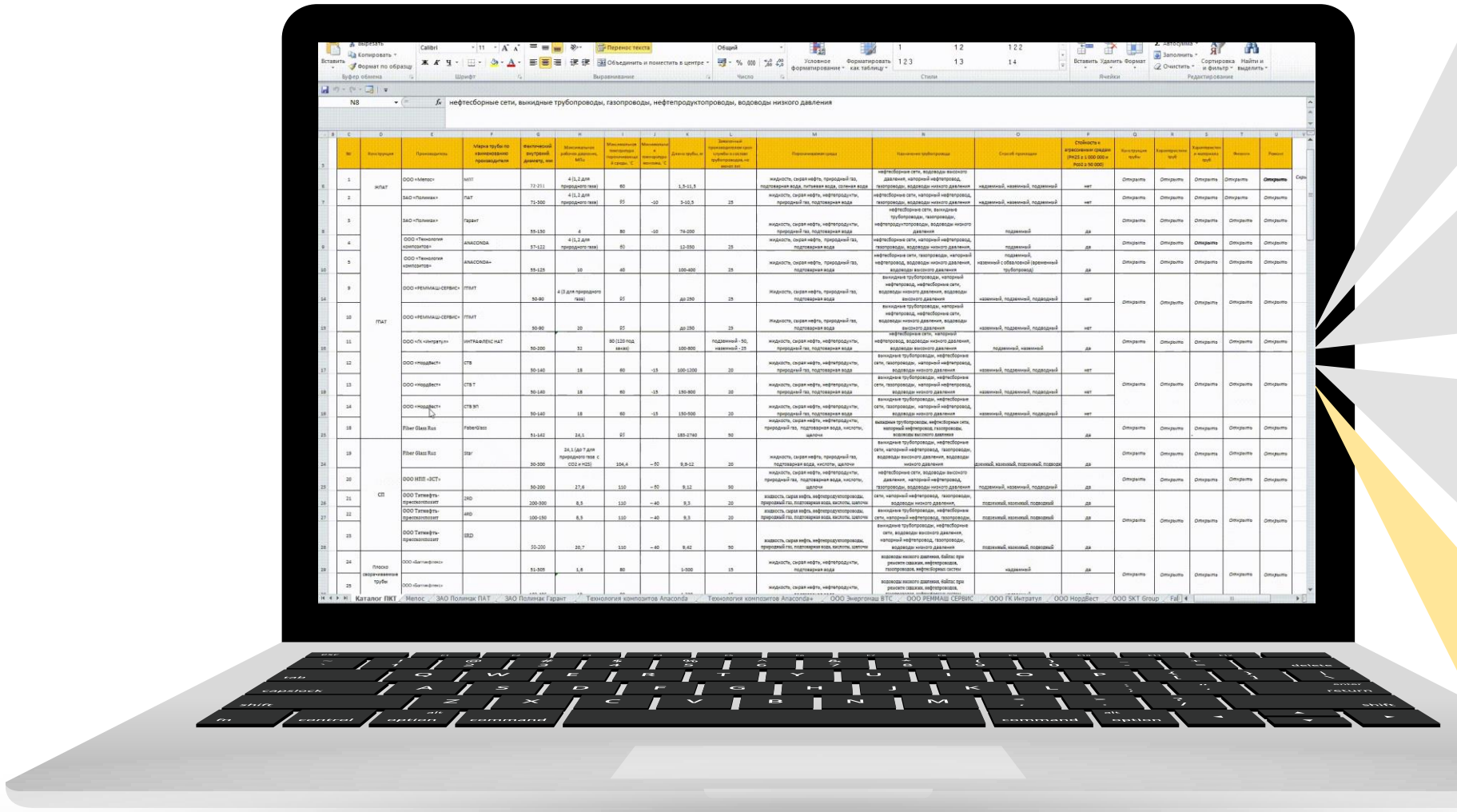
02



Модель ТЭО

03

КАТАЛОГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



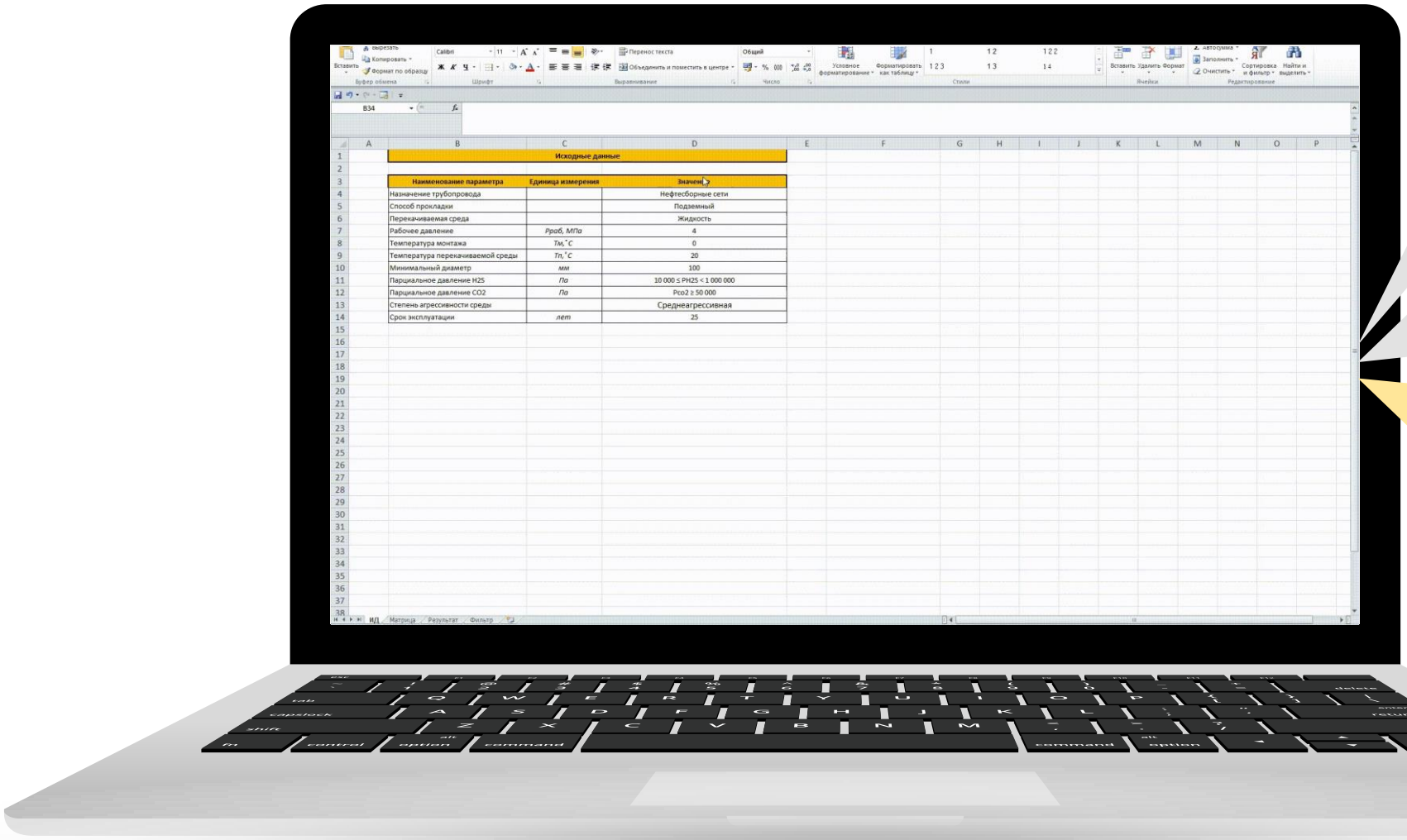
Классификация ПКТ и производителей

Описание конструкций

Типоразмеры и характеристики

Единый реестр всех ПКТ

МАТРИЦА ПРИМЕНИМОСТИ

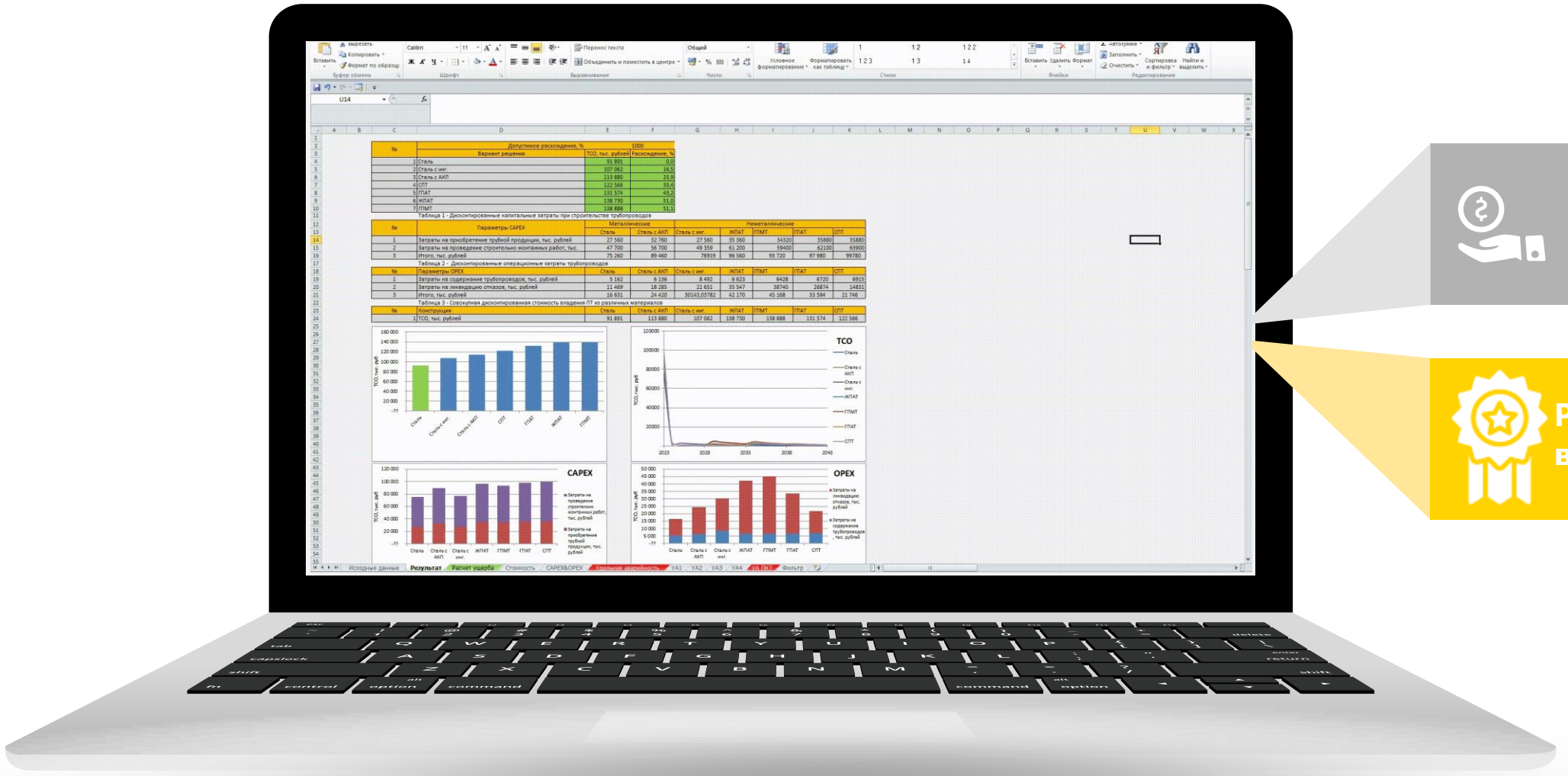


Критерии применимости

Технические показатели

Выборка ПКТ

МОДЕЛЬ ТЭО



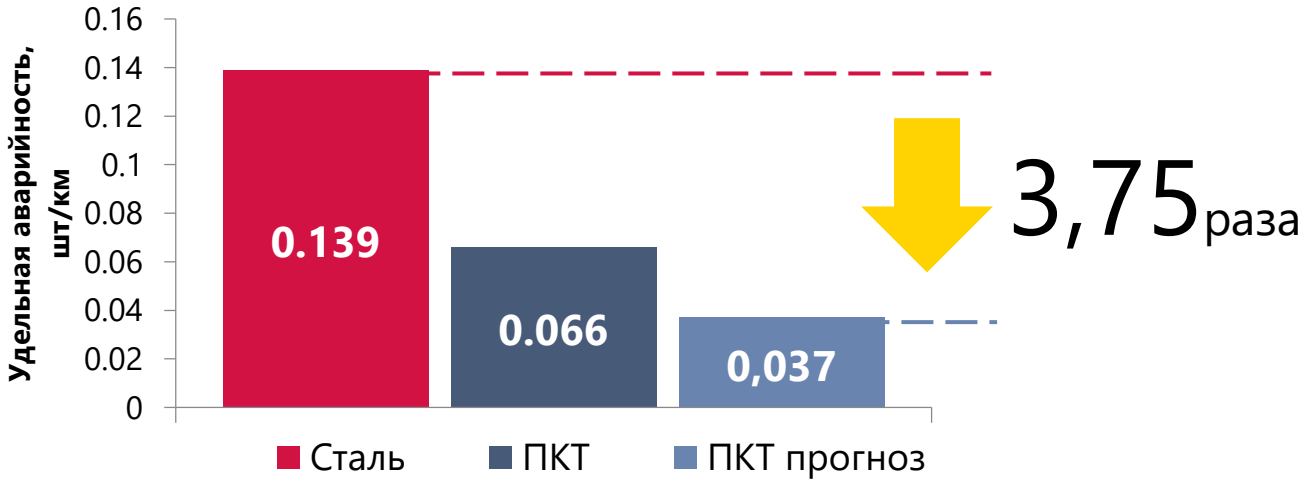
Экономические параметры

Рекомендуемый вариант ПКТ

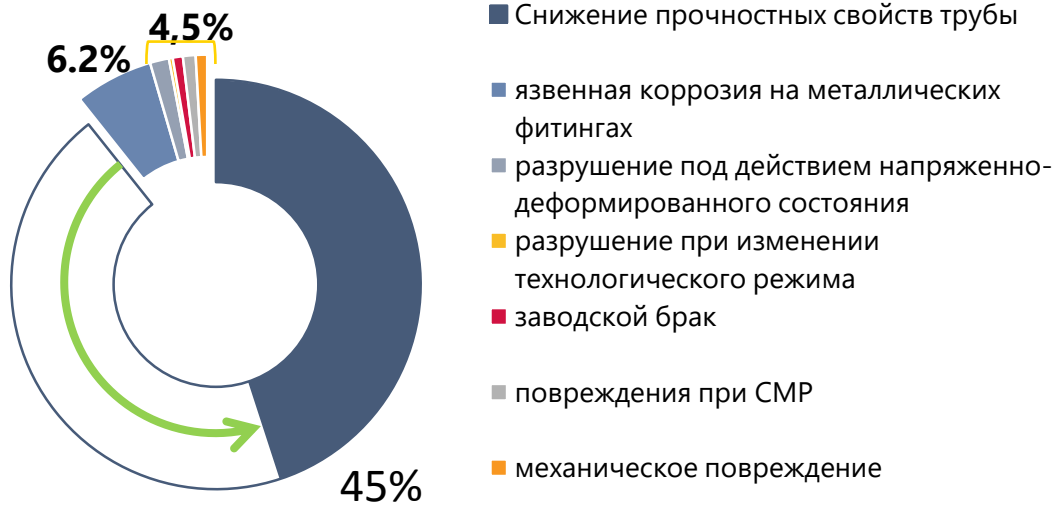
АВАРИЙНОСТЬ ПКТ

	Применимость к условиям эксплуатации	Аварийность	Затраты на ликвидацию последствий аварий
Было:	Снижение прочностных свойств ПКТ	Высокая	Высокие
Стало:	**Оптимальный подбор ПКТ**	**Низкая**	**Низкие**

Удельная аварийность по РФ

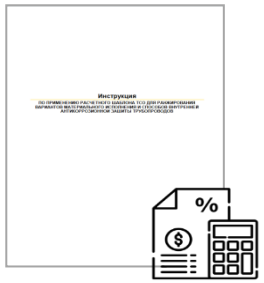


Причины отказов ПКТ по РФ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ МЕТОДИКАМИ

01 Определение наилучшего стального исполнения по **методике ВНИКТИ** «Выбор трубной продукции…»



- Сталь
- Сталь с АКП
- Сталь с инг.

02 Определение применимости ПКТ для заданных условий в разработанной **Матрице применимости**

- ЖПАТ
- ГПАТ
- СПТ

03 Определение *ТСО* трубопроводов разработанном **Расчетном шаблоне**

- Сталь с АКП
- ГПАТ
- СПТ

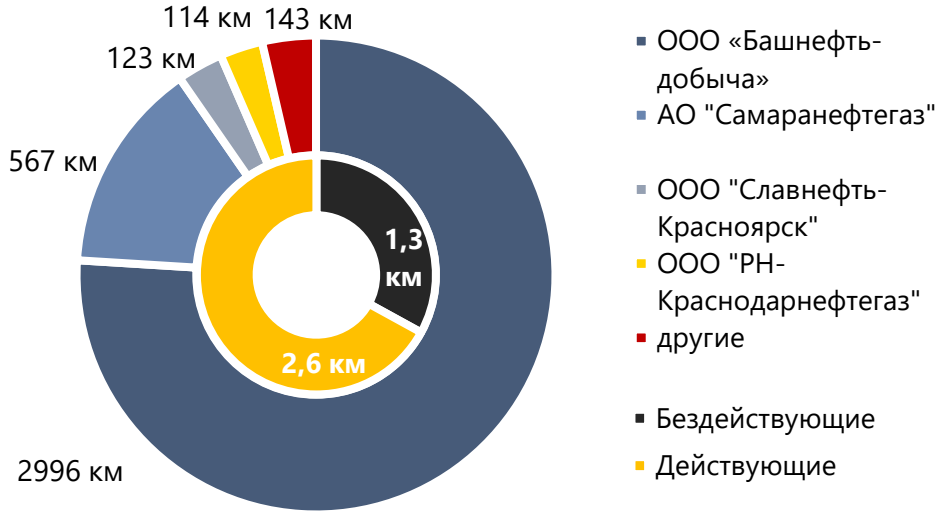
04 Получение наиболее **оптимального материального исполнения**

- СПТ

ТСО – Совокупная стоимость владения

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ПКТ

Протяжённость ПКТ по состоянию на 2022 г. в ПАО «НК «Роснефть»



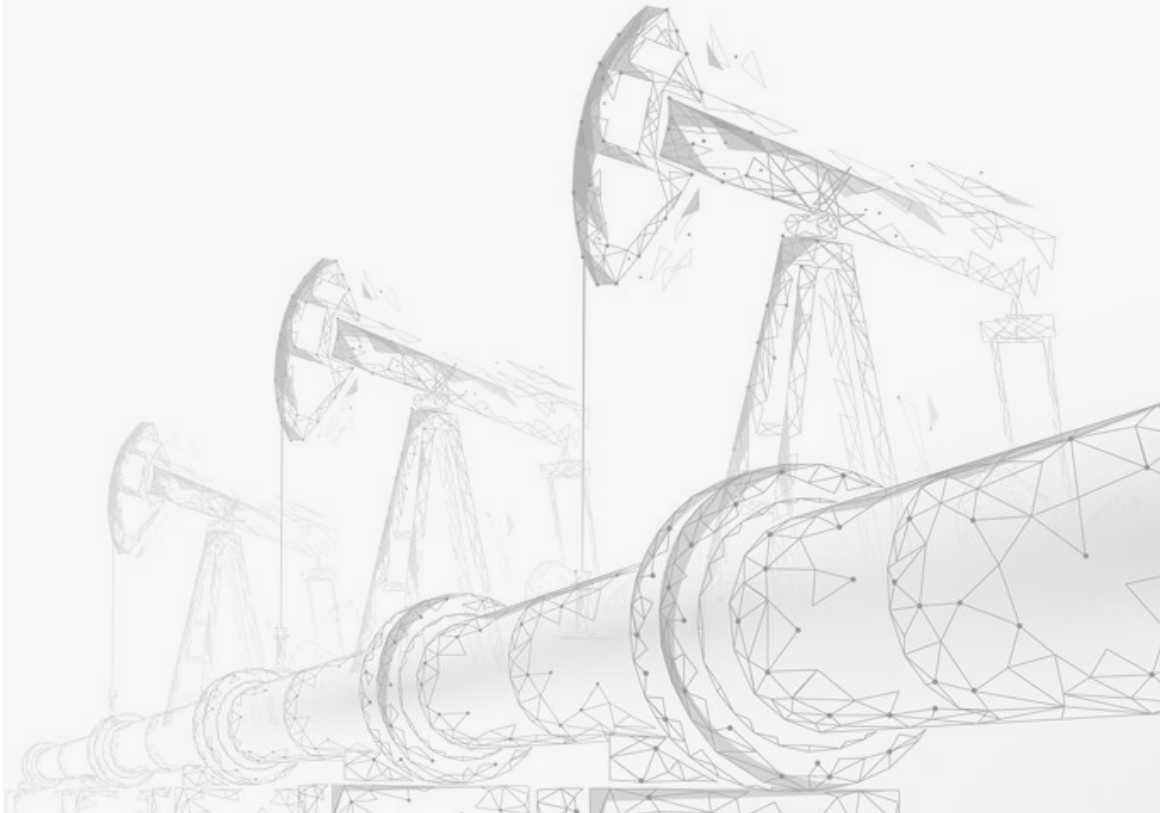
Доля ПКТ в ПАО «НК «Роснефть» – **7,0%** (в РФ – 3%)

Доля ПКТ в мире[1]



Потенциальные объекты внедрения результата проекта:

- **Проектные институты**
- **Добывающие ОГ** ПАО «НК «Роснефть»



[1] - Москва, ИА Neftegaz.RU

Соответствие стратегии «Роснефть-2030»

01 Снижение углеродного следа

- **Сокращение** выбросов
- **Транспорт углерода** для дальнейшего захоронения



02 Операционное лидерство

- **Снижение** удельных затрат на добычу
- Применение **альтернативных материалов**



03 Повышение эффективности

- **Снижение** аварийности
- **Снижение** сроков СМР
- **Увеличение** срока эксплуатации



ТЭО ПРИМЕНЕНИЯ ПКТ



Стальная труба



Стальная труба с АКП[1]



ПКТ

20 лет
срок расчета

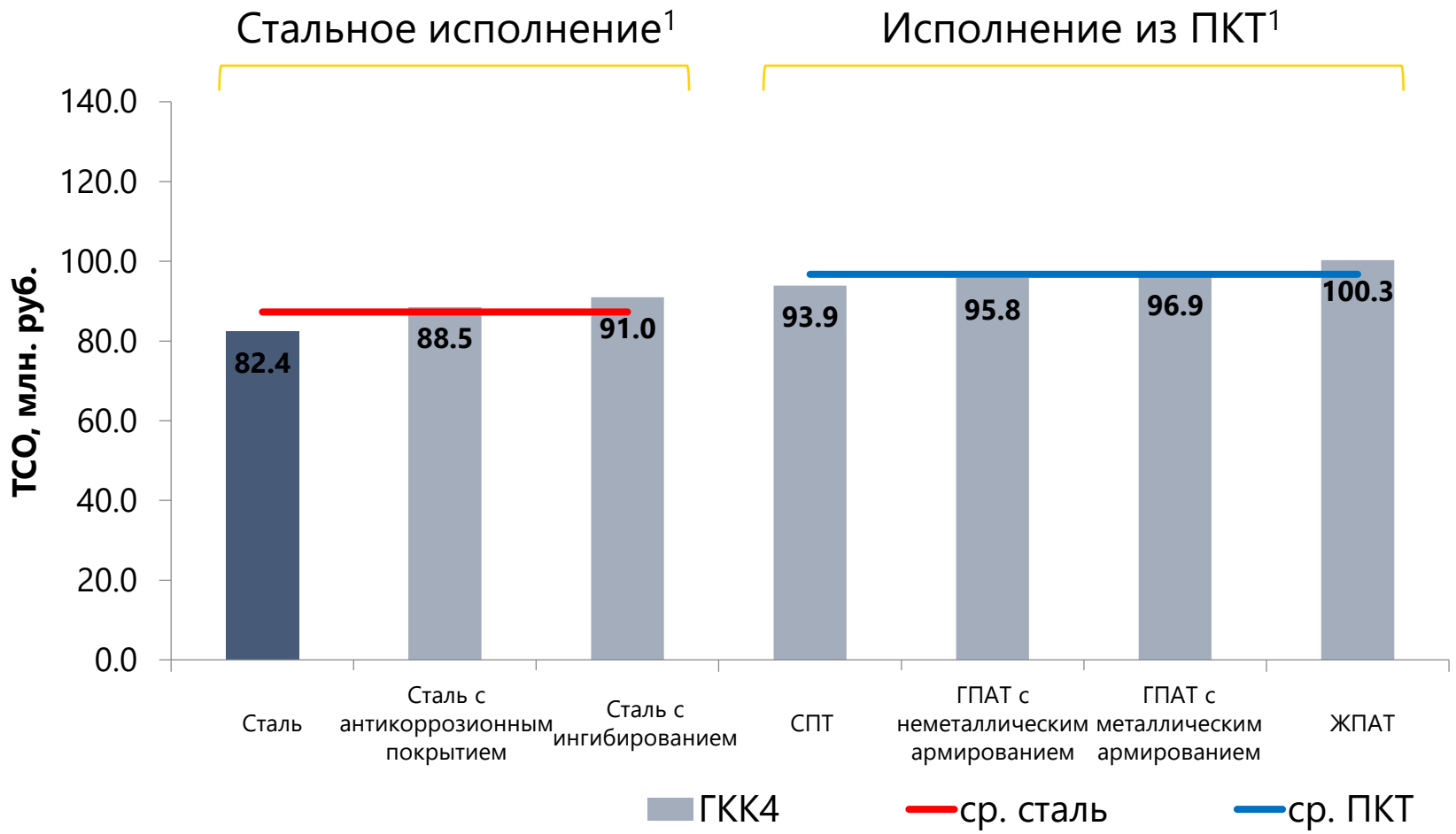
20 %
дисконтирование

[1] – антикоррозионное покрытие

ТЭО применения ПКТ в низко агрессивных условиях

Экономически **неоправданно** применение **ПКТ**

14-22%



[1] - Территория нефтегаз. - 2016. - №3. - С. 154-159 , Инженерная практика. - 2022. - №1. - С. 8-14

ГКК – группа коррозионных контуров

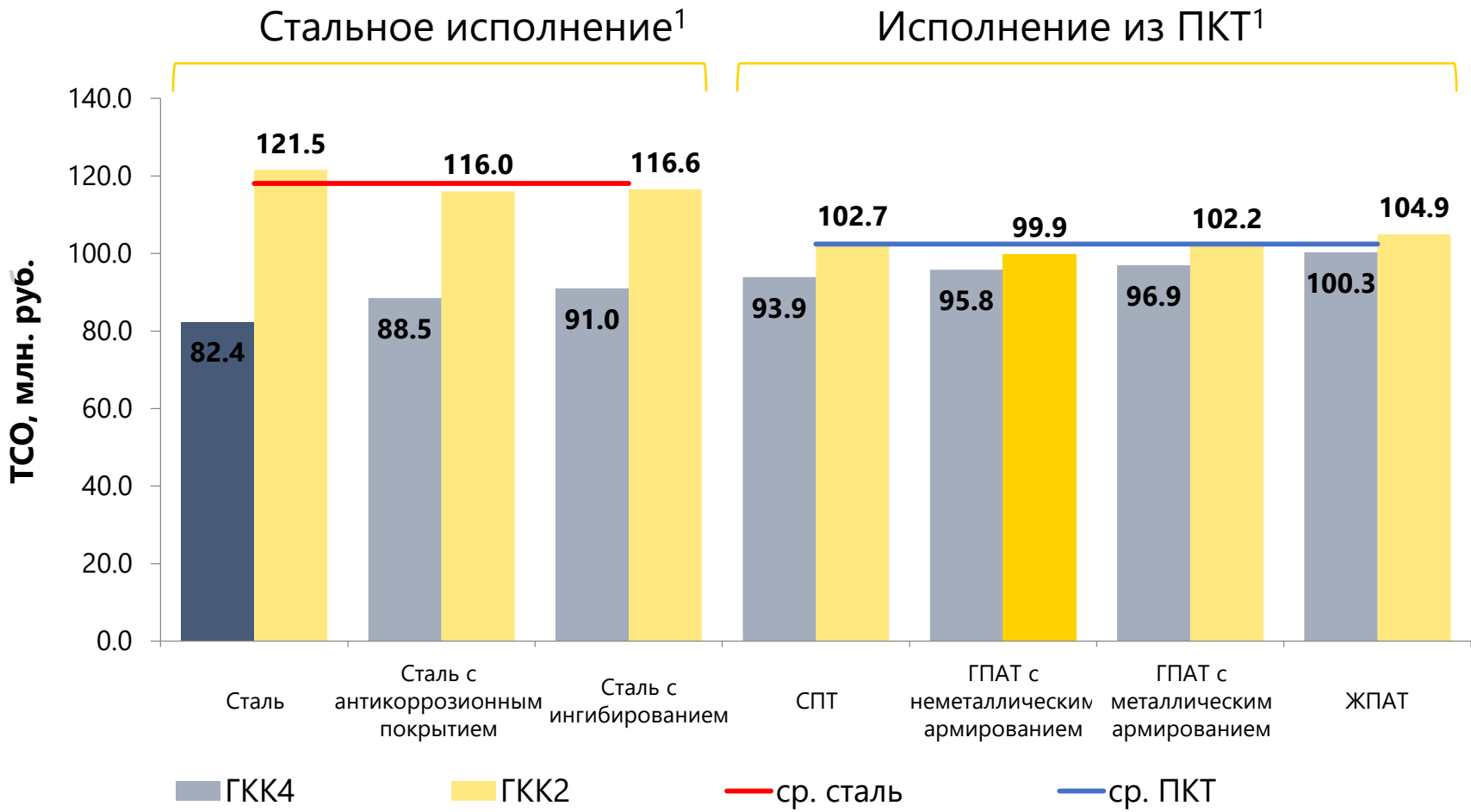
ТЭО применения ПКТ в средне и сильно агрессивных условиях

Экономически **неоправданно** применение **ПКТ**

14-22%

Экономически **целесообразно** применение **ПКТ**

16-21%



[1] - Территория нефтегаз. - 2016. - №3. - С. 154-159 , Инженерная практика. - 2022. - №1. - С. 8-14

Подробнее на слайде 24

ВЫВОДЫ

Актуальность

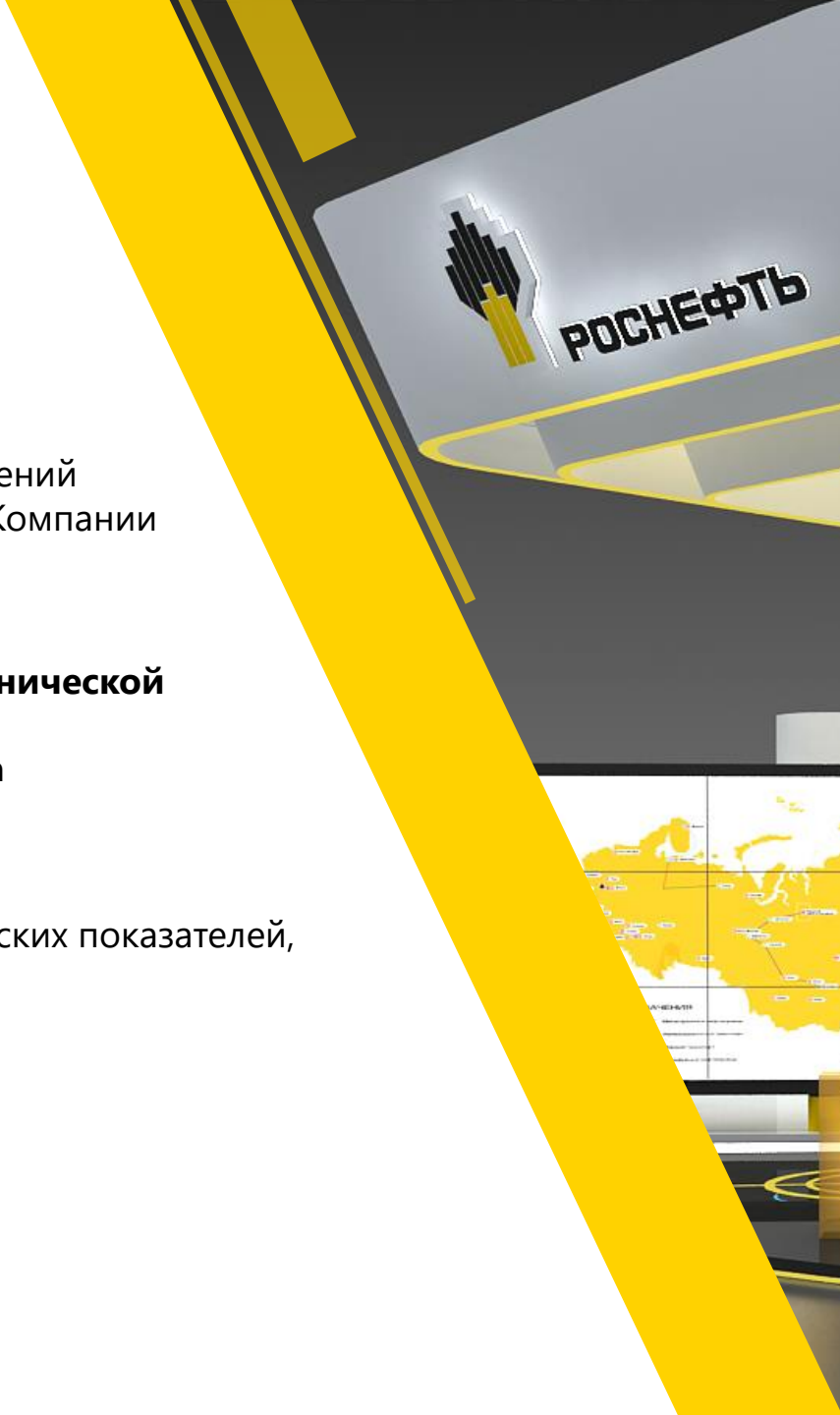
Высокая аварийность стальных трубопроводов
Отсутствие инструментов оптимального **подбора ПКТ** для обустройства месторождений
Отсутствие НД, регламентирующих **требования** к ПКТ с учетом специфики условий Компании

Новизна

Разработаны научно теоретические **основы** и **инструменты** для **стоимостной** и **технической оценки** применения **ПКТ** для условий Компании
Сформирована методология **прогнозирования аварийности ПКТ** и **расчета ущерба**

Практическая значимость

Модель ТЭО определяет **оптимальное решение** на основе технических и экономических показателей, что существенно **снизит аварийность ПКТ**



ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРЕЗЕНТАЦИИ

ТСО – совокупная стоимость владения
АКП – антикоррозионное покрытие
ГПАТ – гибкие полимерно-армированные трубы
ЖПАТ – «жесткие» полимерно-армированные трубы
НД – нормативная документация
ОГ – общества группы
ПКТ – полимерно-композитные трубы
СМР – строительно-монтажные работы
СПТ – стеклопластиковые трубы
ТЭО – технико-экономическое обоснование


РОСНЕФТЬ
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



РОСНЕФТЬ

ООО «РН-БашНИПИнефть»

По всем возникающим вопросам просьба обращаться к
Гарифуллину Айрату Андалисовичу

по адресу электронной почты: **AA_Garifullin5@bnipi.rosneft.ru**

Дополнительные слайды

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ



Полимерно-композитные трубы

– это трубы, состоящие из двух или более компонентов, где одни из компонентов являются армирующими составляющими, а другие – связующими их матрицами



Преимущества:

- коррозионная и эрозионная стойкость
- скорость строительно-монтажных работ
- меньший удельный вес
- низкая теплопроводность
- низкая шероховатость труб



Недостатки:

- низкий диапазон применимости
- сложность технологий ремонта
- снижение прочности при нагревании
- низкая стойкость к внешним нагрузкам
- частичное отсутствие нормативной документации

КЛАССИФИКАЦИЯ ПКТ



- с металлическим каркасом (сеткой)



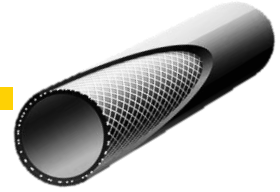
- со стекловолокном

ЖПАТ

СПТ

ГПАТ

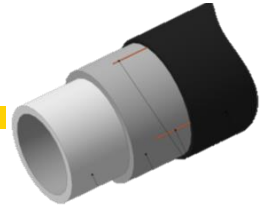
ПСР



- с металлическим элементом



- комбинированное армирование



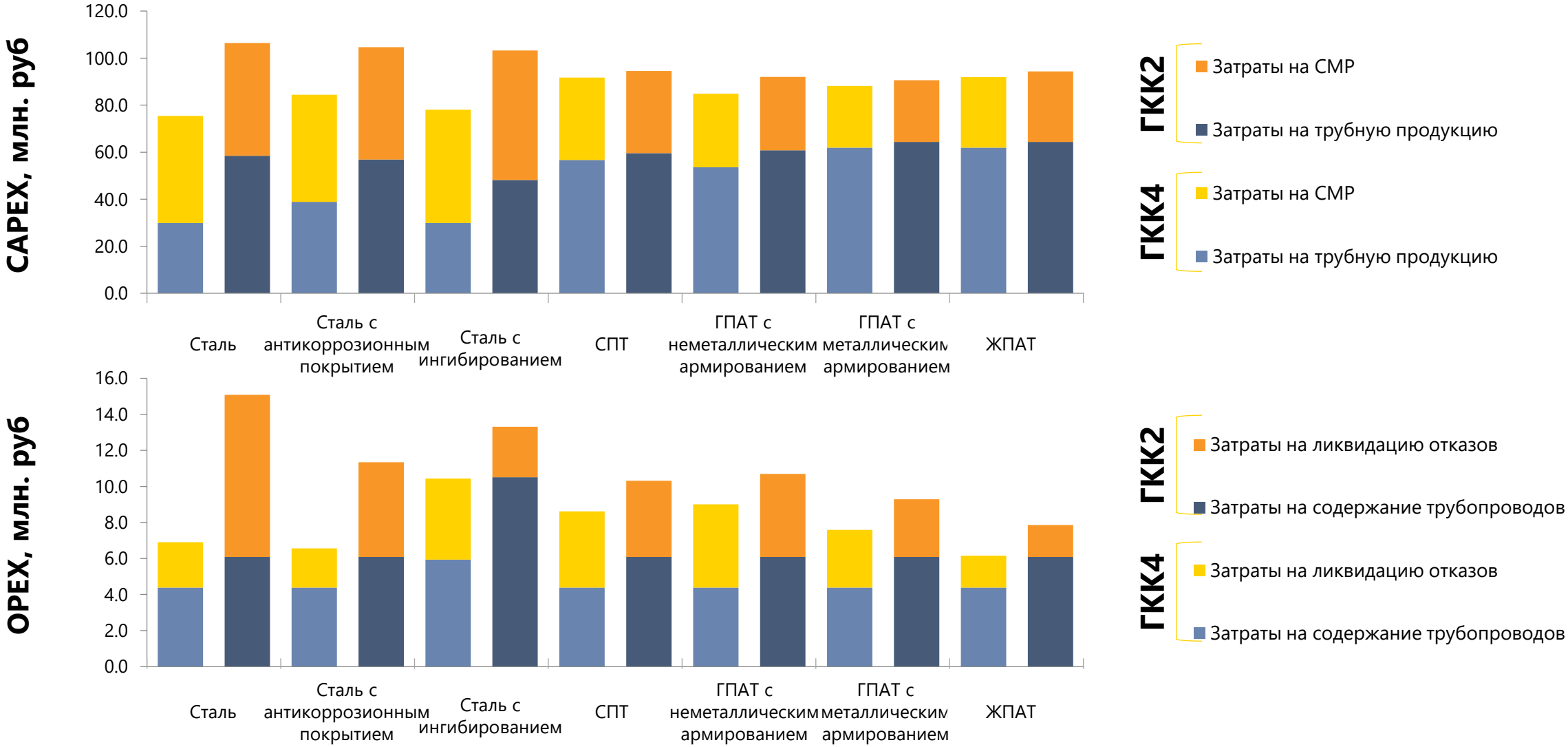
- с неметаллическими элементами



- с неметаллическими элементами

ЖПАТ – «жесткие» полимерно-армированные трубы
ГПАТ – гибкие ПАТ
СПТ – стеклопластиковые трубы
ПСР – плоско сворачиваемые рукава

ТЭО ПРИМЕНЕНИЯ ПКТ[1]



[1] - Территория нефтегаз. - 2016. - №3. - С. 154-159 , Инженерная практика. - 2022. - №1. - С. 8-14

ВЫСОКОНАПОРНЫЕ ТРУБНЫЕ СИСТЕМЫ (ВТС)

Оценка газопроницаемости оболочек гибких полимерных армированных труб

01 —

Заведующий
испытательной лабораторией
Голышев Сергей Николаевич

energomash-vts.com

VII Научно-технической конференции
«КОРРОЗИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ООО «ЭНЕРГОМАШ-ВТС»

- *производитель **высоконапорных трубных систем**.*



Основной продукт

– трубы гибкие полимерные армированные (ГПАТ).

Армирующие элементы:

-высокопрочные стальная лента и проволока,

-неметаллические армированные ленты, высокомодульные нити.

*Анализ опыта производства и эксплуатации ГПАТ показал, что основная причина отказов труб – заводской и строительный брак, что определяет основные направления развития ООО «Энергомаш-ВТС»: **повышение качества, надежности и долговечности продукции**.*

Серийная продукция

ГПАТ, армированные высокопрочными стальными лентами, с номинальным внутренним диаметром от 50 до 175 мм, рабочим давлением до 200 атм. Рабочие температуры от минус 60°С до плюс 80°С.





ООО «Энергомаш-ВТС» . г. Щёкино Тульской области было создано конце 2019 г. При организации производства ВТС были учтены вышеупомянутые проблемы и конструкторско-технологические недостатки действующих производств подобной продукции (ГПАТ). Во втором квартале 2020 г. ООО «Энергомаш-ВТС» было запущено производство.

Последствия диффузии газовых компонентов флюида через внутреннюю оболочку

energomash- vts.com

Полимер, из которого выполнены оболочки трубы гибкой, обладает газопроницаемостью, и некоторые вещества (CO_2, H_2S и др.), проникая через полимерный слой подвергают коррозионному разрушению армирующие стальные ленты. Диффузия агрессивных сред способствует снижению срока службы и остаточного ресурса трубы.

Для устранения или значительного снижения проницаемости внутренняя оболочка имеет дополнительный барьерный слой, задерживающий молекулы агрессиях веществ и имеющий схожие физико-механические свойства с основным полимером, что позволяет сохранить прочностные свойства оболочки.





Разрушение армирующих элементов в условии коррозии

Технологическая линия с 5-ти слойной экструзионной головой

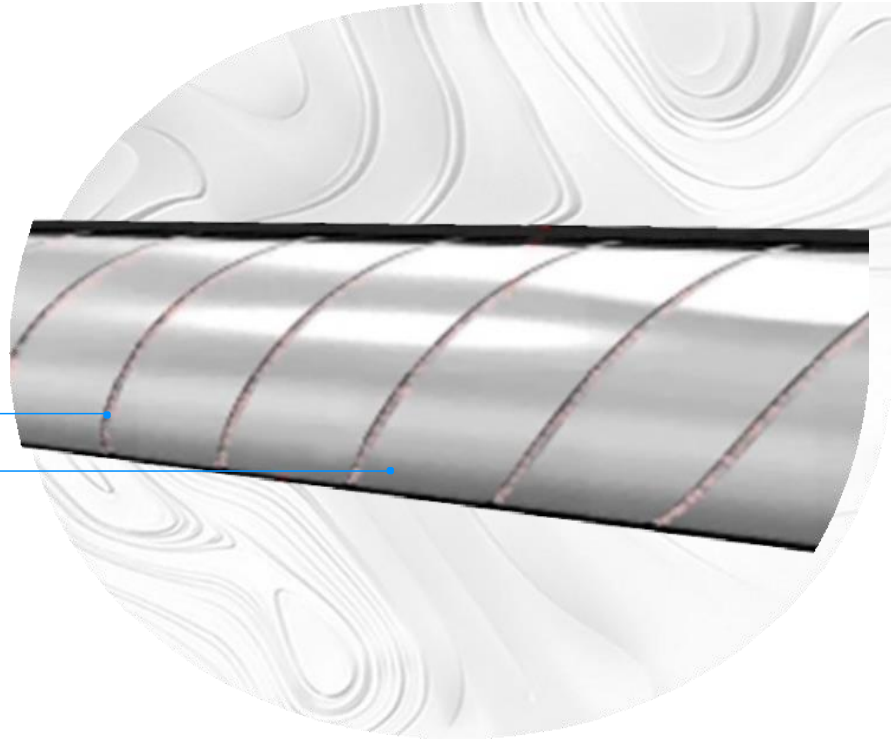


ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ
ВЫСОКОНАПОРНЫХ ТРУБНЫХ СИСТЕМ

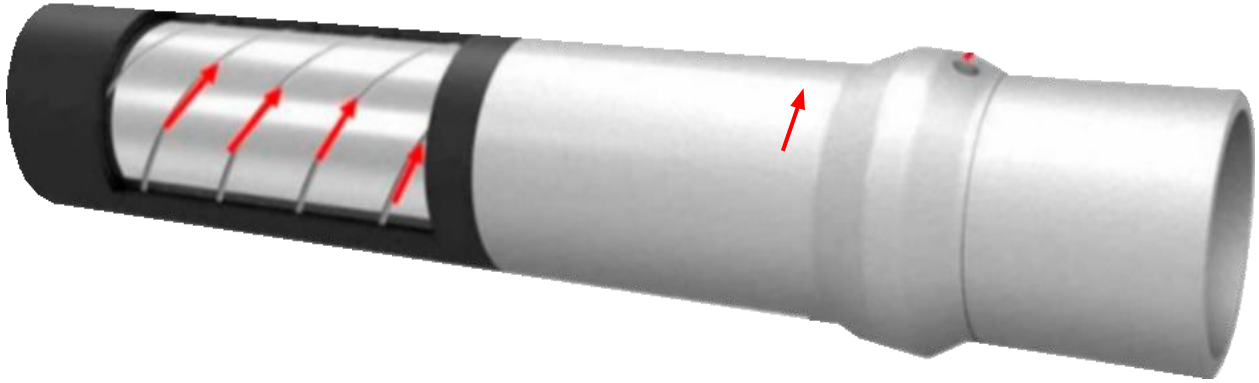
ВТС оснащены специальной системой, позволяющей производить отвод проникающих через внутренний гидравлический канал газов.

Кольцевое (межтрубное) пространство гибкой трубы (небольшой зазор для накопления газа)

Армирующие стальные ленты



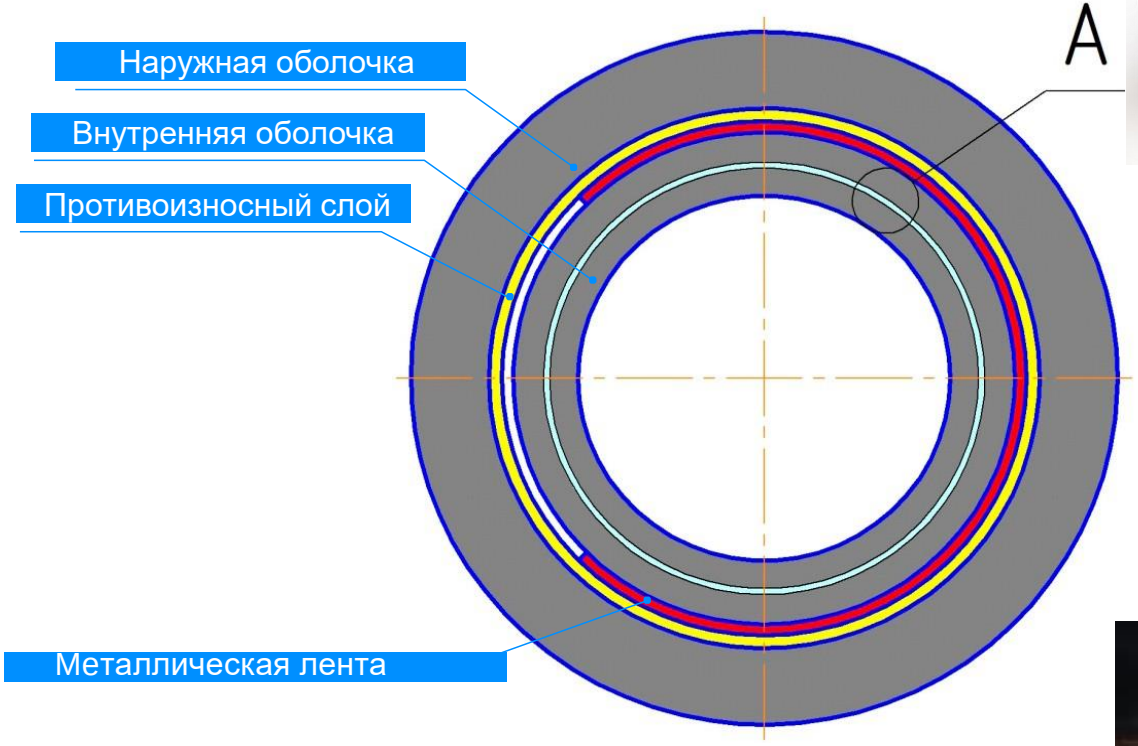
Трубки газоотводные – перемычки на каждом соединении позволяют производить перемещение газов в любой удобной точке по всей длине. При необходимости фитинги могут иметь отверстия, оснащенные выпускным клапаном.

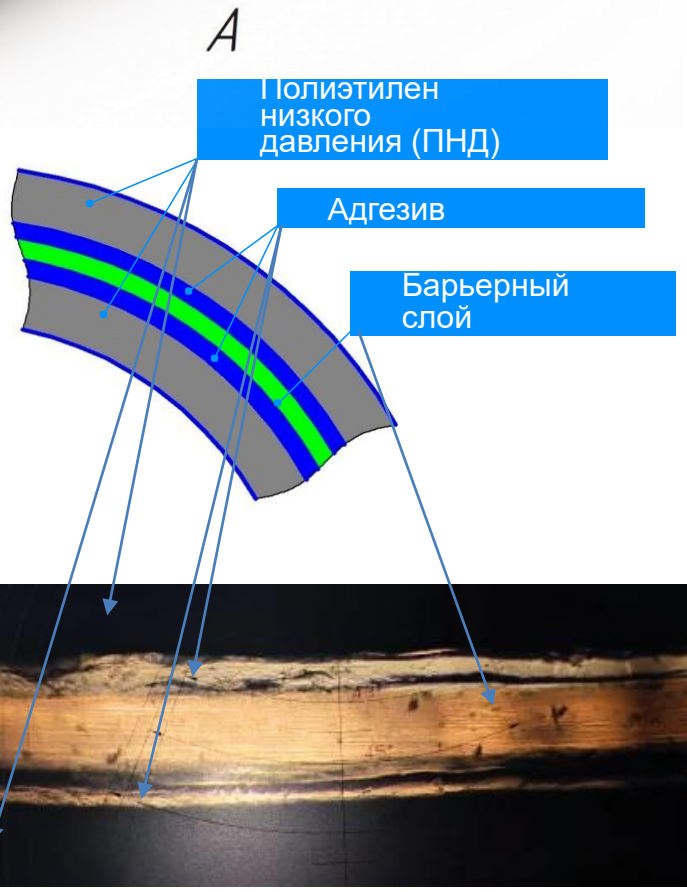


БАРЬЕРНЫЙ СЛОЙ

Для снижения проникновения газов (CH_4, CO_2, H_2S…), через стенку гибких труб предлагается конструкция высоконапорных трубных систем с **барьерным слоем**.







Испытания барьерного слоя трубы производства ООО «Энергомаш-ВТС на газопроницаемость по отношению к CO_2 в лаборатории ООО «ИТ-СЕРВИС»



Рисунок 2. Внешний вид изготовленных образцов.

Определение газопроницаемости проводилось по методике, представленной в ГОСТ Р 53656.2-2009, часть 2. Образцы помещались в диффузионную ячейку, после чего проводилась откачка верхней и нижней камеры и соответственно, обезгаживание образца до давления 0,015 мм. рт. ст. (10^{-3}). Далее в верхнюю камеру подавался исследуемый газ, в данном случае CO_2. После подачи газа засекали время до появления изменения давления в нижней камере и отбирали пробу для последующего анализа на хроматографе Кристалл 2000м.

ИТС
ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

ООО «ИТ-Сервис» 443001, г. Самара,
ул. Ульяновская/Ярмарочная, д.52/55
7 (846) 212-00-39 sekr@its-samara.com
www.its-samara.com ИНН 6315562413
КПП 631501001 ОГРН 1026300962995

УТВЕРЖДАЮ
ДИРЕКТОР ПО НАУКЕ
ООО «ИТ-СЕРВИС»
В.А. Ревякин
«15» 02 2023 г.

Информационный отчет

Испытания барьерного слоя трубы производства ООО «Энергомаш-ВТС» на газопроницаемость по отношению к CO_2

Были проведены сравнительные испытания, которые однозначно показывают качественное различие в части газопроницаемости оболочки из ПНД с барьерным слоем и без него.

Но примененный метод дает оценочный сравнительный результат, так как не отражает реальные эксплуатационные условия из-за нелинейной зависимости диффузии от температуры и давления в трубе, а также толщины барьерного слоя.

4. Обработка результатов.

Полученные в ходе проведенных исследований данные были сведены в таблицу 1, в которой представлены основные используемые данные и значения.

Таблица 1. Результаты испытаний

№ образца	Толщина образца $*10^{-3}$, м			R образца, м	Эффективная площадь проникновения A, $м^2$	Скорость потока газа веществ, D, $см^3$/мин	Давление испытательного газа P_0, Па	Объем газа C, $моль/см^{3}*Па$	Время выхода на стационарный режим, сек.	Скорость проникновения газа, GTR $моль/м^2*сут.*Па$	Коэффициент газопроницаемости, P, $моль*м/м^2*сут*Па$
	min	max	ср.								
VTS-1-1	1,50	1,50	1,50	0,015	0,0007	30	101325	$7,46\times10^{-11}$	Время выхода на стационарный режим не определено	30,673	0,046
VTS-1-2	1,50	1,50	1,50				101325	$4,64\times10^{-11}$		19,102	0,029
VTS-1-3	1,50	1,50	1,50				101325	$4,11\times10^{-11}$		16,898	0,025
VTS-1-4	1,50	1,50	1,50				101325	$8,48\times10^{-11}$		34,898	0,070
VTS-1-5	1,50	1,50	1,50				101325	$4,07\times10^{-11}$		25,389	0,038
Среднее значение											0,0416**
*HDPE (ПЭ100)**	*1,50*			*0,015*	*0,0007*	*30*	*101325*	$2,42\times10^{-09}$	*1800,00*	*1492,714*	*2,239*

* Показатели для сравнения

**Представленные значения получены в нестационарном режиме проникновения газа.

5. Заключение.

Во время эксперимента продолжительностью ~5 часов стационарный режим проницаемости ни на одном из образцов VTS с барьерным слоем достигнут не был, что может косвенно свидетельствовать о ничтожно малой проницаемости барьерного слоя по отношению к углекислому газу.

Испытания ГПАТ производства ООО «Энергомаш-ВТС на газогерметичность по отношению к CH_4 в лаборатории ООО «ГазпромВНИИГАЗ»

Испытания проводились при максимальной рабочей температуре плюс 60°С при рабочем давлении 10МПа. Образец **ГПАТ 50/75-10.**

ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ 75 ЛЕТ 1948–2023

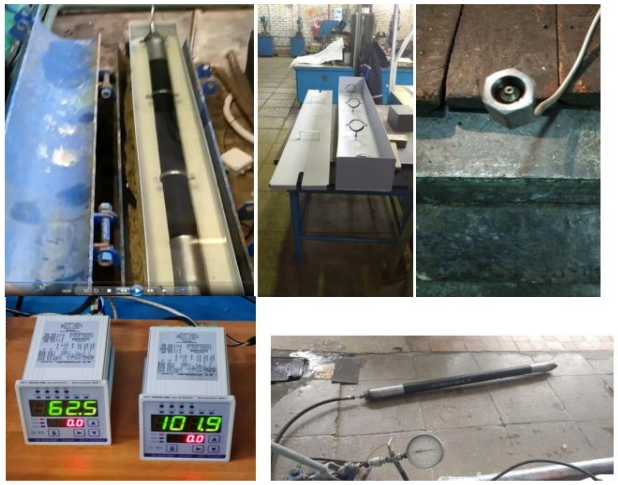
Газогерметичность

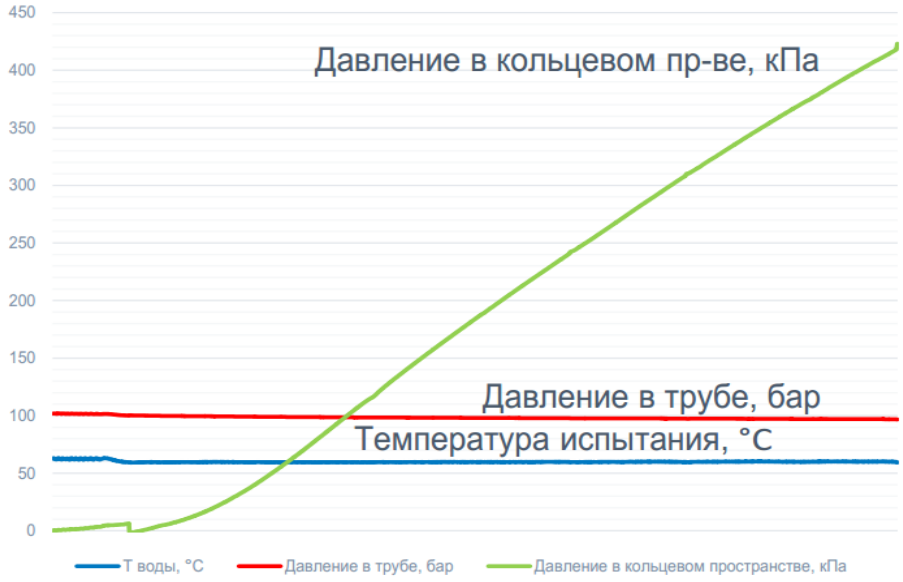
Образец без барьерного слоя:

$P_{нач.труб.}$ 10,18 МПа
$P_{кон.труб.}$ 9,66 МПа
$\Delta P_{кольц.пр.}$ 0,420 МПа
$T_{исп.}$ 60 °С
Время испытания 168 часа (7 суток)

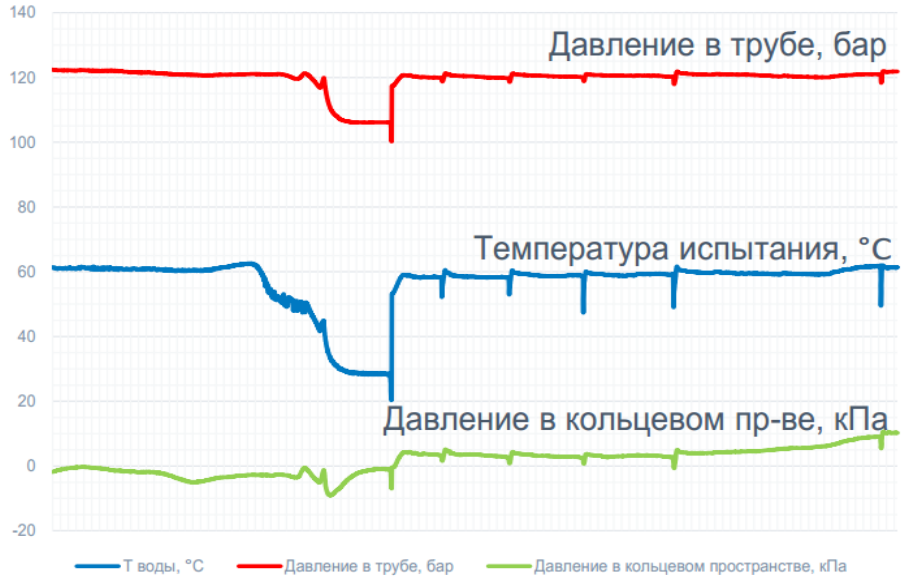
Образец с барьерным слоем

$P_{нач.труб.}$ 12,24 МПа
$P_{кон.труб.}$ 12,18 МПа
$\Delta P_{кольц.пр.}$ 0,009 МПа
$T_{исп.}$ 60 °С
Время испытания 613 часов (≈25 суток)



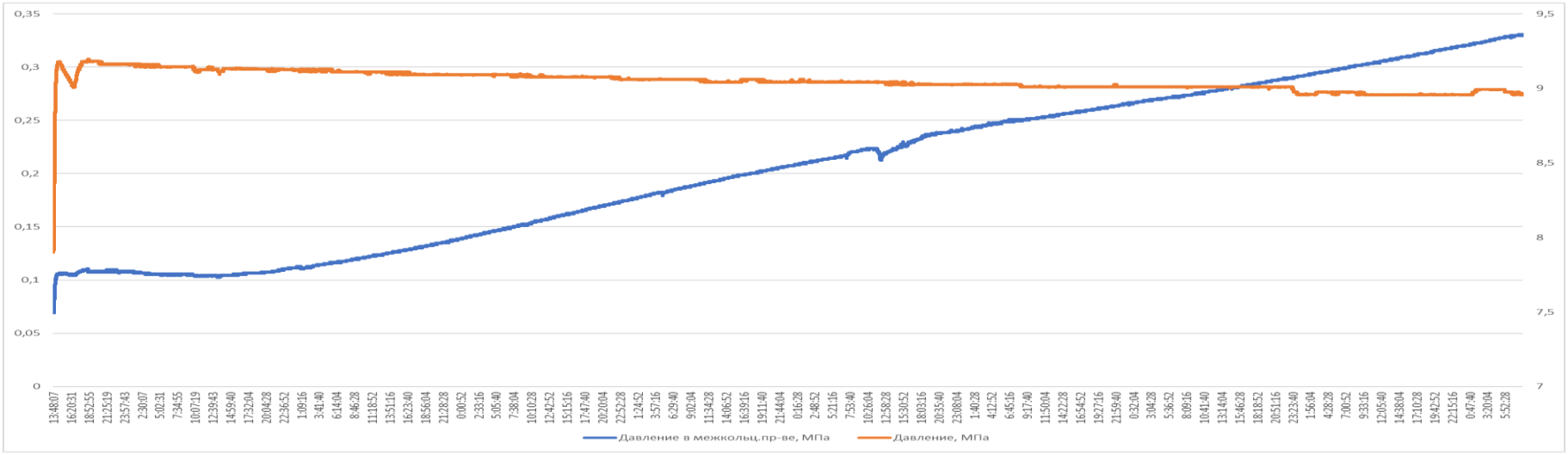


Без барьерного слоя

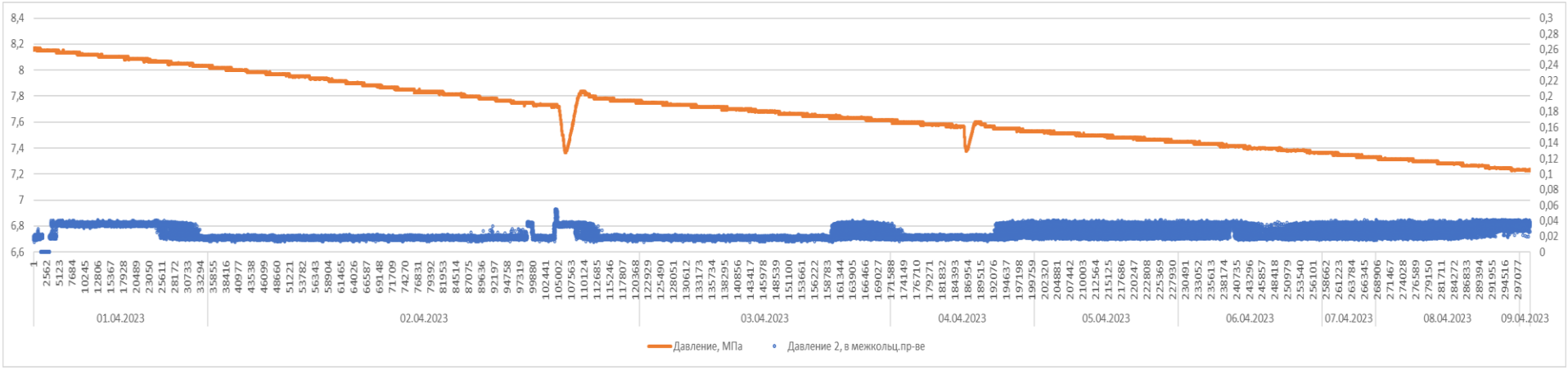


С барьерным слоем

Испытания ГПАТ производства ООО «Энергомаш-ВТС на газогерметичность по отношению к CH_4 в лаборатории ООО «Энергомаш-ВТС»



Образец ГПАТ 80/105-4 без БС



Образец ГПАТ 80/105-4 с БС

energomash- vts.com

Сотрудничество

energomash- vts.com

Совместно с ООО «ГазпромВНИИГАЗ» **участие в разработке и аттестации методики и стенда для определения газопроницаемости ГПАТ**. Целью является проведение многофакторных испытаний, результаты которых позволят оценить влияние конструктивных параметров БС, а также эксплуатационных параметров на газопроницаемость ГПАТ.

Совместно с ПАО «Газпром» **подготовка и проведение опытно-промышленных испытаний** с целью получения большего количества информации о надежности ГПАТ, а также для установления реальных потерь с объёмом прокаченного газа с учетом параметров, которые не представлялось возможным воспроизвести в лабораторных условиях.

Совместно с ООО «ГазпромВНИИГАЗ» **подготовка и проведение лабораторных испытаний**, для подтверждения применения ГПАТ с барьерным слоем при капитальной ремонте газопроводов.

Совместно с ООО «Башнефть-Добыча» ведется **подготовка к проведению опытно-промышленных испытаний ГПАТ 80/105-4**.

Целями испытаний являются:

- проверка эффективности технологии монтажа, строительства трубопровода производства ООО «Энергомаш-ВТС» в условиях ООО «Башнефть – Добыча».
- определение возможности применения труб ООО «Энергомаш-ВТС» для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов с рабочим давлением до 4,0 МПа.
- подтверждение возможности применения полимерно-армированных труб с барьерным слоем ООО «Энергомаш-ВТС» в условиях перекачки сред с содержанием H_2S.

ENERGOMASH | HPS

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

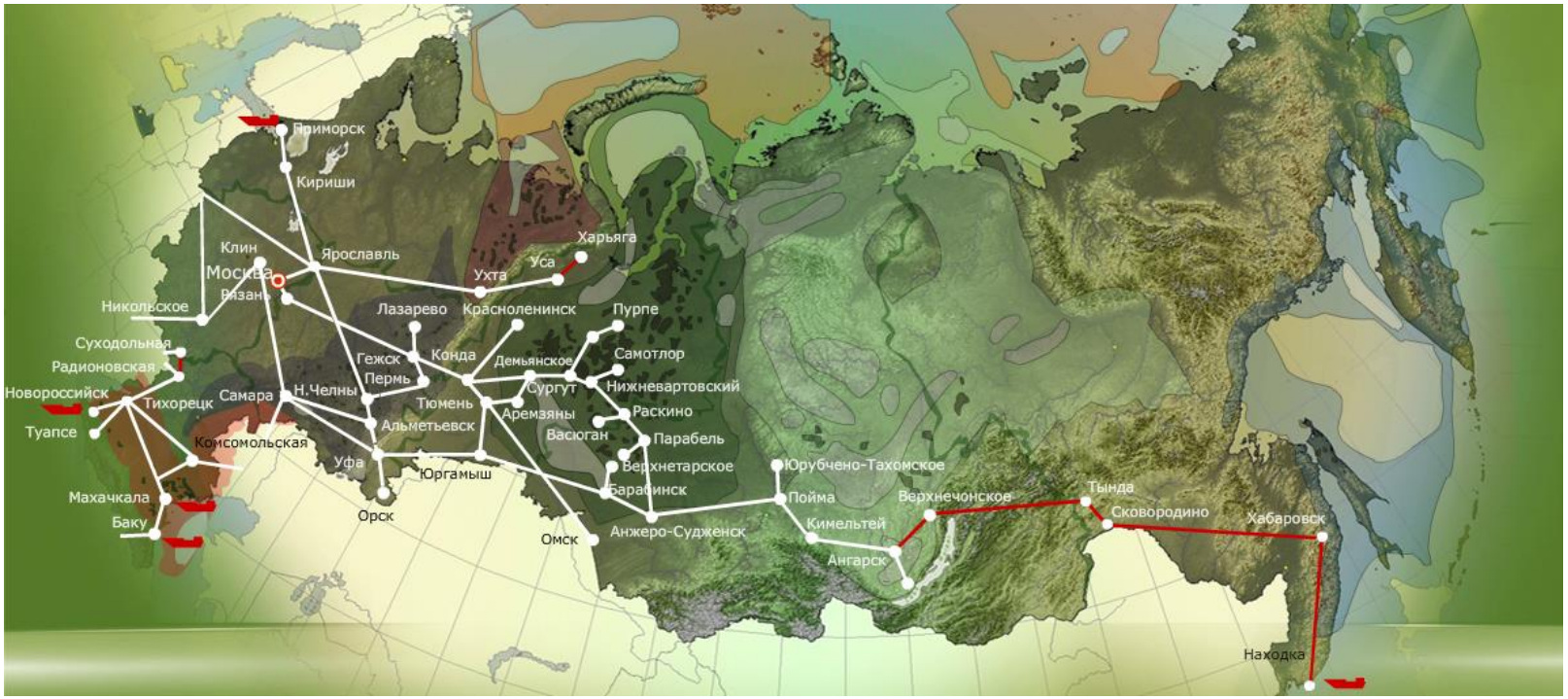
Россия , Тульская область , г. Щекино , ул. Южная 5 В , 301241
+7(48751)5-10-52
info@energomash-vts.com
www.energomash-hps.com

Системы трубные высоконапорные



Оценка коррозионной стойкости металлического армирующего слоя СТВ

Область применения СТВ



Данные трубопроводы применимы на:

- Мелководье и болотистых местностях;
- Озерах и реках;
- Прибрежных водах (шельфах) – максимальная глубина до 100 метров;
- Сложных ландшафтах – горной местности, лесах, пустынях.

Конструкция СТВ (базовое исполнение)

Внутренние диаметры Ду, мм	50 - 200
Рабочие давление Ру, МПа	4,0 - 21,0
Рабочая температура, °С	-60…+60*
Рабочая температура, °С	-60…+80**

*При применении в качестве полимера для оболочек базового материала – полиэтилена.

**При применении в качестве полимера для оболочек – термостойкого полиэтилена.



	Ду 50, мм	Ду 80, мм	Ду 100, мм	Ду 150, мм	Ду 200, мм
Максимальная строительная длина на барабане, м	1200	1000	700	200	150

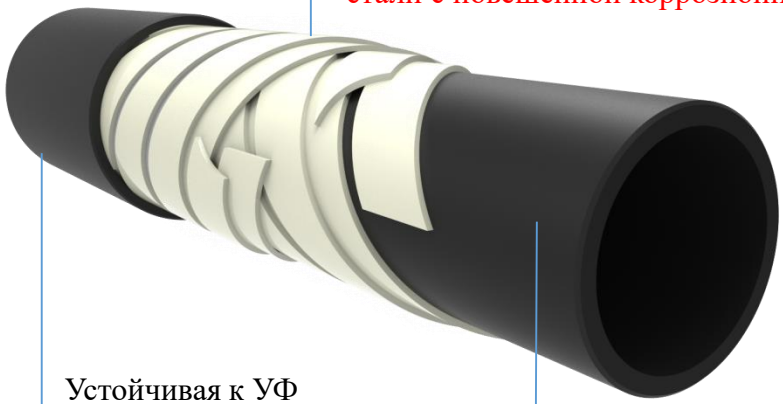
Конструкция СТВ

(для среднеагрессивных сред с парциальным давлением H2S от 10 000 до 1 000 000 Па)

Внутренние диаметры Ду, мм	50 - 200
Рабочие давление Ру, МПа	4,0 - 21,0
Рабочая температура, °С	-60…+60*
Рабочая температура, °С	-60…+80**

*При применении в качестве полимера для оболочек базового материала – полиэтилена.

**При применении в качестве полимера для оболочек – термостойкого полиэтилена.



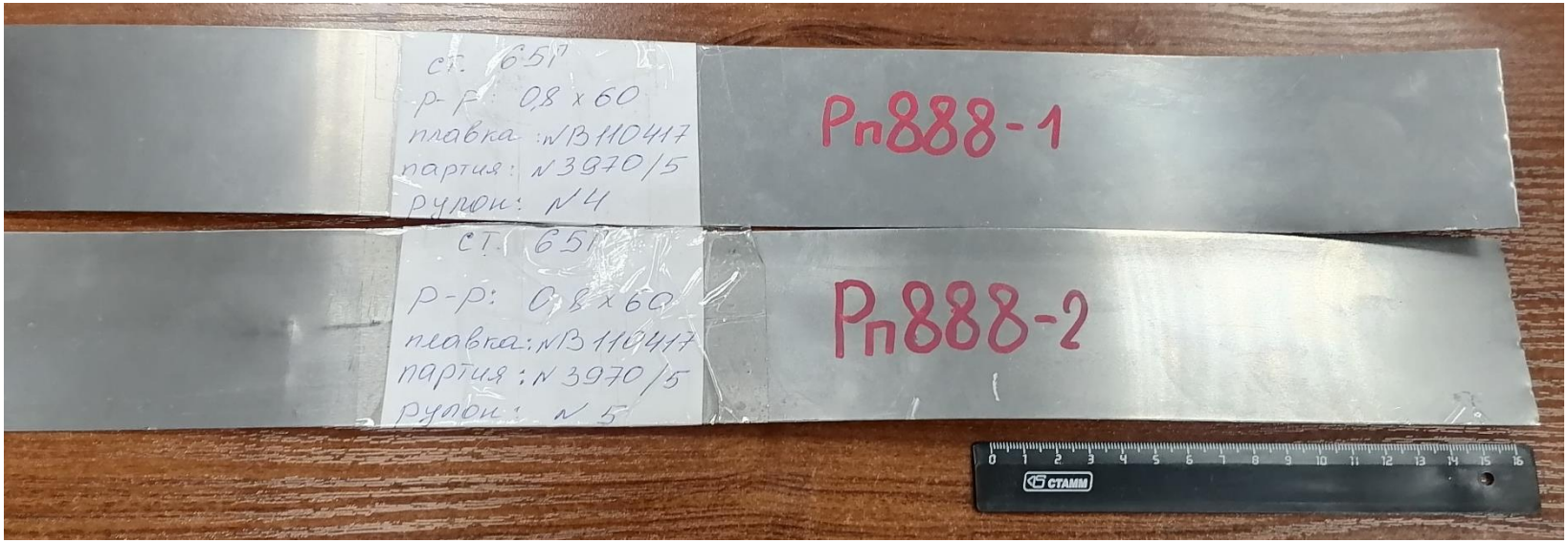


	Ду 50, мм	Ду 80, мм	Ду 100, мм	Ду 150, мм	Ду 200, мм
Максимальная строительная длина на барабане, м	1200	1000	700	200	150

Результаты оценки коррозионной стойкости металлической ленты армирующего слоя

Для оценки коррозионной стойкости нового образца ленты армирующего слоя из стали 65Г был выполнен комплекс испытаний в ИЦ ООО «ИТ-Сервис»:

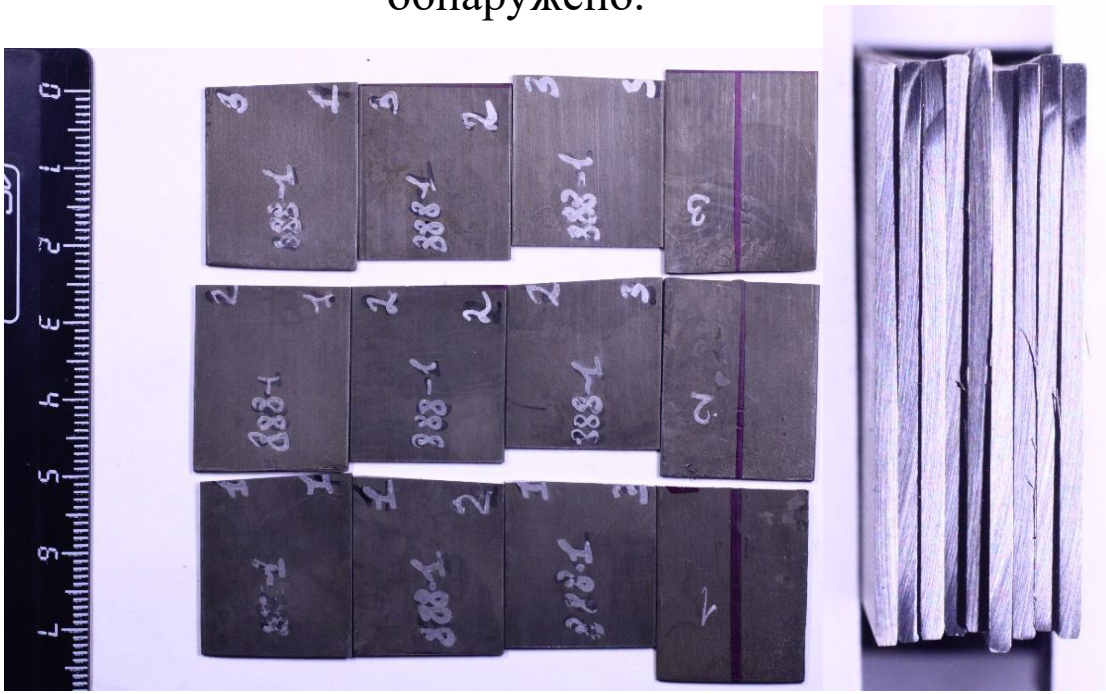
- ✓оценка устойчивости материала (стали) трубопроводных труб и сосудов под давлением на устойчивость к растрескиванию под воздействием водорода по NACE TM0284-2016;
- ✓- испытания металлов на сопротивление сульфидному растрескиванию под напряжением и коррозионному растрескиванию под напряжением в H2S-содержащей среде, метод А по NACE TM0177-2016.



Внешний вид образцов ленты сталь 65Г предоставленных на испытания

Результаты оценки коррозионной стойкости металлической ленты армирующего слоя

В результате выдержки в течении 96 ч. с среде насыщенной сероводородом, водородных трещин или блистрерингов на поверхности образцов не обнаружено.



Внешний вид образцов после испытаний на ВР по NACE TM0284-2016



ПРОТОКОЛ № 487-ЛКИ 3
От 27.12.2022 г.
лабораторных испытаний на водородное растрескивание (устойчивость к растрескиванию под воздействием водорода)

1. МИ: стандарт NACE TM0284-2016 Оценка устойчивости материала (стали) трубопроводных труб и сосудов под давлением на устойчивость к растрескиванию под воздействием водорода
2. Заявка № 227-22 от 07.12.2022 г. (отбор образцов произведён заказчиком)
Дата получения образцов: 07.12.2022 г.
3. Наименование и адрес заказчика: отдел металловедения ООО «ИТ-Сервис», юр.адрес: г.Самара, ул. Ульяновская/Ярмарочная, д. 52/55, факт.адрес: г.Самара, ул.Набережная реки Самары, д.1.
4. Объект испытаний, ориентация (предоставлен заказчиком): армирующая лента (продольная)
Маркировка – Ps888-1
5. Информационные данные об объекте испытаний (предоставлены заказчиком):

Маркировка	Марка стали	Толщина А3, мм	Толщина образца, мм	Δ3/Δ*100 %	Кол-во образцов, шт	ИТД	Вид ТО	Химический состав, %										Механические свойства			
								C	Si	Mn	Cr	Mg	Nb	V	Mo	S	P	σв МПа	σт МПа	σ/σв	δ, %
Ps888-1	65Г	0,8	0,8	100	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Страница 1 из 3
Протокол № 487-ЛКИ 3 от 27.12.2022 г. не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения испытательного центра

6. Период проведения испытаний: 08.12.2022 - 12.12.2022 г.
7. Оборудование, применяемое для испытаний:

Наименование и тип(модель) СИ, ИО, заводской номер	Класс точности или погрешность	Предел измерений	Сведения о проверке, аттестации
Весы неавтоматического действия АВ 1202CE, 2022г., зав.№ 190027121	Класс точности 2	0,5-1200 г	Свидетельство о поверке № С-ДВЧ/11-07-2022/169874123 до 10.07.2023 г.
Преобразователь иономерический И-510, 2021 г., зав.№ ND1195	± 0,01 pH	-1…14pH	Свидетельство о поверке № С-БЯ/14-10-2022/198470892 до 13.10.2023 г.
Электрод стеклянный лабораторный комбинированный ЭСЛК-01.7 2021 г., зав.№ 11640	± 0,2 pH	0…12 pH	Свидетельство о поверке № С-БЯ/14-10-2022/198470893 до 13.10.2023 г.
Штангенциркуль цифровой Тип ШЦЦ-II-250 Зав.№ IFF75280	±0,03мм	0 – 250 мм	Свидетельство о поверке № С-БЯ/07-06-2022/162032372 до 08.06.2023
Микроскоп бинокулярный с оптической головкой ОГМЭ-1П, 2014г., зав.№1400478	Цена деления 0,20мм	0,3…3,3	Сертификат о калибровке № 118411/46304-2022-2021 до 22.05.2023 г.

8. Условия проведения испытаний:
Продолжительность испытаний, ч.: 96
Испытательная среда: тип А, стандарт NACE TM0284-2016
Температура среды, °С: 22,4 – 22,6
pH исходный, ед.pH: 2,6
pH в начале испытаний, ед.pH: 2,8
H_2S в начале испытаний, ppm (мг/л): 2403
pH в конце испытаний, ед.pH: 3,7
H_2S в конце испытаний, ppm (мг/л): 2420
Контроль степени обезжиривания: визуальный метод, ГОСТ 9.402-2004

Исполнитель в ЛКИ:
Зав ЛКИ _____ Бахметьев Г.В.

Страница 2 из 3
Протокол № 487-ЛКИ 3 от 27.12.2022 г. не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения испытательного центра

9. Результаты испытаний:
Дата проведения измерений: 27.12.2022г.

Маркировка	№ обр.	W', мм	T', мм	Коэффициент чувствительности к растрескиванию* CSR, %	Коэффициент длины водородных трещин* CLR, %	Коэффициент толщины водородных трещин* CTR, %	Коэффициент чувствительности к растрескиванию** CSR обр., %	Коэффициент длины водородных трещин** CLR обр., %	Коэффициент толщины водородных трещин** CTR обр., %	Коэффициент чувствительности к растрескиванию** CSR ср., %	Коэффициент длины водородных трещин** CLR ср., %	Коэффициент толщины водородных трещин** CTR ср., %
Ps888-1	1 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	1 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	2 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	2 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	2 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	3 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	3 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	3 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	4 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	4 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	4 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	5 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	5 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	5 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	6 1	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	6 2	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						
	6 3	20,0	0,8	0,00	0,00	0,00						

Примечание: 1.* - измеренная величина, **-расчетная величина
Результаты испытаний относятся только к представленным образцам.

ЛКИ не несет ответственность за отбор проб и информацию об объекте испытания, предоставленную заказчиком

Исполнитель в ЛОИЭМ:
Зав. ЛОИЭМ _____ Тетюев П.В.

окончание протокола

Страница 3 из 3
Протокол № 487-ЛКИ 3 от 27.12.2022 г. не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения испытательного центра

Результаты оценки коррозионной стойкости металлической ленты армирующего слоя



Внешний вид образцов до испытаний на СКРН по NACE TM0177-2016



Маркировка	Диаметр, мм		Пороговое напряжение при коррозионном растрескивании**, % от $\sigma_{T\,min}$	Минимальный предел Текучести** $\sigma_{T\,min}$, кгс/мм^2	Нагрузка***, кгс	Время до разрушения*, ***, ч
	до испытания*	после испытания*				
Рп888-2-1	5,13	4,58	90	46	212	720
Рп888-2-2	5,04	4,20	90	46	209	720
Рп888-2-3	5,10	3,92	90	46	211	720
Рп888-2-6	5,12	4,70	90	46	212	720

* -образец не соответствует требованиям NACE TM00177 согласовано с заказчиком

**-данные, заданные заказчиком

***-расчетная величина

****-образец не разрушился за базовое время 720ч.

Внешний вид образцов после испытаний на СКРН по NACE TM0177-2016 (первое испытание)



Внешний вид образцов после испытаний на СКРН по NACE TM0177-2016 (повтор в удвоенном количестве)



ПРОТОКОЛ № 180 - ЛКИ 3

От 31.03.2023 г.

лабораторных испытаний на сопротивление коррозионному растрескиванию



Наименование и тип(модель) СИ, ИО, заводской номер | Класс точности или погрешность | Предел измерений | Сведения о поверке, калибровке, аттестации

Штангенциркуль цифровой Тип ШЦЦ-11-250, зав.№ IFF75280 | ±0,03мм | 0 – 250 мм | Свидетельство о поверке № С-БК/07-06-2022/162032372 до 06.06.2023 г.

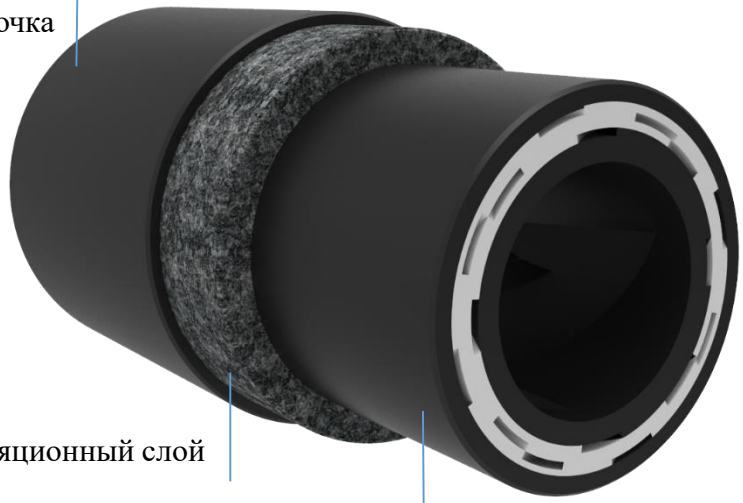
Индикатор часового типа ИЧ-50, 2014 г., зав. №26945 | Цена деления 0,01мм | 0-50мм | Свидетельство о поверке № С-БК/07-06-2022/162032237 до 06.06.2023 г.

Испытательное кольцо «Cortest» модель 31006, 2019г., зав. № 3757 | Не более 1% | 0-689Мпа | Протокол аттестации № 04/3757 - 2022 до 01.02.2024 г.

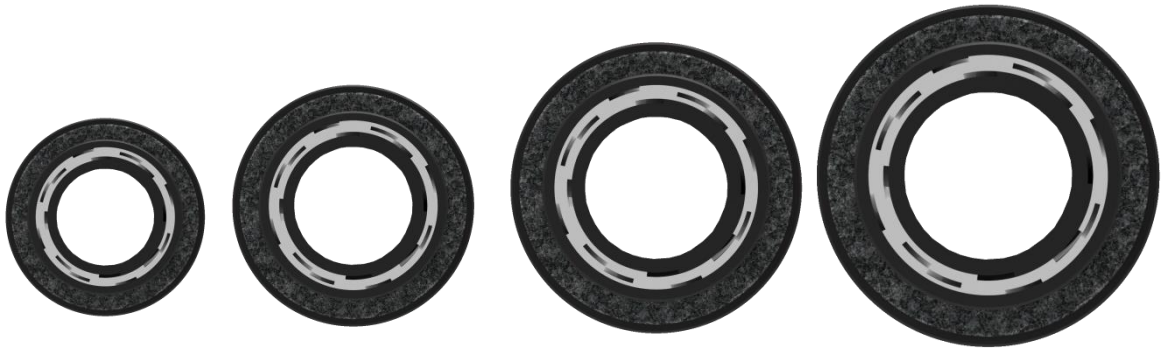
Маркировка | Диаметр, мм: до испытания* | после испытания* | Пороговое напряжение при коррозионном растрескивании**, % от $\sigma_{T\,min}$ | Минимальный предел Текучести**, $\sigma_{T\,min}$, кгс/мм^2 | Нагрузка***, кгс | Время до разрушения***, ч

Рп888-2-1 | 5,13 | 4,58 | 90 | 46 | 212 | 720

Конструкция СТВ с теплоизоляционным слоем

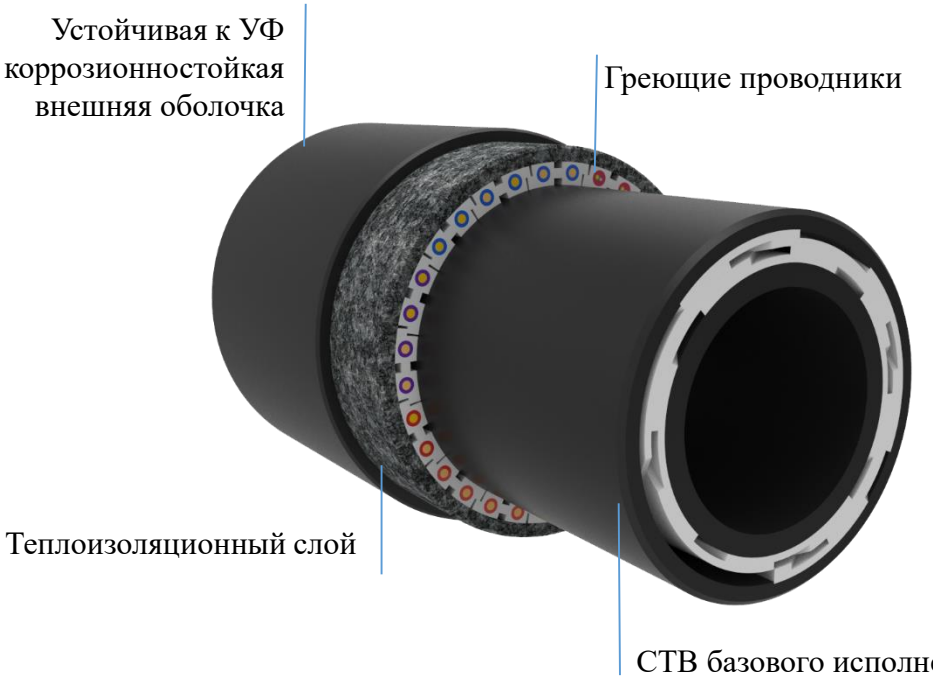


Внутренние диаметры Ду, мм	50-180
Рабочие давление Ру, МПа	4,0-21,0
Рабочая температура, °С	-60…+80

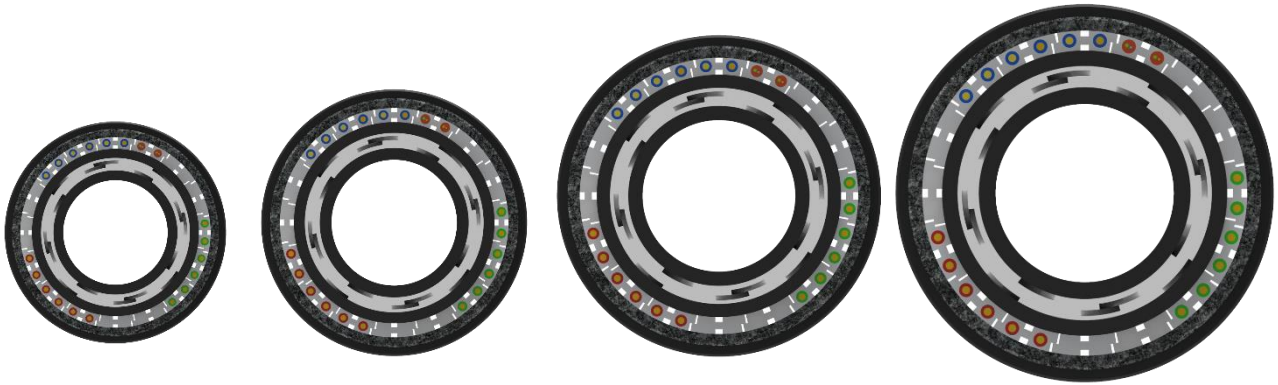


Ду 50, мм	Ду 80, мм	Ду 100, мм	Ду 150, мм
Наиболее востребованные (распространенные) типоразмеры трубопроводов			

Конструкция СТВ с электроподогревом и дополнительным теплоизоляционным слоем



Внутренние диаметры Ду, мм	50-180
Рабочие давление Ру, МПа	4,0-21,0
Рабочая температура, °С	-60…+80



Ду 50, мм	Ду 80, мм	Ду 100, мм	Ду 150, мм
Наиболее востребованные (распространенные) типоразмеры трубопроводов			

Фитинги для монтажа СТВ

Фланцевый фитинг
Болтовое соединение
Уплотнительные элементы



Симметричный фитинг
Соединений отрезков труб



Фитинг под приварку
Приваривается к элементам стандартного трубопровода и стандартной трубопроводной арматуре



Изготовление на заказ
Конфигурация по желанию заказчика
Возможно изготовление фланцев по ГОСТ, ANSI/ASME B 16.5, в том числе и из коррозионностойких марок стали

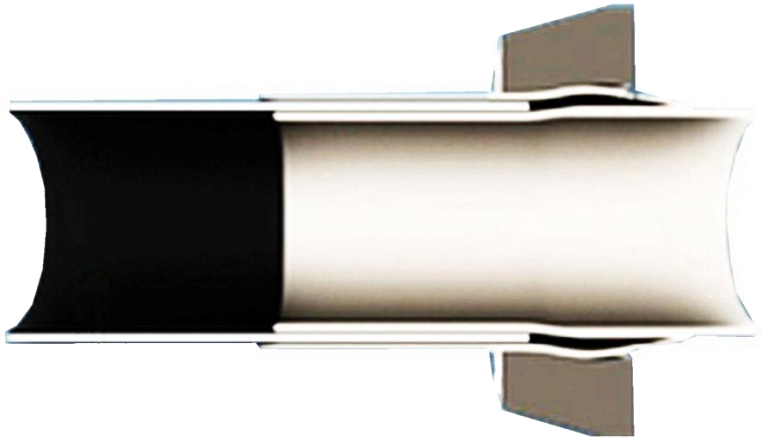
Установка фитингов

Концевые фитинги устанавливаются на СТВ в несколько последовательных этапов - обжим по внутренней поверхности, обжим по наружной поверхности.
Цель обжима - постоянная формовка стенок концевого фитинга по размеру трубы. Данная операция обеспечивает равномерное плотное обжатие стенок трубы фитингом, как по внутренней, так и по наружной поверхностям.
Принципиальная схема протяжки фитинга по внутренней и внешней поверхностям фитинга:

Обжим по внутренней поверхности



Обжим по наружной поверхности



Способы присоединения фитингов при монтаже СТВ

Фитинги предназначены как для соединения отрезков труб между собой, так и для присоединения СТВ к стальному трубопроводу и прочему оборудованию.



Доставка СТВ до потребителя

СТВ поставляется на металлических барабанах. До места установки ее можно доставить автомобильным, железнодорожным, морским транспортом.









Монтаж СТВ

Преимущества

- Быстрый монтаж соединений (30-45 минут)
- Минимальное количество техники
- Бригада 2-3 человека

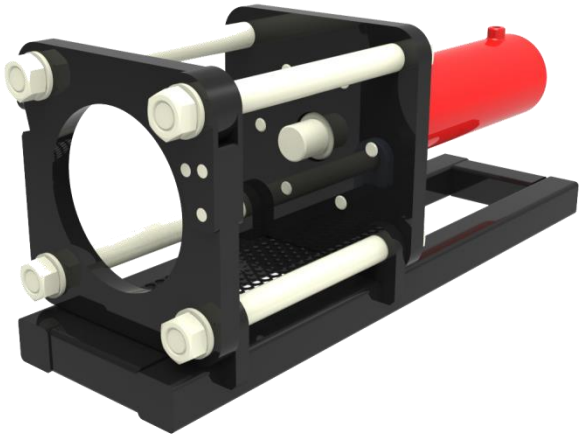


Оборудование для монтажа трубопроводов



Оборудование для монтажа фитингов

Пресс гидравлический



- А-образные рамы (ОУ)
- Приемно-отдающие устройства (ПОУ)



Способы монтажа СТВ

Траншейная прокладка

По сравнению со стальными трубопроводами СТВ требует на 20-40% меньше ширины траншеи и сокращает продолжительность монтажа в несколько раз.

СТВ не имеет особых требований к подушке, но для исключения повреждений внешней оболочки, области соприкосновения с трубой не должны иметь крупных, острых камней или выступов. Переходы под дорогами, как правило, протягиваются в коллекторную трубу.







Способы монтажа СТВ

Наземная прокладка

Используя метод прямой прокладки можно быстро и эффективно “запустить” множество линий. Обычно при укладке СТВ не нужны опоры и эстакады, используемые со стальными трубами. Однако, СТВ иногда могут укладываться по существующим маршрутам трубопроводов с использованием этих конструкций.







Способы монтажа СТВ

Прокладка трубопровода методом санации



Гибкие трубопроводы могут быть установлены вместо отслуживших труб большего диаметра путем протяжки армированного трубопровода в полость имеющегося. Успешно проведены операции протягивания одного сегмента трубы длиной до 1,2 км, включая несколько изгибов. Главным ограничением является длина кондуктора, который должен быть предварительно протянут через подлежащий санации трубопровод.



Монтаж в суровых климатических условиях

СТВ могут также устанавливаться над поверхностью земли и идеальны для применения в областях с суровыми климатическими условиями, таких как тундра.

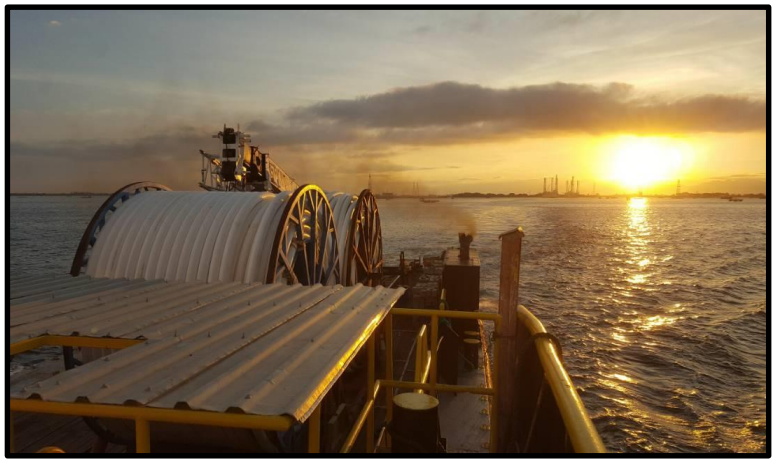
СТВ не теряет своих прочностных характеристик при низких температурах окружающей среды.

Способы монтажа СТВ

Подводная прокладка

Помимо вышеуказанных способов монтажа СТВ может быть установлена под водой на глубинах до 100 метров. Данный вид прокладки применяется при монтаже трубопроводов как в пресной так и в морской воде. Морские подводные трубопроводы используются в основном для транспортировки нефти или газа, но могут использоваться и для транспортировки других продуктов, например - пресной воды.







Ремонт трубопровода при наземной прокладке

В случае, если трубопровод имеет излишнюю длину по трассе, то необходимо вырезать поврежденный участок не менее 2 м, по 1 м от места повреждения в каждую сторону. На отрезанные концы гибкой трубы установить фитинги (либо фланцевые, либо под приварку). После чего один из участков трубопровода подтягивается и два участка соединяются между собой.

В случае, если трубопровод подтянуть невозможно, то необходимо вырезать поврежденный участок не менее 2 м, по 1 м от места повреждения в каждую сторону. На отрезанные концы гибкой трубы установить фитинги (либо фланцевые, либо под приварку). После чего установить на место выреза ремонтную вставку.





Ремонт трубопровода при подземной прокладке

В случае ремонта трубопровода при подземной прокладки необходимо провести шурфовку. Шурфовка производится на глубину, позволяющую проводить ремонт по нижней образующей трубопровода, при этом длина участка трубопровода, очищенного от грунта, должна быть не менее 4 м в длину и 1 м в ширину. Откосы, крепления стенки шурфа должны быть выполнены в соответствии с пунктом 2.10 РД 153-39.4Р-130-2002.

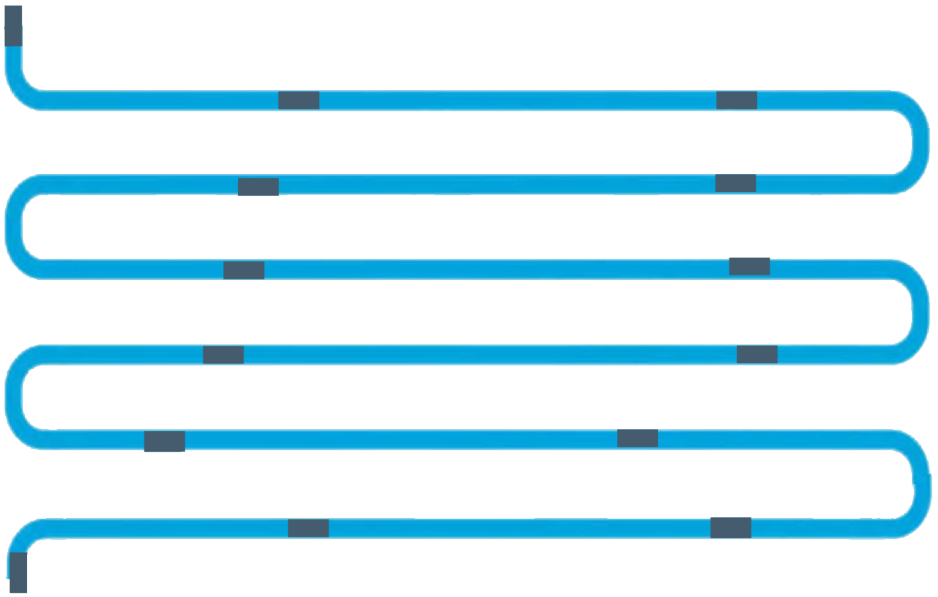


Сравнение со стальным трубопроводом

Значительно меньше соединений – без сварки

Пример проекта трубопровода Ду 100 мм протяженностью 10 000 метров





Стальной трубопровод: **835** сварных соединений

Гибкий трубопровод (СТВ): **15** соединений

- сварное соединение

- соединение гибкого трубопровода

Соединения СТВ требуют на **820** соединений меньше, чем стальные трубопроводы

ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

Лабораторные методы оценки эксплуатационной надежности ГПАТ

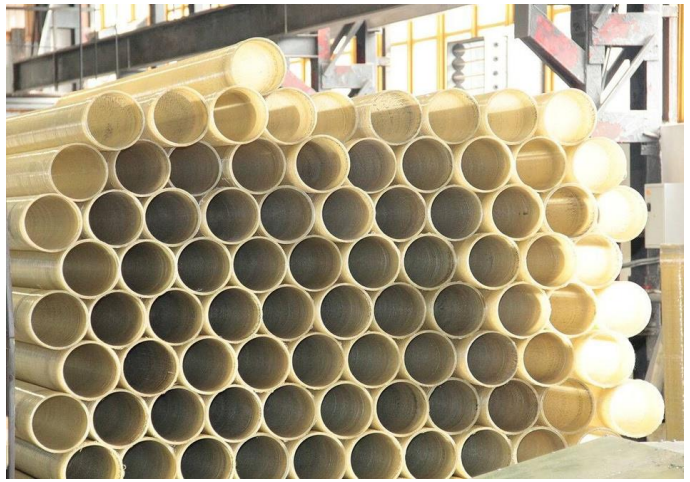
Докладчик:
Инженер лаборатории коррозионных испытаний
Ширяева Анна Денисовна

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одной из инновационных практик является применение полимерных материалов в качестве альтернативных решений для обустройства месторождений нефти и газа. Данные материалы все чаще используются для обустройства российских нефтяных месторождений. Однако они по своей природе представляют собой вязкоупругие среды и в отличии от других материалов, например металлов, их свойства заметно меняются в зависимости от температуры, действующей нагрузки, окружающей среды и влияния химических агентов.



Гибкие армированные трубы

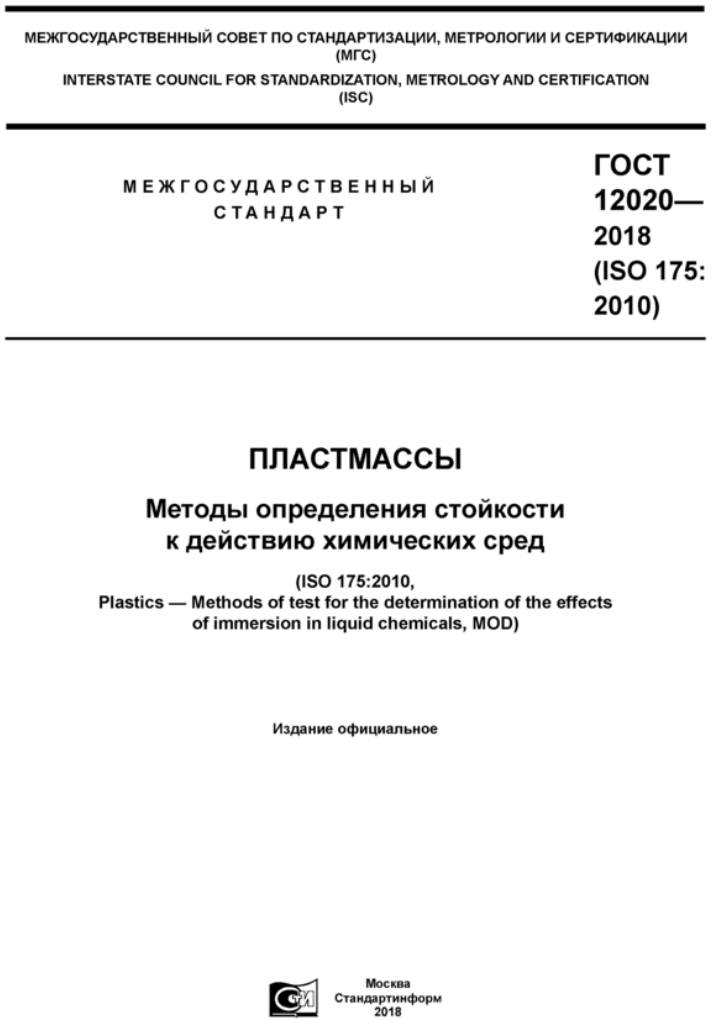


Стеклопластиковые трубы



Полимерные емкости для хранения нефтепродуктов

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ (МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 12020— 2018 (ISO 175: 2010)

ПЛАСТМАССЫ

Методы определения стойкости к действию химических сред

(ISO 175:2010, Plastics — Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals, MOD)

Издание официальное

Москва Стандартинформ 2018

Метод 1

Определение изменений массы, размеров и внешнего вида

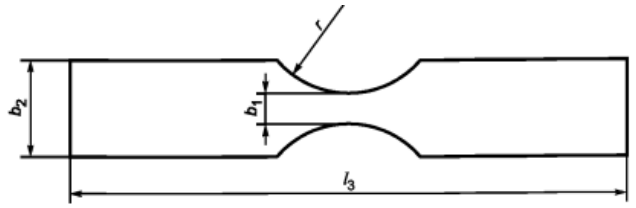
Настоящий стандарт устанавливает методы определения изменений характеристик (массы, линейных размеров, внешнего вида, различных свойств) образцов пластмасс в ненапряженном состоянии после выдержки в жидких химических средах.

Метод 2

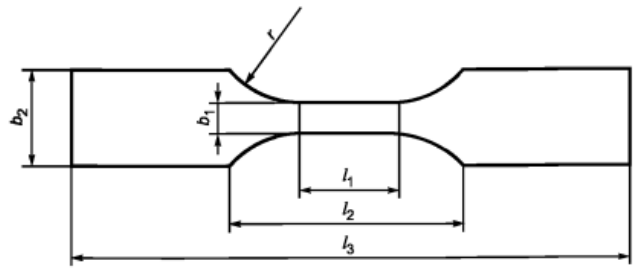
Определение изменений механических свойств

ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

Малые образцы для испытания на растяжение (тип С)



a – Тип CW



b – Тип CP

Таблица 5 — Размеры образцов для испытания типа С

В миллиметрах

Размер	Тип CW	Тип CP
l_3	60 ± 1	60 ± 1
b_2	10,0 ± 0,2	10,0 ± 0,2
b_1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
h [1)]	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
r	15 ± 1	10 ± 1
l_1	—	10,0 ± 0,2
l_2	—	30,0 ± 0,5

[1)] Другие толщины: 1 мм, 2 мм.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ (МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33693— 2015 (ISO 20753:2008)

ПЛАСТМАССЫ

Образцы для испытания

(ISO 20753:2008, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

ВНЕШНИЙ ВИД УСТАНОВКИ

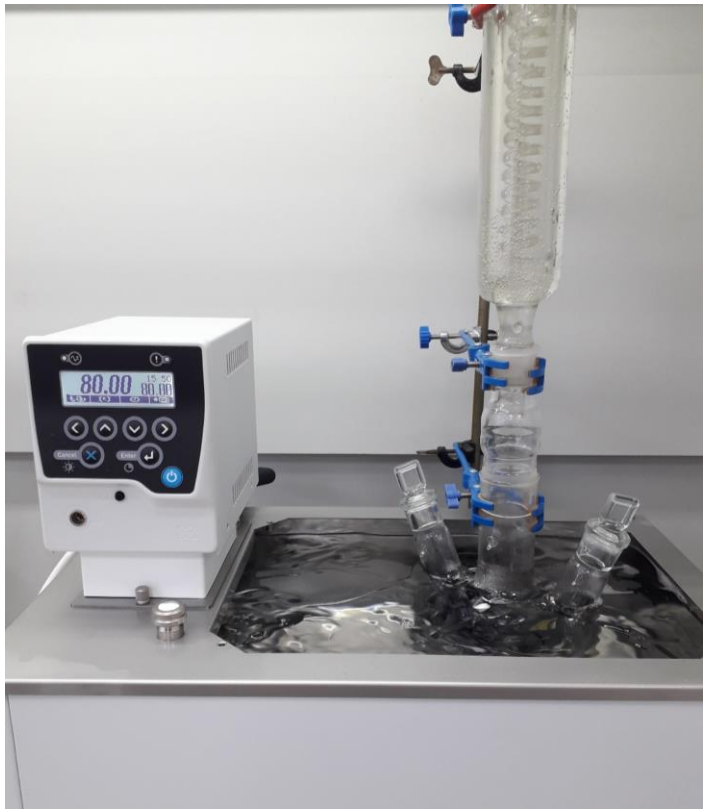


Рис. 1. Внешний вид термостата



Рис. 2. Внешний вид реактора SF-2L



Рис. 3. Внешний вид оправки для образцов



Рис. 4. Внешний вид панели управления



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Модельная среда №1:
Жидкая фаза:
-50 % Толуол
-50% Орто-ксилол

→ СТАНДАРТНАЯ
ГОСТ Р 58346-2019

Модельная среда №2:
Жидкая фаза:
Имитатор нефтепродуктов, состоящий из:
-20% Петролейный эфир
-10% Гексан
-10% Октан
-10% Декан
-10% Ундодекан
-10% Додекан
-10% Бензол
-10% Толуол
-10% Смесь ксилолов

→ ЛЕГКАЯ

Модельная среда №3:
Жидкая фаза:
-45 % Толуол
-45% Орто-ксилол
-10% Вода дистиллированная

← ЭМУЛЬСИОННАЯ

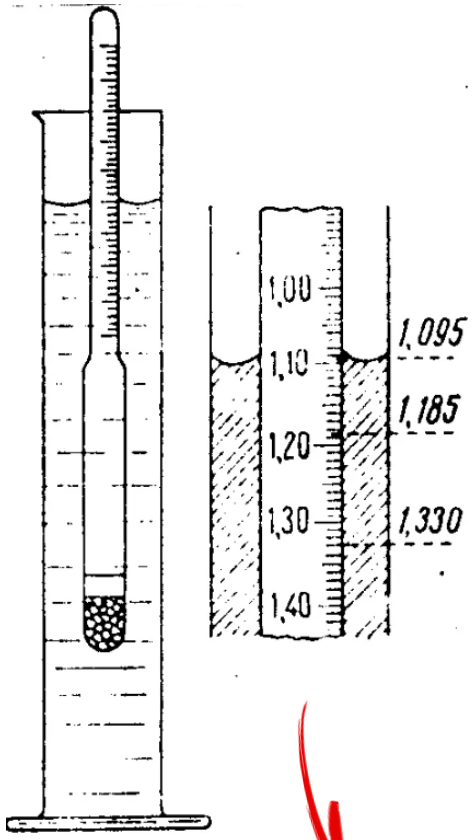
Модельная среда №4:
Жидкая фаза:
-толуол 10%
-орто-ксилол 10%
-бензол 10%
-цетан 20%
-петролейный эфир 10%
-изооктан 10%
-гептан 20%

→ ТЯЖЕЛАЯ

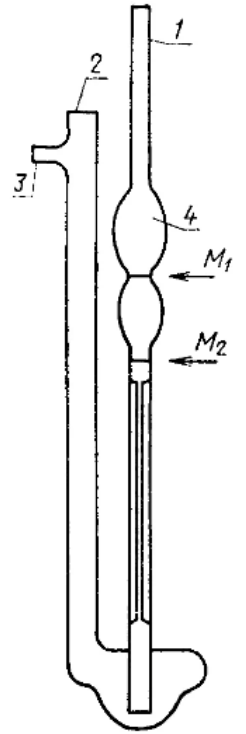
МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ

Плотность нефти при 20 °С, г/см³	Типы нефти
до 0,830	Особо легкая
0,831-0,850	Легкая
0,851-0,870	Средняя
0,871-0,895	Тяжелая
более 0,895	Битуминозная

Вязкость нефти при 20 °С, мПа×с	Типы нефти
до 1	незначительная вязкость
1-5	маловязкие
5-25	с повышенной вязкостью
25-30	высоковязкие
более 30	сверхвязкие (СВН)



АРЕОМЕТР



ВИСКОЗИМЕТР

Модельная среда	Плотность, кг/м³	Кинематическая вязкость υ, мм²/с	Динамическая вязкость η, мПа×с
№1	861	1,173	1,009
№2	720	1,145	0,824
№3	-	-	-
№4	872	2,250	1,962



ИСПЫТАНИЕ НА ХИМИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ

Метод 1 - Определение изменений массы, размеров и внешнего вида. Испытание на химическую стойкость по ГОСТ 12020

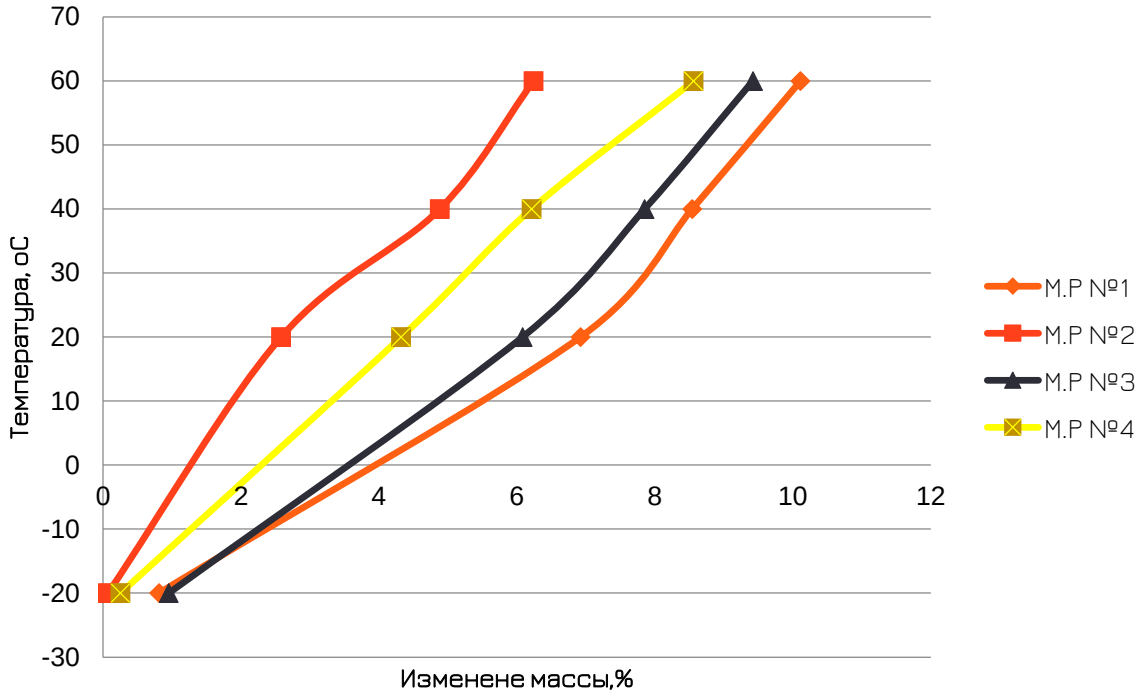


Рис. 5 Результаты выдержки образцов из ПЭ-100 в модельной среде при различной температуре испытаний при выдержке 240 ч

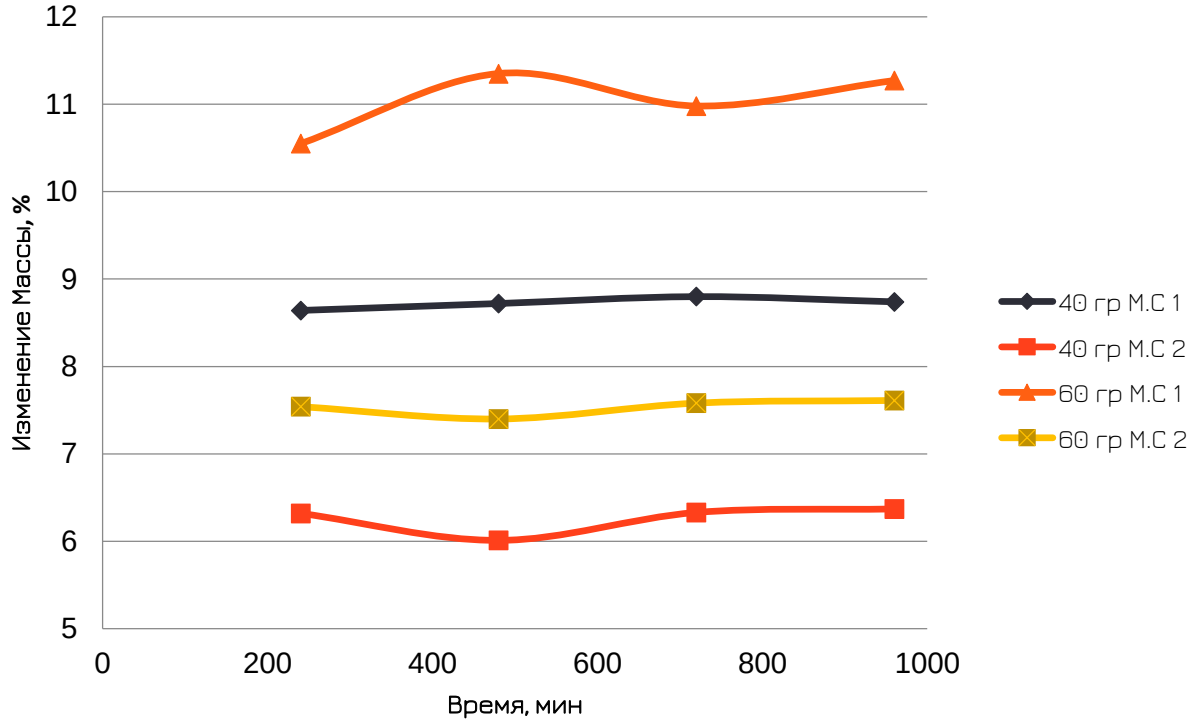


Рис. 6 Результаты выдержки образцов ПЭ-100 в модельной среде при 40 оС в зависимости от времени выдержки

Осаждение парафина и церезина

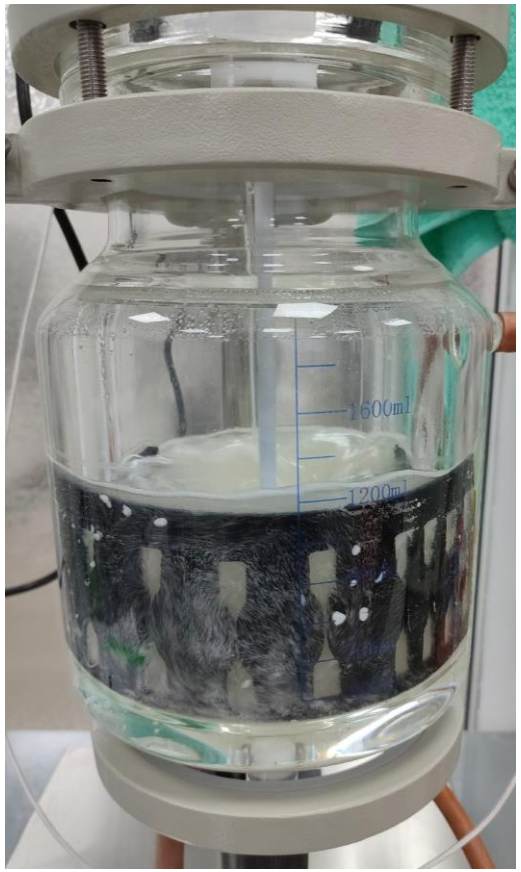


Рис 7а. Растворение парафина и церезина T=32,1 oC, 500 об/мин

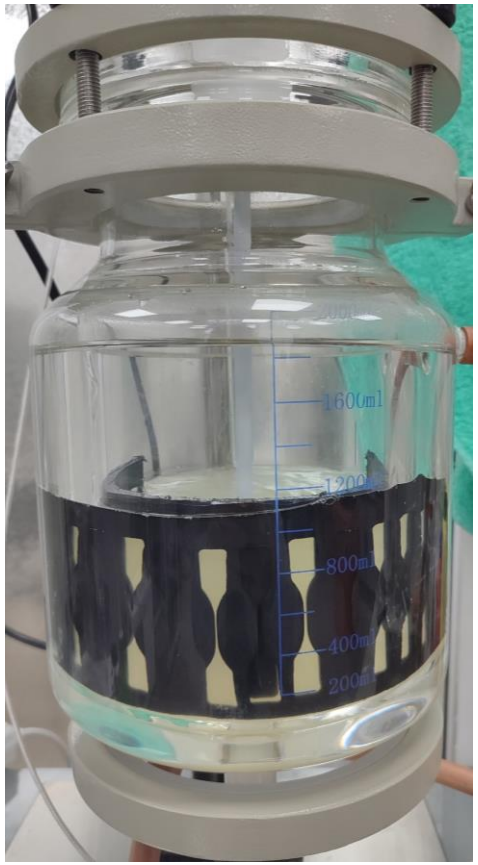


Рис. 7б. Растворение парафина и церезина T=39,7 oC, 500 об/мин

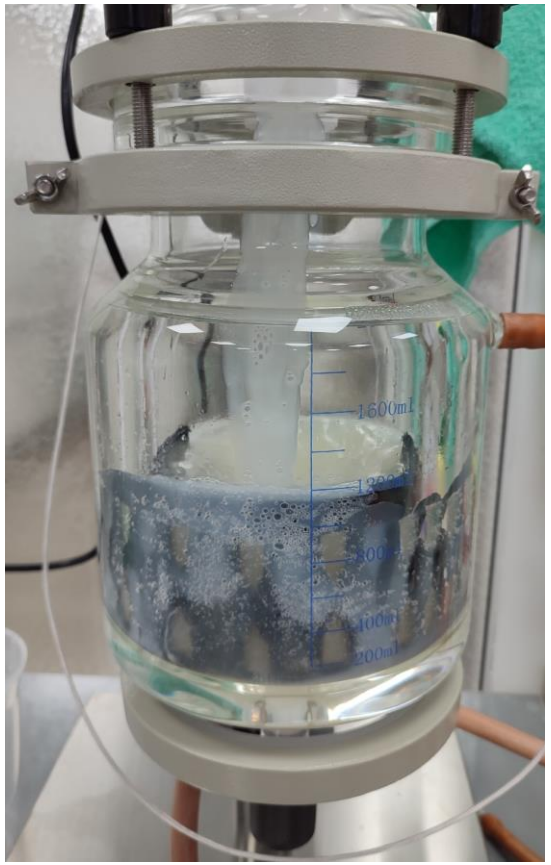


Рис 7в. Осаждение парафина и церезина T=29,5 oC, 500 об/мин

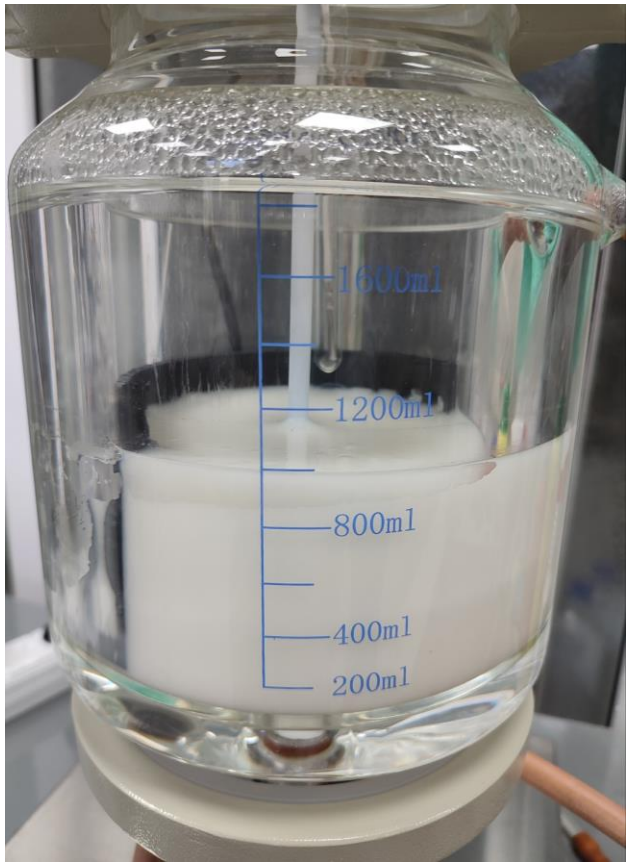
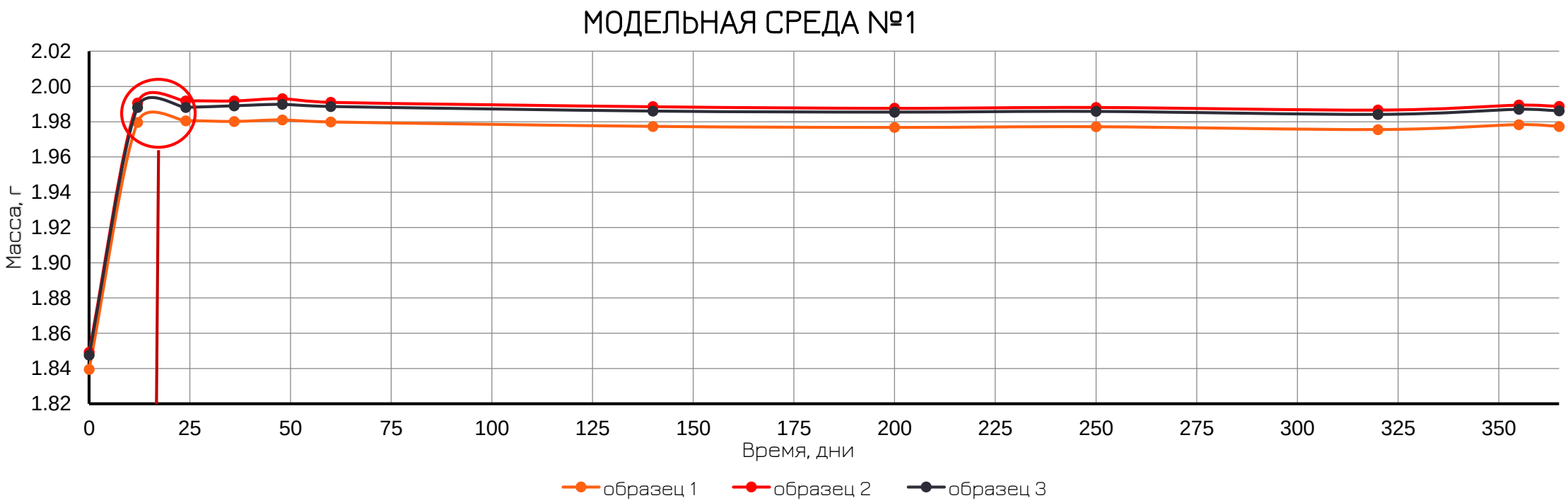


Рис 7г. Осаждение парафина и церезина T=25,1 oC, 500 об/мин

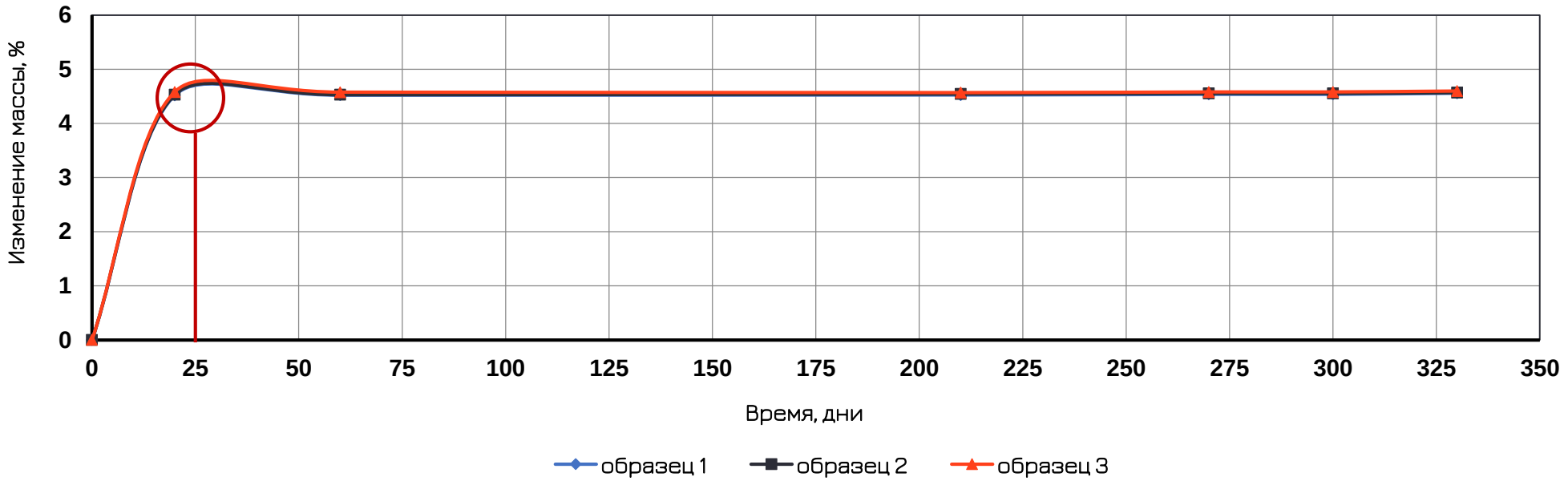
ДЛИТЕЛЬНАЯ ВЫДЕРЖКА



Образец	Изменение массы,%	Изменение мех. свойств,%
1	7,4912	16,20
2	7,5380	8,12
3	7,4962	13,71
Среднее	**7,51**	**12,68**

ДЛИТЕЛЬНАЯ ВЫДЕРЖКА

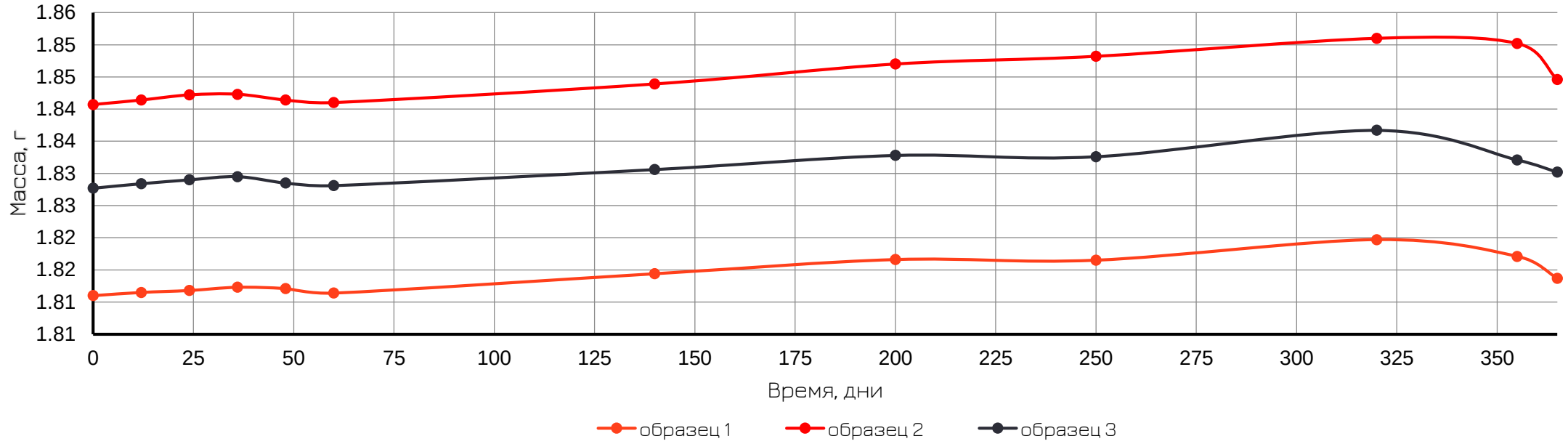
МОДЕЛЬНАЯ СРЕДА: ИЗООКТАН 50%+ ГЕКСАН 50%



Образец	Изменение массы,%	Изменение мех. свойств,%
1	4,5555	28,57
2	4,5667	27,92
3	4,5959	35,43
Среднее	**4,57**	**26,70**

ДЛИТЕЛЬНАЯ ВЫДЕРЖКА

МОДЕЛЬНАЯ СРЕДА: РАСТВОР 25% NACL+25%В CACL2



Образец	Изменение массы,%	Изменение мех. свойств,%
1	0,1491	0,28
2	0,2119	15,01
3	0,1368	0,56
Среднее	**0,17**	**5,28**



ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ

ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Сущность метода

Измерения относительного удлинения и предела прочности при растяжении – наиболее важные характеристики механических свойств полимерных материалов.

Испытания на растяжения - оценка способности материала противостоять действию приложенных нагрузок и возможность растягиваться до разрушения.

Параметр	Физический смысл
Прочность при разрыве $\sigma_{рр}$	нагрузка (Fрр) , при которой разрушился образец, отнесенная к площади начального поперечного сечения образца (МПа)
Относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_{рр}$	изменение расчетной длины образца при испытании на растяжение в момент разрыва, отнесенное к начальной расчетной длине образца (%)



Рис. 8 – Образец в процессе испытаний на универсальной испытательной машине.

Проведение испытания

Испытуемый образец зажимают с помощью специальных захватов и растягивают с постоянной скоростью, предусмотренной в нормативно-технической документации на материал, и регистрируют необходимые параметры.

Метод 2 - Оценка изменения механических свойств образцов после выдержки в модельных средах. Испытание на растяжение по ГОСТ 11262



Рис. 9 Образцы на растяжение до/после испытания

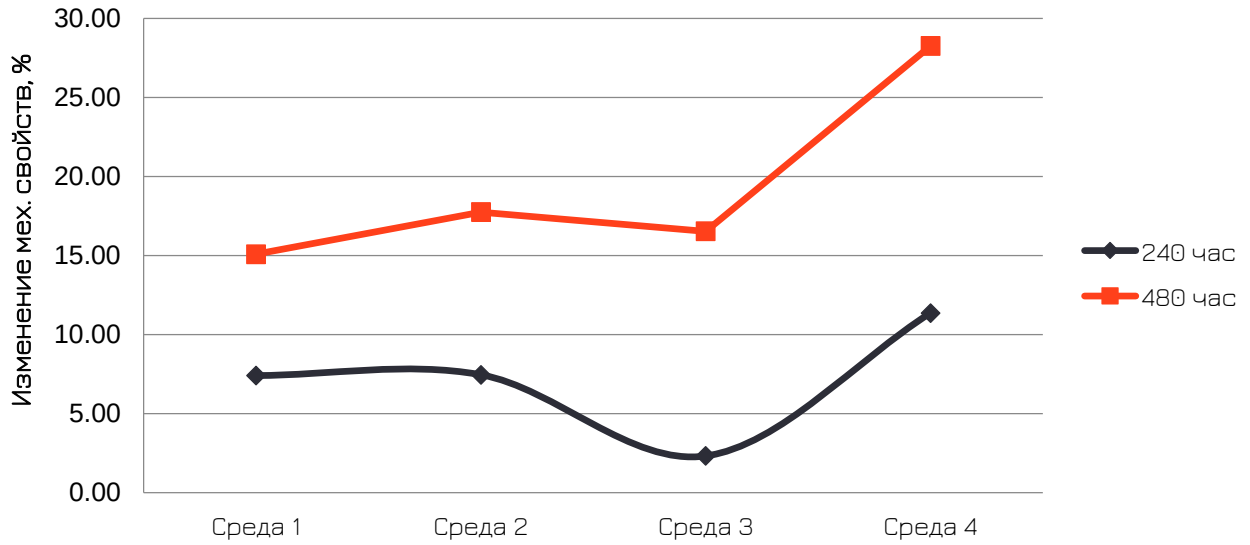


Рис. 10 Результаты выдержки образцов ПЭ-100 в модельной среде при различной времени выдержки

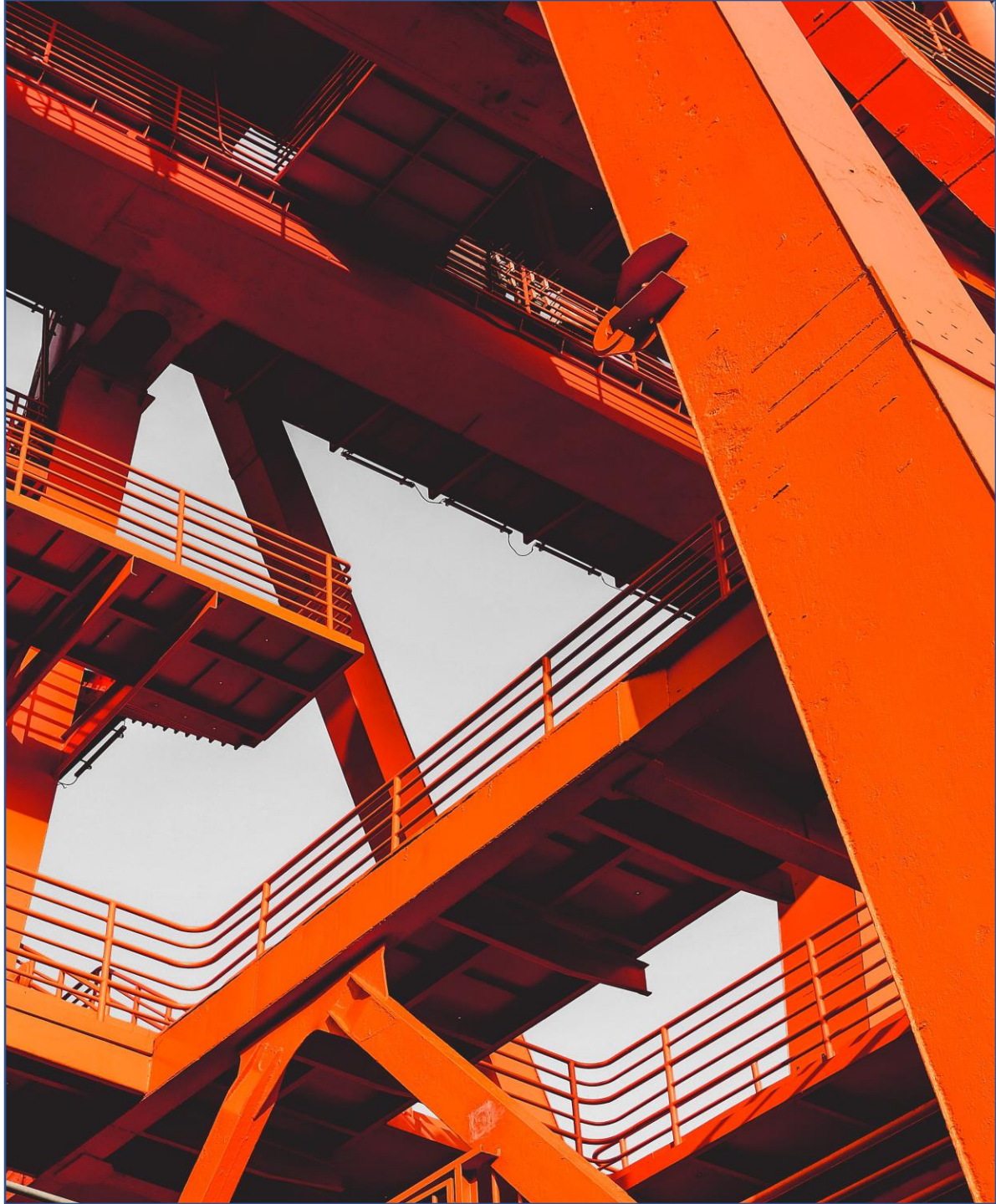
ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ

В настоящее время опыт эксплуатации металлических трубопроводов говорит нам о снижении эффективности их использования из-за наличия внешней и внутренней коррозии.

Для устранения этих негативных явлений наряду со специально используемыми методами борьбы с коррозией в металлических трубопроводах все более широкое распространение получает использование пластмассовых труб.

В России полимерные трубы на сегодняшний день пока ограниченно применяются в системах транспортирования нефти и газа.

Полиэтиленовые трубы легкие, достаточно прочные, гибкие, коррозионно- и износостойкие и, следовательно, более эффективны. Трубы из полиэтилена значительно облегчат транспортные и монтажные работы на месторождениях.



Ширяева Анна Денисовна

+ 7 846 987 65 43
+ 7 937 172 97 35
Shiryaeva@its-samara.com

Кабельно-трубные системы КТС производства ООО «СКТ Групп»

Александр Михайлович Белоусов,

ведущий инженер-технолог



«СКТ ГРУПП» – промышленно-производственная компания, созданная в 2018 году **в составе ГК «АКРОН ХОЛДИНГ».** «Акрон Холдинг» – один из крупнейших в России вертикально-интегрированных промышленно-металлургических холдингов полного цикла.

В 2021 году технологический потенциал предприятия пополнился производственными и кадровыми активами завода **«ПСКОВГЕОКАБЕЛЬ»** и **«СЕВГЕОКАБЕЛЬ».**

НАШИ ПРИОРИТЕТЫ

- возрождение и развитие российского промышленного производства
- собственные уникальные передовые технологические разработки
- открытые партнерские взаимоотношения



АССОРТИМЕНТ

- КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВАЯ ПРОДУКЦИЯ
- ПРОМЫШЛЕННОЕ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ТРУБЫ ГИБКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ АРМИРОВАННЫЕ МАРКИ КТС И ТГ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖА КТС И ТГ

ОТРАСЛИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

- Нефтегазовая промышленность
- Машиностроение
- Атомная промышленность
- Судостроение
- Энергетика
- Металлургия
- Строительство
- Железнодорожная инфраструктура

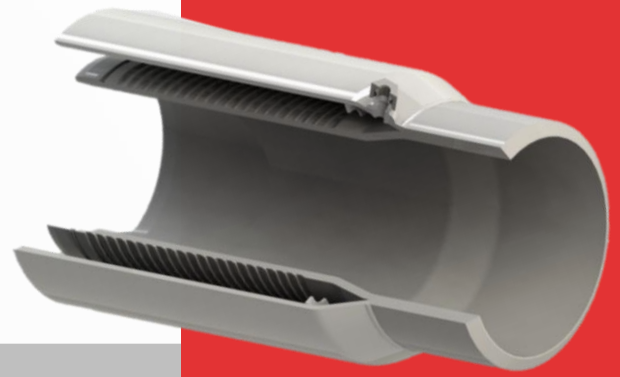


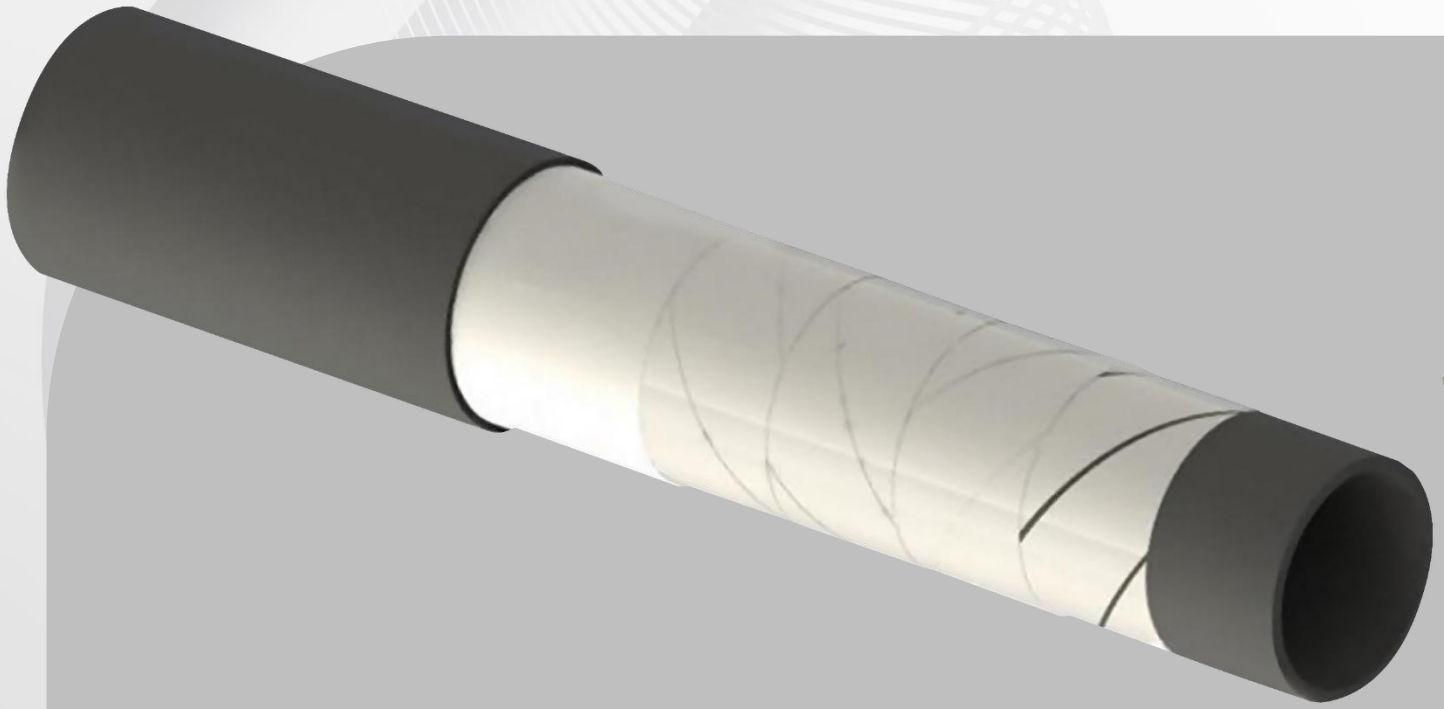
КАБЕЛЬНО-ТРУБНЫЕ СИСТЕМЫ

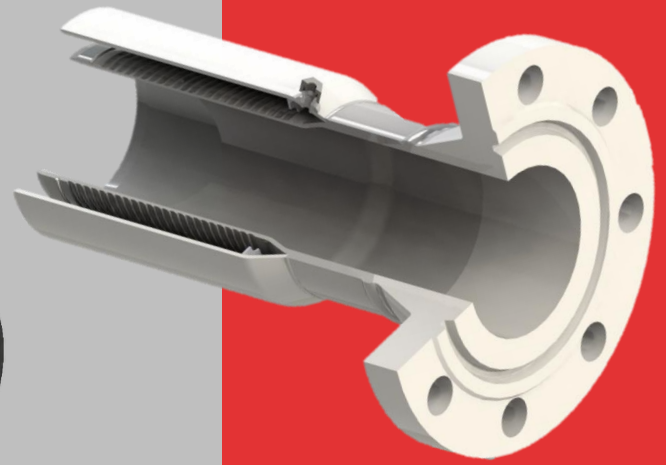
ООО«СКТ Групп» производит кабельно-трубные системы (КТС), состоящие из:

- **гибких полимерных армированных труб (ГПАТ)**
  с внутренним диаметром до 140 мм и рабочим давлением до 20 МПа

- **концевых фитингов**
  для соединения участков КТС, а также для соединения КТС с элементами стандартной трубопроводной арматуры







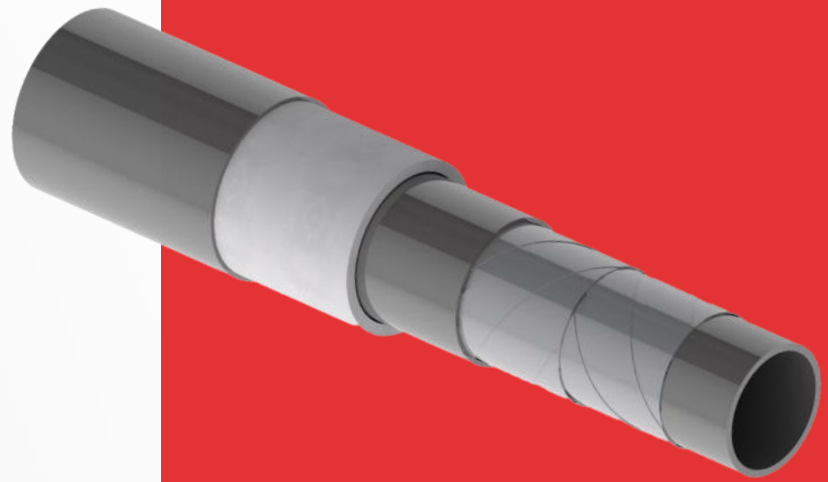
КАБЕЛЬНО-ТРУБНЫЕ СИСТЕМЫ (КТС)

КТС могут быть укомплектованы **теплоизоляционным слоем**
(нанесенным в заводских условиях
или смонтированным в процессе монтажа)



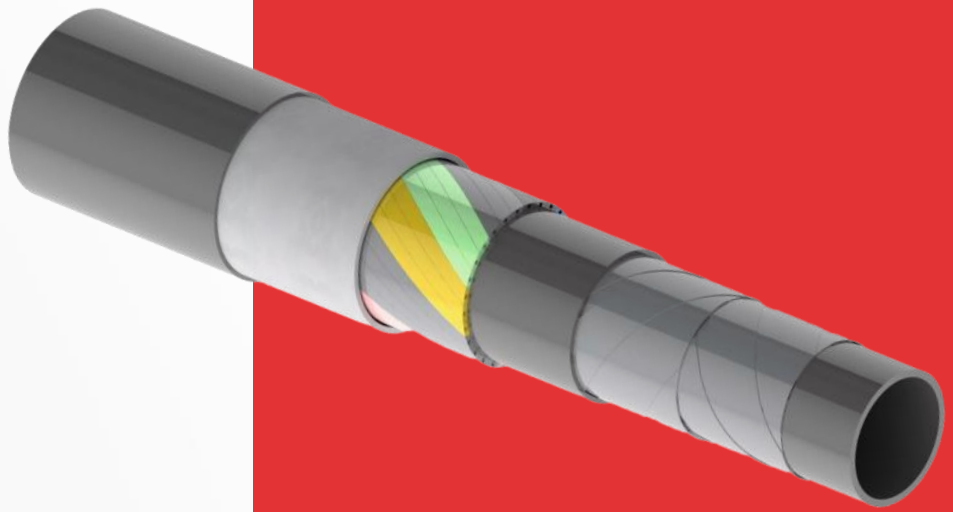






КТС могут быть укомплектованы системой **электроподогрева**





ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С КТС

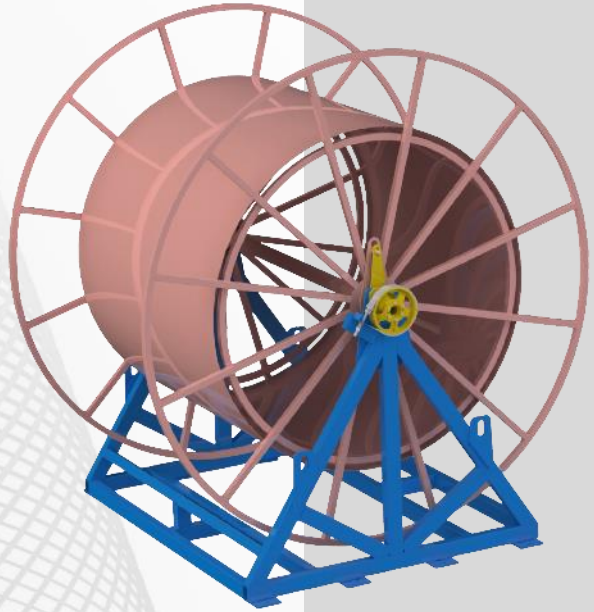
Гидравлический пресс для установки концевых фитингов



Приемно-отдающее устройство



Отдающее устройство



ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Текущее техническое состояние трубопроводов на основе ГПАТ определяется следующими ОСНОВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ:

- остаточная толщина оболочек трубы (ультразвуковой контроль и радиография)
- остаточная толщина стенки фитингов (ультразвуковой контроль и радиография)
- качество сварных швов фитингов (ультразвуковой контроль и радиография)
- физико-механические свойства полиэтиленовых оболочек (лабораторные исследования)
- физико-механическими свойства армирующих лент (лабораторные исследования)



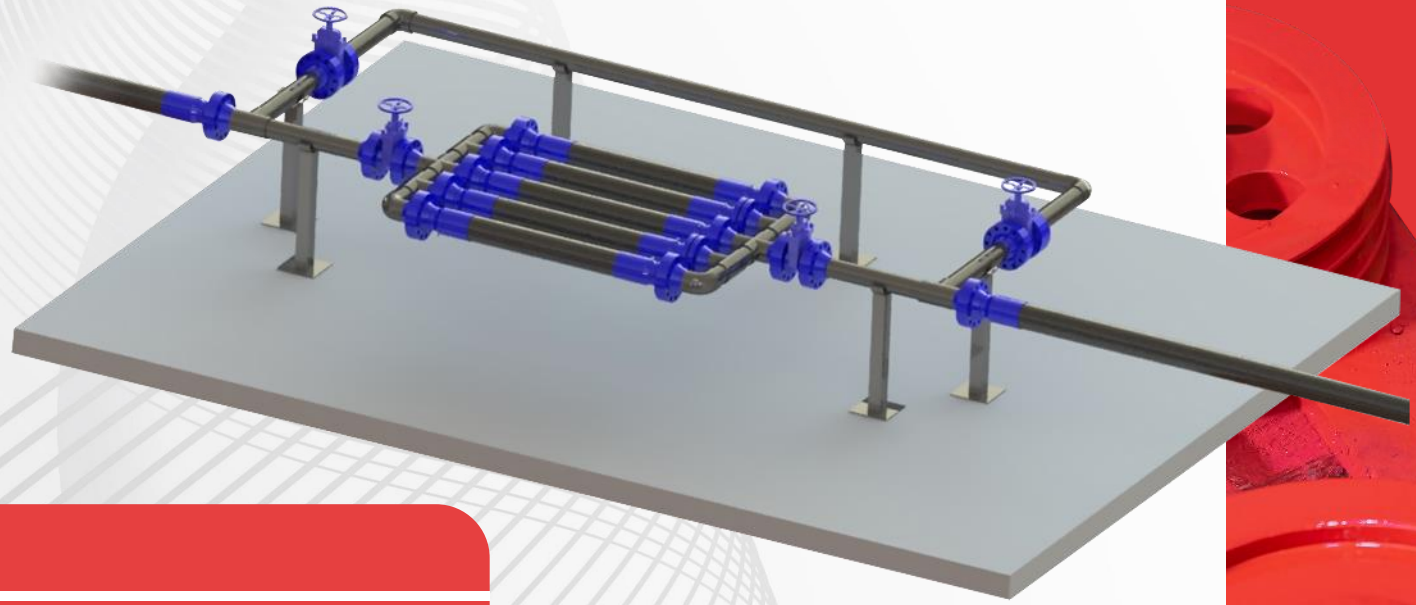




УЗЕЛ КОНТРОЛЯ

Узел контроля состоит из узла запорной арматуры трубопровода с байпасом под диагностические ГПАТ:

- количество диагностических ГПАТ зависит от срока службы и периодичности оценки состояния трубопровода
- изъятие диагностических ГПАТ без остановки трубопровода
- выявление отклонений параметров в независимой лаборатории по методике предприятия-изготовителя ГПАТ



ПРЕИМУЩЕСТВА

- полная картина о состоянии материалов оболочек и армирующих слоев трубы
- возможность оценки остаточного срока службы

ИТОГИ 2022

Гибкой полимерной армированной трубы	**~ 200 км**
Фитингов концевых	**~ 2000 шт**
Оборудование для монтажа ГПАТ	**8 шт**











ПЛАНЫ РАЗВИТИЯ 2023-2024 ГГ.

УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА ЭКСПЛУАТАЦИИ:
использование для внутренней оболочки трубы полимеров, изготовленных с применением рецептур (добавок), разработанных ООО «СКТ Групп» (проводятся опытные работы по поиску рецептуры для увеличения рабочей температуры)

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ К СЕРОВОДОРОДУ:
1. использование в качестве армирующего слоя полимерных лент
2. использование в качестве армирующего слоя металлических лент стойких к сероводороду или его соединениям (стойкость материала должна быть подтверждена проведением испытаний на стойкость к водородному и сульфидному растрескиванию)

ПОНИЖЕНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ:
использование соэкструзии при изготовлении внутренней оболочки (дополнительный слой для уменьшения проницаемости полиэтилена)

Увеличение максимального диаметра трубы до 200 мм + сокращение срока выполнения заказа:
покупка и монтаж новой трубной линии в начале 2024 года.



SKT group

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!