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

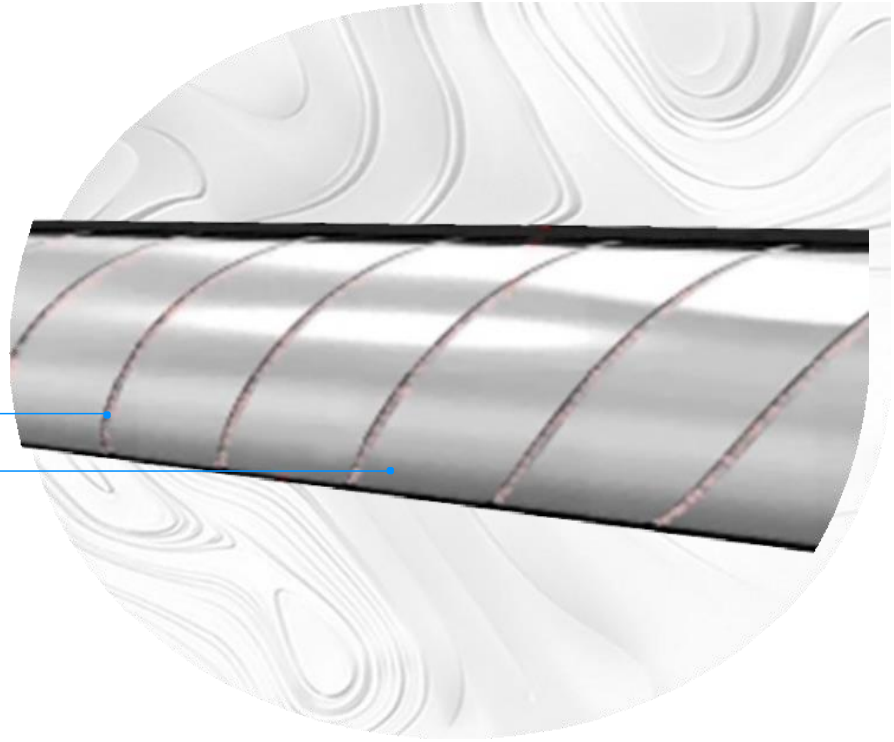


ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ
ВЫСОКОНАПОРНЫХ ТРУБНЫХ СИСТЕМ

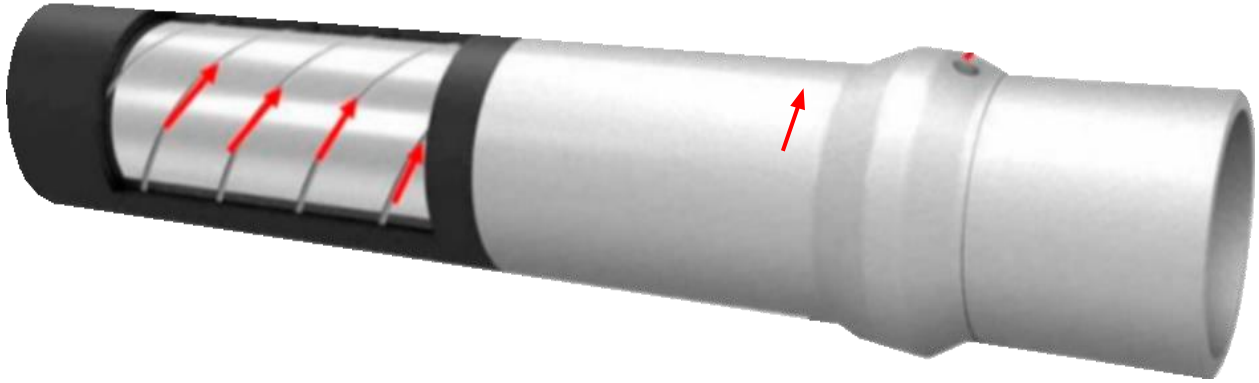
ВТС оснащены специальной системой, позволяющей производить отвод проникающих через внутренний гидравлический канал газов.

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

Армирующие стальные ленты



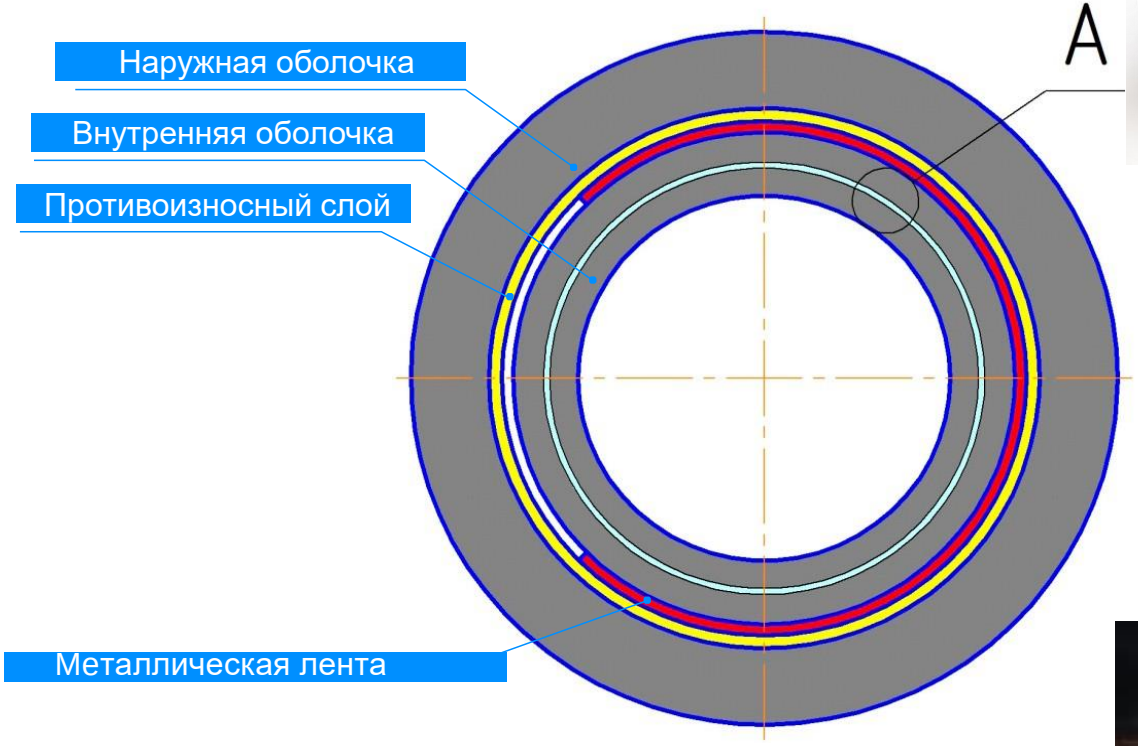
Трубки газоотводные – перемычки на каждом соединении позволяют производить перемещение газов в любой удобной точке по всей длине. При необходимости фитинги могут иметь отверстия, оснащенные выпускным клапаном.

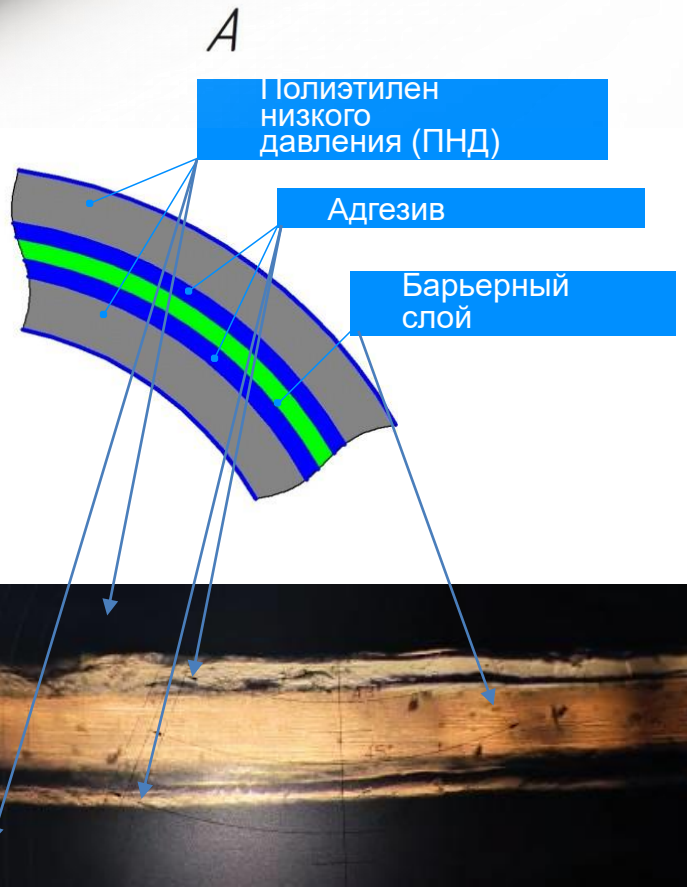


БАРЬЕРНЫЙ СЛОЙ

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

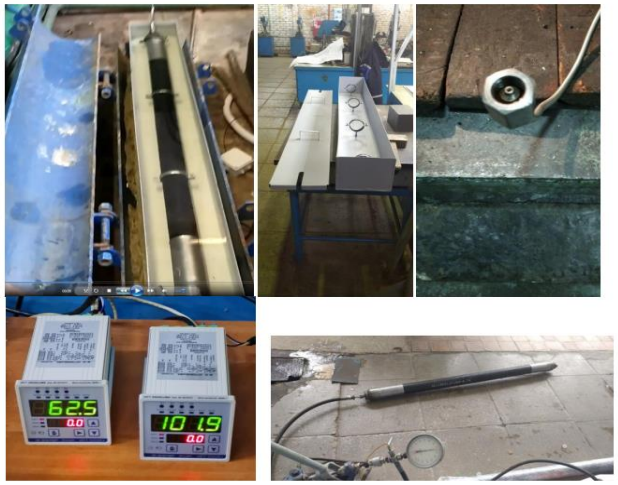
Газогерметичность

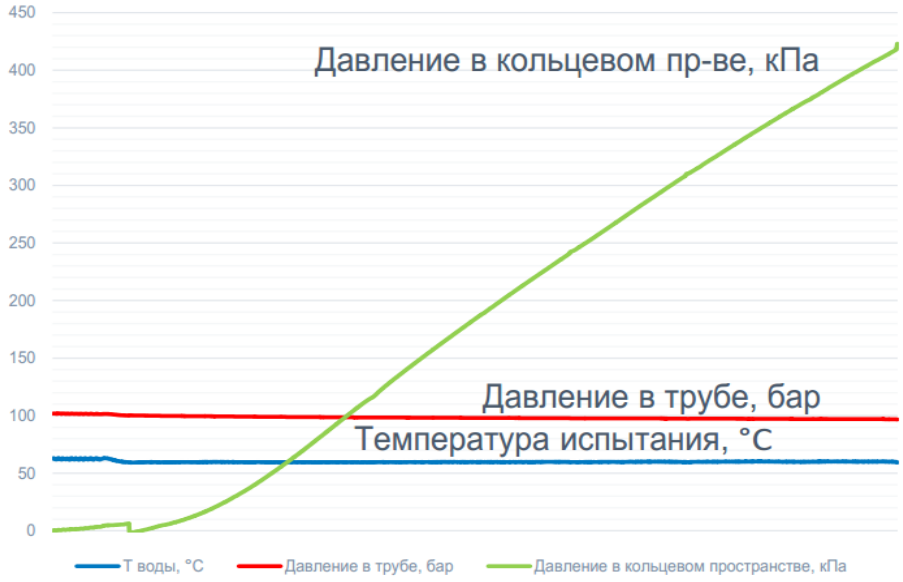
Образец без барьерного слоя:

$P_{нач.труб.}$ 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)

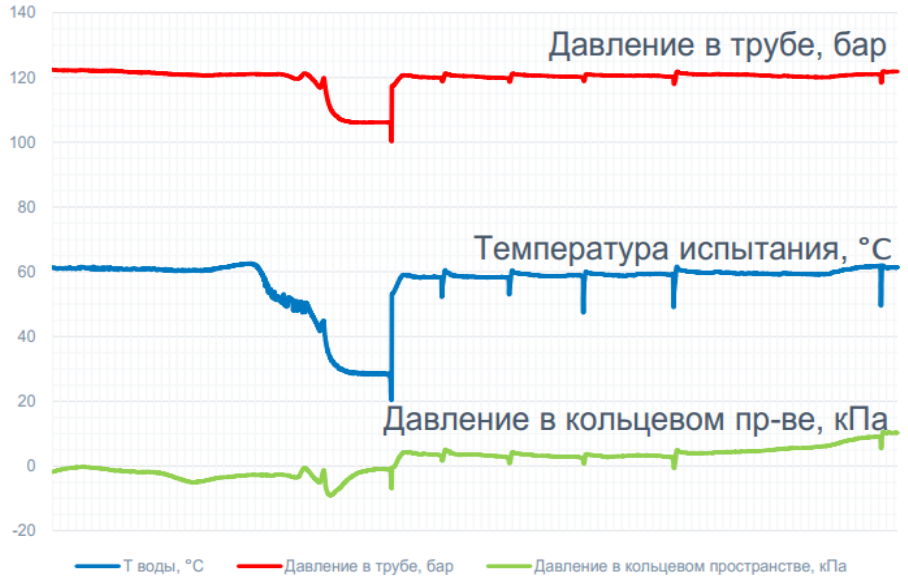
Образец с барьерным слоем

$P_{нач.труб.}$ 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)



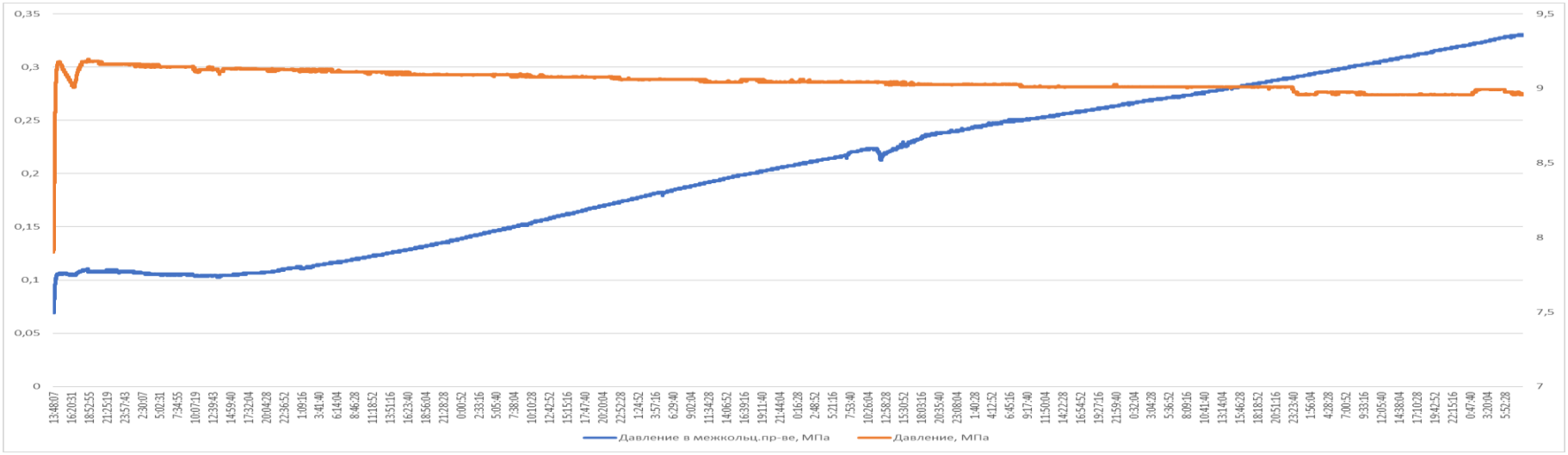


Без барьерного слоя

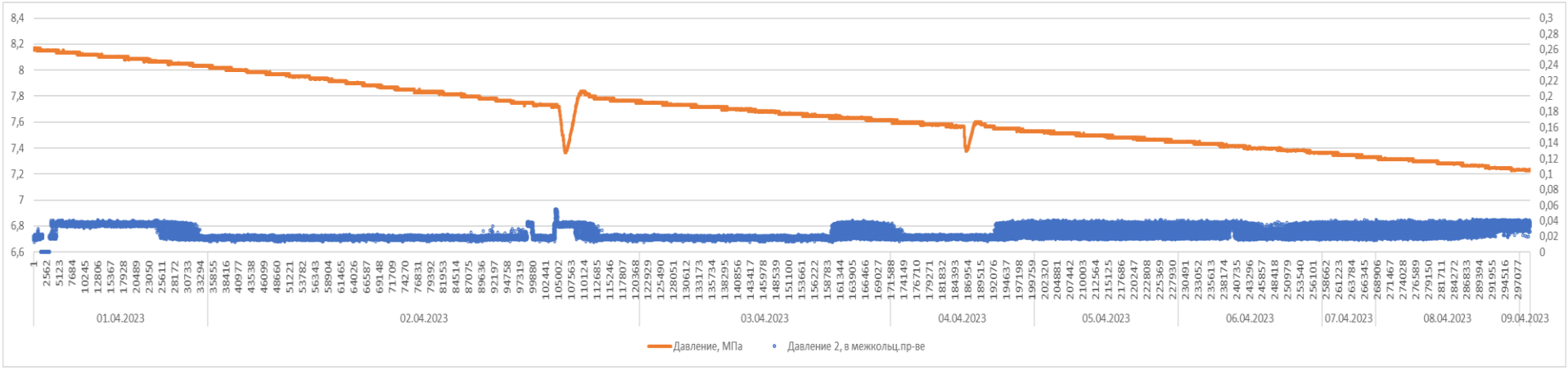


С барьерным слоем

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