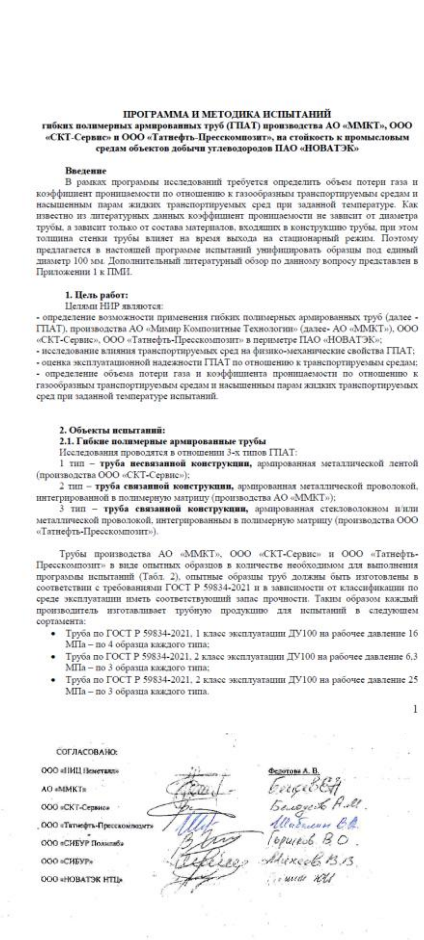
Моделирование пограничных условий эксплуатации ПАТ на примере промысловых сред ПАО «НОВАТЕК

Докладчик:
Заместитель управляющего по научной деятельности
ООО «НИЦ «НЕМЕТАЛЛ»
Перов Кирилл Алексеевич

2026 г.



ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ
гибких полимерных армированных труб (ГПАТ) производства АО «ММКТ», ООО «СКТ-Сервис» и ООО «Татнефть-Пресскомпозит», на стойкость к промысловым средам объектов добычи углеводородов ПАО «НОВАТЭК»

Введение

В рамках программы исследований требуется определить объем потери газа и коэффициент проницаемости по отношению к газообразным транспортируемым средам и насыщенным парам жидких транспортируемых сред при заданной температуре. Как известно из литературных данных коэффициент проницаемости не зависит от диаметра трубы, а зависит только от состава материалов, входящих в конструкцию трубы, при этом толщина стенки трубы влияет на время выхода на стационарный режим. Поэтому предлагается в настоящей программе испытаний унифицировать образцы под единый диаметр 100 мм. Дополнительный литературный обзор по данному вопросу представлен в Приложении 1 к ПМИ.

1. Цель работ:

Целями НИР являются:
- определение возможности применения гибких полимерных армированных труб (далее - ГПАТ), производства АО «Мимир Композитные Технологии» (далее- АО «ММКТ»), ООО «СКТ-Сервис», ООО «Татнефть-Пресскомпозит» в периметре ПАО «НОВАТЭК»;
- исследование влияния транспортируемых сред на физико-механические свойства ГПАТ;
- оценка эксплуатационной надежности ГПАТ по отношению к транспортируемым средам;
- определение объема потери газа и коэффициента проницаемости по отношению к газообразным транспортируемым средам и насыщенным парам жидких транспортируемых сред при заданной температуре испытаний.

2. Объекты испытаний:

2.1. Гибкие полимерные армированные трубы

Исследования проводятся в отношении 3-х типов ГПАТ:

1 тип – **труба несвязанной конструкции,** армированная металлической лентой (производства ООО «СКТ-Сервис»);

2 тип – **труба связанной конструкции,** армированная металлической проволокой, интегрированной в полимерную матрицу (производства АО «ММКТ»);

3 тип – **труба связанной конструкции,** армированная стекловолокном и/или металлической проволокой, интегрированных в полимерную матрицу (производства ООО «Татнефть-Пресскомпозит»).

Трубы производства АО «ММКТ», ООО «СКТ-Сервис» и ООО «Татнефть-Пресскомпозит» в виде опытных образцов в количестве необходимом для выполнения программы испытаний (Табл. 2), опытные образцы труб должны быть изготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59834-2021 и в зависимости от классификации по среде эксплуатации иметь соответствующий запас прочности. Таким образом каждый производитель изготавливает трубную продукцию для испытаний в следующем сортаменте:

- Труба по ГОСТ Р 59834-2021, 1 класс эксплуатации ДУ100 на рабочее давление 16 МПа – по 4 образца каждого типа;
- Труба по ГОСТ Р 59834-2021, 2 класс эксплуатации ДУ100 на рабочее давление 6,3 МПа – по 3 образца каждого типа;
- Труба по ГОСТ Р 59834-2021, 2 класс эксплуатации ДУ100 на рабочее давление 25 МПа – по 3 образца каждого типа.

1

СОГЛАСОВАНО:

ООО «НИЦ Неметалл» Федотов А. В.
АО «ММКТ»
ООО «СКТ-Сервис»
ООО «Татнефть-Пресскомпозит»
ООО «СИБУР Полимеры»
ООО «СИБУР»
ООО «НОВАТЭК НТЦ»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целями НИР являются:

- определение возможности применения гибких полимерных армированных труб (далее - ГПАТ), в периметре ПАО «НОВАТЭК»;
- исследование влияния транспортируемых сред на физико-механические свойства ГПАТ;
- оценка эксплуатационной надежности ГПАТ по отношению к транспортируемым средам;
- определение объема потери газа и коэффициента проницаемости по отношению к газообразным транспортируемым средам и насыщенным парам жидких транспортируемых сред при заданной температуре испытаний.

Таблица 1.1 – Состав модельных сред и условия испытаний

Последовательность экспериментов	Обозначение модельной среды	Жидкая фаза	Газовая фаза	Давление	Температура
1	Метан	нет	CH_4	16 МПа	+60 °C
2	Метанол	Метанол	Пары метанола	25 МПа	+40 °C
3	Нефть-газ-вода	Нефть промысловая с поволжских месторождений + вода состав см. Табл.1.2	CO_2 ~300 кПа в объеме образца; H_2S~300 кПа в объеме образца	6,3 МПа	+60 °C

МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ

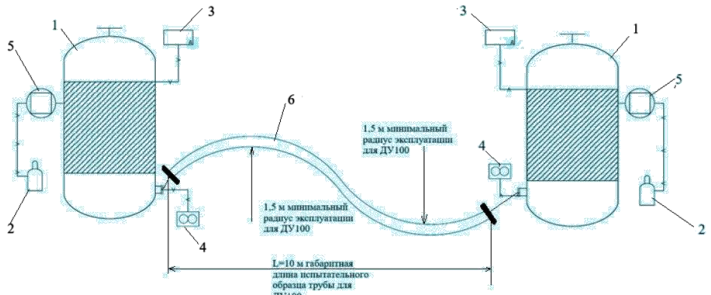
НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

Вид испытаний	Пункт ПМИ	Количество образцов	Примечания
Испытание сборки ГПАТ с фитингами на герметичность	5.1	30	Проверка всех образцов перед испытаниями.
Испытание системы вентиляции газов (для трубы ООО «СКТ-Сервис»)	5.2	10	Проверка всех образцов данной конструкции.
Испытание на газопроницаемость	5.3	18	Для каждой модельной среды 2 образца.
Испытания на стойкость к декомпрессии	5.4	9	1 образец после определения газопроницаемости с каждой модельной среды
Испытание на износостойкость (дополнительное)	5.5	3	Образцы для испытаний на износостойкость должны иметь габаритную длину от фитинга до фитинга не менее 10 м.
Испытание внутренним гидростатическим давлением разрушения	5.6	27	1 образец после определения газопроницаемости с каждой среды выдержки; 1 образец каждой конструкции после испытаний на износостойкость; 1 образец, не подвергавшийся воздействиям - «Контрольный образец»

Результаты испытаний на ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ к газоаброзивной смеси при рабочем давлении 16 МПа

ИСПЫТАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Цель: оценка стойкости к износу полимерного лайнера ГПАТ по отношению механическим примесям содержащемся в транспортируемой газовой среде при заданном давлении и скорости потока.



Технологическая схема установки для испытаний на износостойкость.

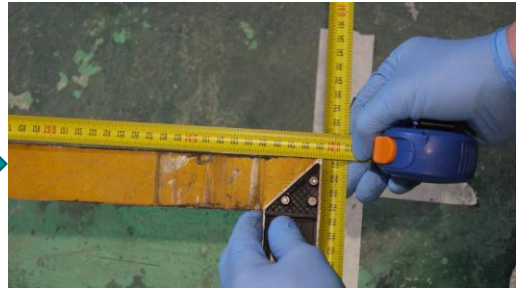
1 - емкости высокого давления; 2 – баллоны с азотом; 3 – манометры; 4 – расходомеры; 5 - электромеханические клапана; 6 – испытуемый образец на ложементе.

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА:

1. Образец ГПАТ ДУ 100 длиной 10 м с металлическими фитингами фланцевого типа помещают на ложементы и фиксируют в положении с 2мя изгибами на эксплуатационный радиус.
2. К образцу подключают арматуру для подачи газовой смеси с мех примесями, проводят проверку на герметичность соединений путем опрессовки до рабочего давления, в качестве среды используют газ азот.
3. В емкости (А) засыпают кварцевый песок нужной фракции (в данном эксперименте 0,3-0,6 мм).
4. Газ под давлением 16 МПа подают из баллона (2) он проходит через емкость (А) захватывает абразивные частицы и переносит их по испытуемому образцу в емкость (Б), давление контролируют по манометрам (3), скорость контролируют при помощи расходомера (4) количество циклов подачи из одной емкости ограничено ее объемом, при переносе мех примесей из одной емкости в другую, эксперимент продолжают через 2ю емкость (Б) в обратном порядке.
5. Общее количество циклов определяется путем расчета переноса требуемого объема мех примесей через образец (в данном эксперименте выполнено 10 циклов).







ИСПЫТАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

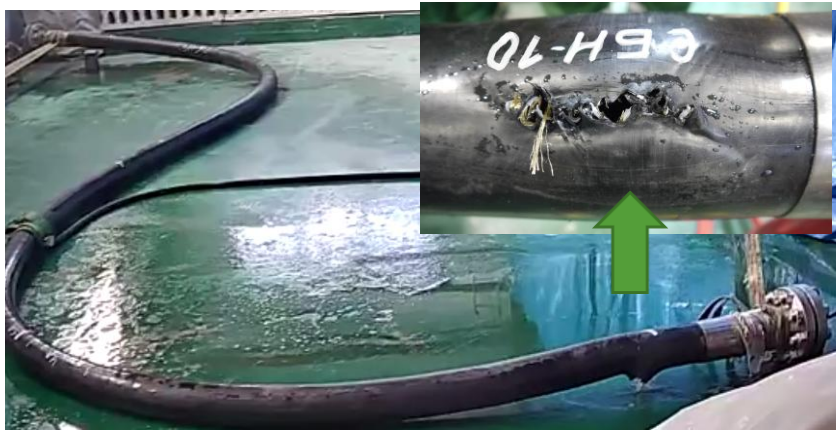
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ:

1.После выполнения требуемого количества циклов переноса газовой смеси, образец демонтируют и производят осмотр. При отсутствии визуальных повреждений производят испытание на разрушающее давление по методике п. 9.5 ГОСТ 59834.

2.После проведения испытаний на разрушающее давление образец разрезают на сегменты и производят ВИК внутренней поверхности лайнера и соединений. Оценку стойкости к износу выполняют по результатам значений разрушающего давления – должно быть не ниже значений в исходном состоянии ГПАТ, а также по результатам ВИК толщины лайнера и качества внутренней поверхности.

Испытания на разрушающее давление

Визуально измерительный контроль

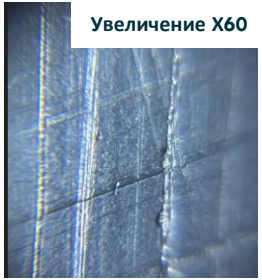






Макро съемка поверхности





Увеличение Х60



Увеличение Х60

Давление разрушения Рраз ≥ контрольного Рраз

Вид поверхности лайнера ГПАТ после испытаний на износостойкость

ВЫВОДЫ

1. После воздействия газоабразивной смесью (10 циклов) на внутренний лайнер ГПАТ при давлении подачи смеси 16,05-16,45 МПа и скорости потока смеси 19,9-30 м/с дефектов/повреждений на поверхности образцов не обнаружено.

2. В результате испытаний на разрушающее давление, выполненных после воздействия газоаброзивной смесью, все образцы продемонстрировали результаты превышающие минимально установленное в НТД нормативное значение.

3. Визуально-измерительным контролем внутренней поверхности лайнера ГПАТ всех исследуемых образцов установлено, что максимальная глубина повреждений (царапин) от воздействия газоаброзивной смеси составила 0,05 мм, ширина варьируется в диапазоне от 0,01 до 0,03 мм. Отличие степени воздействия на лайнеры разных конструкций ГПАТ может быть обусловлено как исходным качеством поверхности лайнера, так и различной абразивной стойкостью полиэтиленов используемых при изготовлении труб, а также режимов переработки в готовое изделие.

4. Все исследованные конструкции ГПАТ демонтируют хорошую стойкостью к абразивному износу.

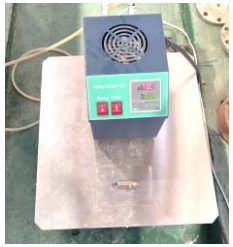
Испытания на газопроницаемость к модельным средам.

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ НА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

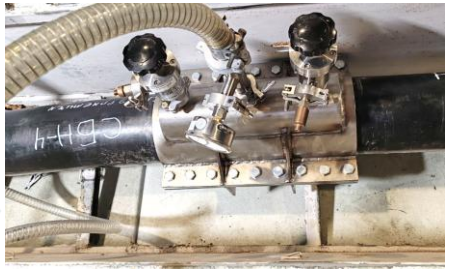
1.







2.





4.







3.





5.





МЕТАН

ПРОЦЕСС ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"



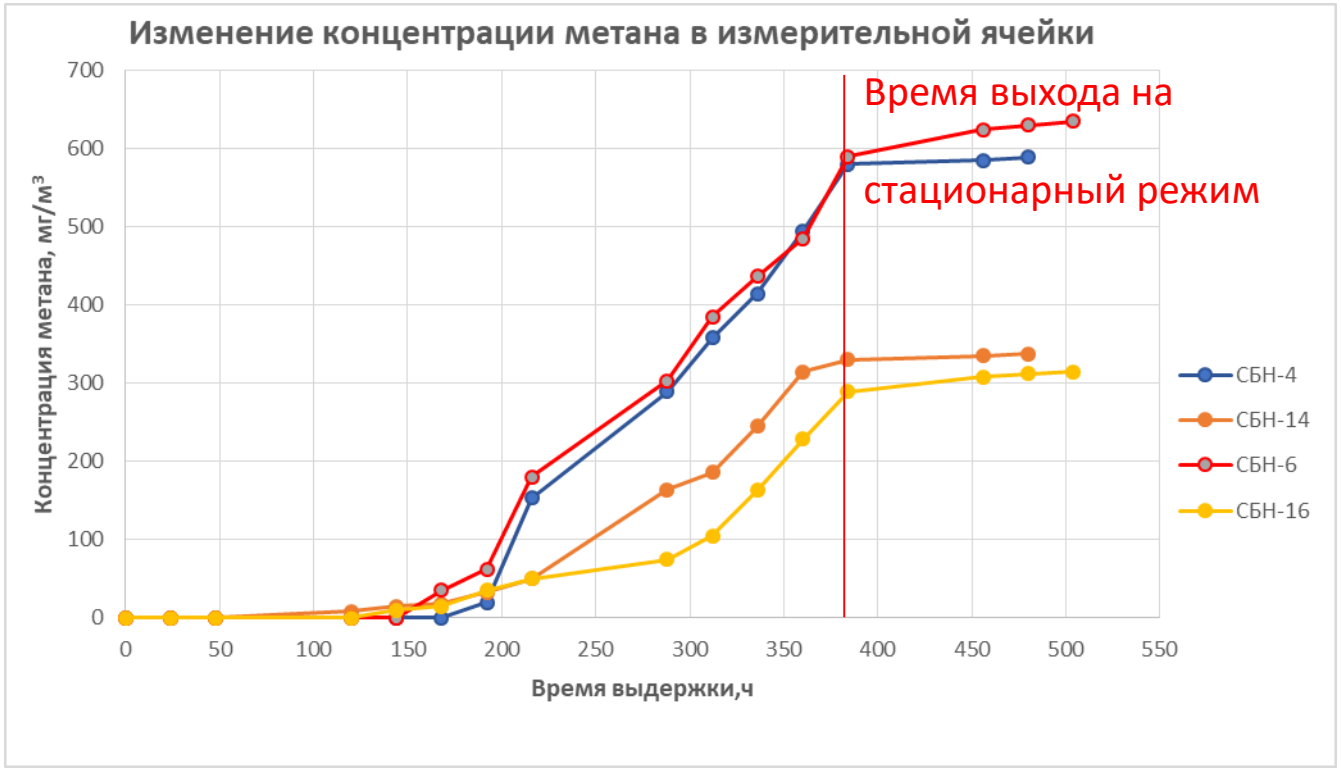




- Анализ пробы производится с использованием аналитического комплекса на базе газового хроматографа. Пробы анализируются через равные промежутки времени до появления значений постоянных концентраций, означающих достижение стационарного режима проникновения газа в межтрубное пространство или измерительную ячейку.
- Определенные при выходе на стационарный режим концентрации используют для выполнения расчетов при обработке результатов эксперимента.

МЕТАН

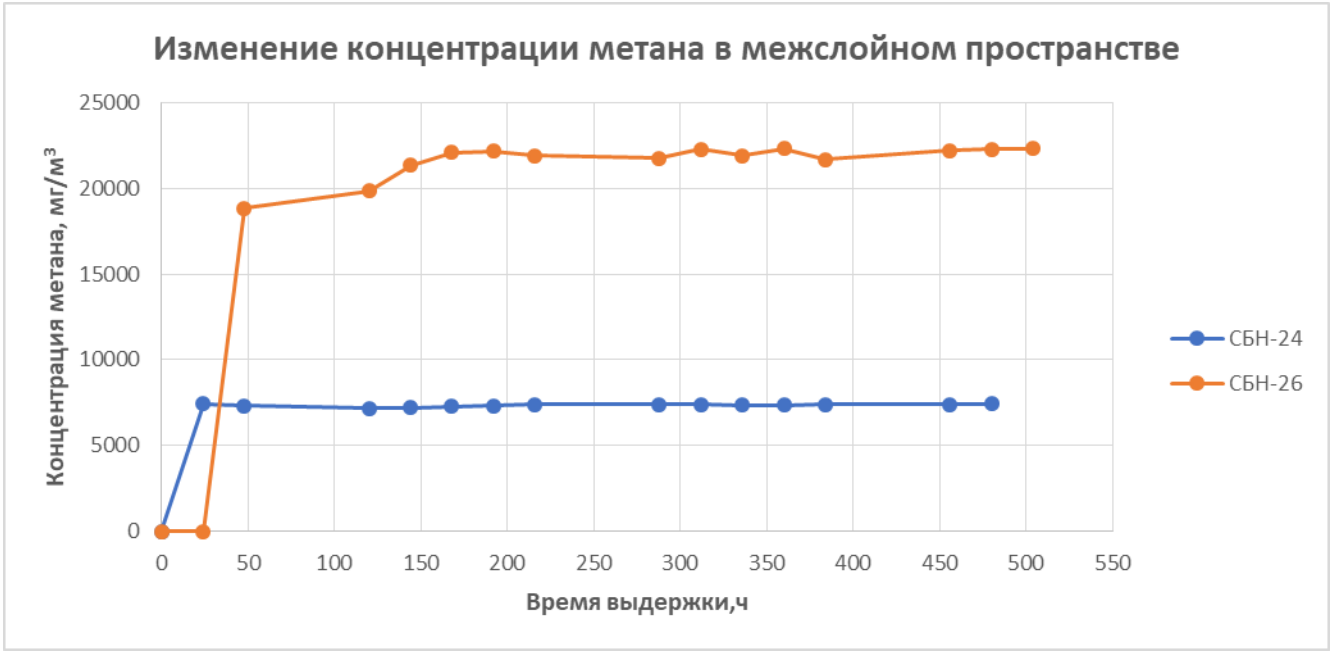
ГРАФИК ЕЖЕСУТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В ПРОБАХ



Ежесуточные концентрации метана в пробах образцов СБН-4,6,14,16

МЕТАН

ГРАФИК ЕЖЕСУТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В ПРОБАХ



МЕТАН

Ежесуточные концентрации метана в пробах образцов СБН-24,26

ВЫВОДЫ

В результате комплекса экспериментов по оценке газопроницаемости трех различных конструкций ГПАТ по отношению к метану при рабочем давлении 16 МПа и температуре +60º С, можно заключить следующее:

1. По значениям расчетных потерь газа в $м^3$ на километр трубопровода за год, определено, что наименьшие потери газа, как и наименьший коэффициент газопроницаемости наблюдается на образцах ГПАТ связной конструкции армированной стекловолокном, производства ООО «ТНПК», результаты расчетных значений представлены в Таблице 3.
2. Время выхода газа в измерительную ячейку при заданных условиях эксперимента на образцах труб связанной конструкции составило: ГПАТ производства ООО «ТНПК» - 144 часа, а для ГПАТ производства ООО «ММКТ» - 180 часов.
3. Время достижения стационарного режима проникновения газа и соответственно время достижения постоянного потока газа проникающего через стенку трубы (время защитного действия стенки трубы) составило 375 часов, примерно 16 дней, для образцов ГПАТ производства и ООО «ТНПК» и ООО «ММКТ».
4. Образцы несвязной конструкции армированной металлической лентой производства ООО «СКТ-СЕРВИС» (маркировка СБН-24,26) не имеют газогерметичности в месте соприкосновения слоёв трубы и фитинга, что подтверждается выходом газа из внутренней полости образца в межтрубное пространство за первые сутки от начала эксперимента, в значительно большей концентрации, чем значения концентраций при определении газопроницаемости на образцах труб связной конструкции.

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

1.



2.





3.





МЕТАНОЛ

4.

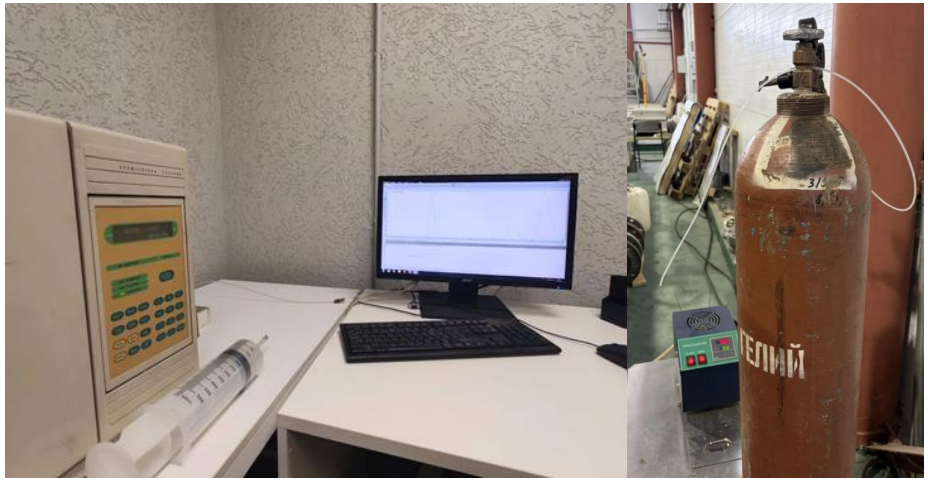


5





ПРОЦЕСС ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ



МЕТАНОЛ

Отбор проб выполнялся следующим образом:

Начало эксперимента через сутки после стабилизации давления.
8:00 отбор пробы, анализ на хроматографе.
8:30 запуск вакуумных насосов для создания разряжения в контролируемом объеме (ускорение диффузии).
16:00 выключение вакуумных насосов.
8:00 следующего дня - отбор пробы, анализ на хроматографе.
8:30 следующего дня - запуск вакуумных насосов для создания разряжения в контролируемом объеме (ускорение диффузии).
16:00 следующего дня - выключение вакуумных насосов.

Спустя более 500 ч. выдержки и первой и второй партии образцов в контрольном объеме измерительной камеры, а также в межтрубном пространстве образцов СКТ паров метанола не зафиксировано. Соответственно расчеты каких-либо параметров проницаемости не возможны, эксперименты были завершены.

ВЫВОДЫ

В результате комплекса экспериментов по оценке газопроницаемости трех различных конструкций ГПАТ по отношению к парам метанола при рабочем давлении 25 МПа и температуре +40º С, можно заключить, что проницаемость паров метанола при заданных условиях эксперимента на всех исследуемых конструкциях **отсутствует.**

АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

1.



2.





3.



4.



5.







ПРОЦЕСС ОТБОРА ПРОБ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Анализ пробы производится с использованием аналитического комплекса на базе газового хроматографа и газоанализатора на сероводород.







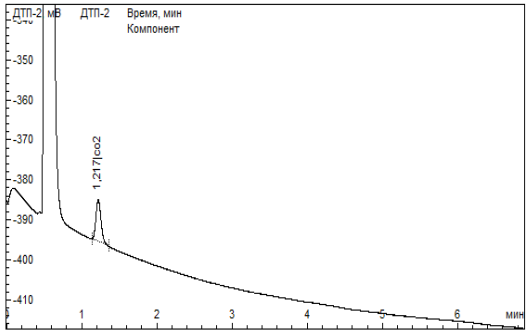


Отбор проб выполнялся следующим образом:

Начало эксперимента через сутки после стабилизации давления.
8:00 отбор пробы, анализ на хроматографе.
8:30 запуск вакуумных насосов для создания разряжения в контролируемом объеме (ускорение диффузии).
16:00 выключение вакуумных насосов.
8:00 следующего дня - отбор пробы, анализ на хроматографе.
8:30 следующего дня - запуск вакуумных насосов для создания разряжения в контролируемом объеме (ускорение диффузии).
16:00 следующего дня - выключение вакуумных насосов.

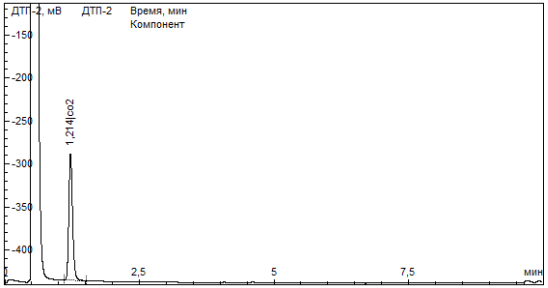
ПРИМЕРЫ ХРОМАТОГРАММ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРОВОДОРОДА В ЧАСОВОЙ ПРОБЕ

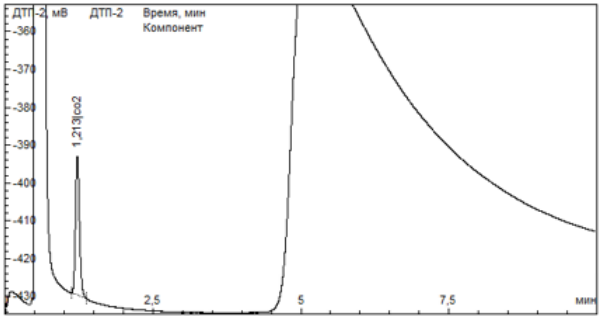
НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"





Образец СБН-1







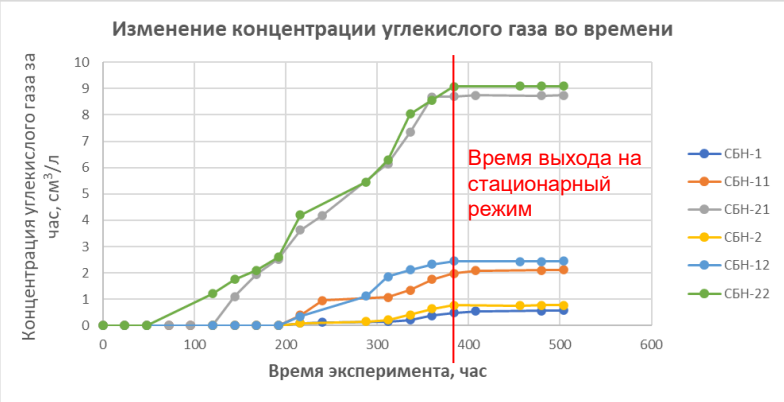
Образец СБН-11

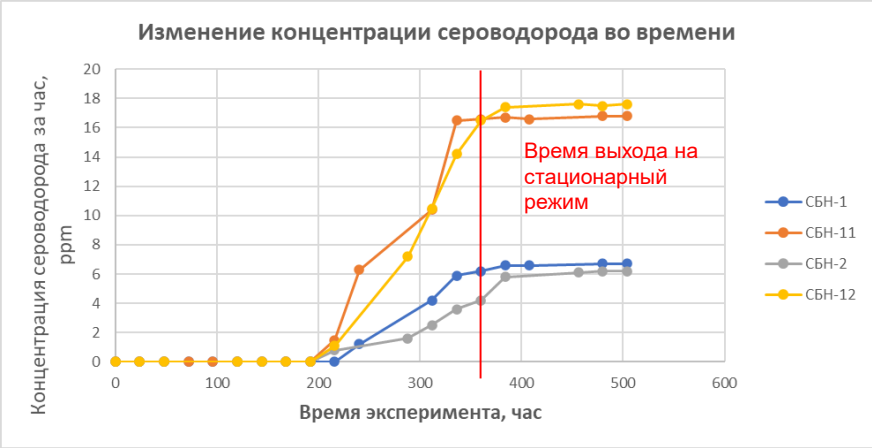


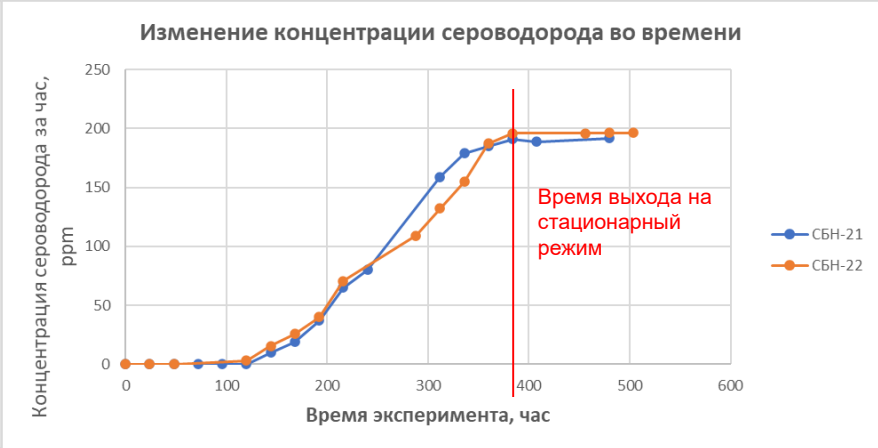
Образец СБН-21

ГРАФИКИ ЧАСОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В ПРОБАХ ОБРАЗЦОВ

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"







ВЫВОДЫ

В результате комплекса экспериментов по оценке газопроницаемости трех различных конструкций ГПАТ по отношению к смеси газов CO2 и H2S (углекислый газ и сероводород) в жидкой нефтяной среде при давлении 6,3 МПа и температуре +60 ºС, можно заключить следующее:

1. Образцы несвязной конструкции армированной металлической лентой производства ООО «СКТ-СЕРВИС» (маркировка СБН-21,22) имеют наименьший показатель газопроницаемости и скорости выхода газа, а также вследствие этого и наименьший показатель потерь газа, но при этом демонстрируют наименьшее время выхода газа в измерительную кювету, 132 часа. Сам факт проникновения коррозионно-активных газов CO2 и H2S в межтрубное пространство к армирующему каркасу, изготовленному из углеродистой, стали, в перспективе имеет риск развития коррозионных процессов на металлической ленте армирующего слоя, что в конечном счете приведет к выходу из строя трубопровода. По этой причине лучшим вариантом является ГПАТ связной конструкции, армированная металлокордом производства ООО «ММКТ», которая имеет чуть больший коэффициент газопроницаемости и расчетные потери газа, но при этом обладает полностью связной конструкцией что не позволяет газу накапливаться в близи армирующего слоя, а сразу выходить на поверхность. Результаты расчетных значений представлены в Таблице 4 и 5.
2. Время выхода газа в измерительную ячейку при заданных условиях эксперимента на образцах труб связанной конструкции составило: ГПАТ производства ООО «ТНПК» - 216 часа, а для ГПАТ производства ООО «ММКТ» - 228 часов.
3. Время достижения стационарного режима проникновения газа и соответственно время достижения постоянного потока газа проникающего через стенку трубы (время защитного действия стенки трубы) составило 320 часов, примерно 16 дней, для образцов ГПАТ производства и ООО «ТНПК» и ООО «ММКТ».

Испытания на разрушающее давление контрольных образцов.

Образцы всех конструктивных исполнений на рабочее давление 6,3, 16 и 25 МПа в состоянии поставки, при испытаниях контрольных образцов, продемонстрировали разрушающее давление выше минимальных норм, установленных в паспорте качества, что свидетельствует о значительном коэффициенте запаса прочности, закладываемом Производителем при изготовлении.

Производитель/тип конструкции	Маркировка образца	Рабочее давление эксплуатации, МПа (по паспорту качества)	Давление разрушения нормативное, МПа (по паспорту качества)	Давление разрушения фактическое, МПа	Отклонение от норматива, %	Место разрушения	Коэффициент запаса прочности к рабочему давлению
ООО «ММКТ» / связная армированная металлокордом	СБН-5	16	не менее 48	48,6	+1,3	«по телу»	3
	СБН-7	25	не менее 60	62,8	+4,7	«по телу»	2,5
	СБН-3	6,3	не менее 18,1	22,2	+22,6	«по телу»	3,5
ООО «ТНПК» / связная армированная стекловолокном	СБН-15	16	не менее 55	55,2	+0,4	«по телу»	3,5
	СБН-17	25	не менее 75	78,5	+4,7	«по телу»	3
	СБН-13	8	не менее 24	25,3	+5,4	«по телу»	3,2
ООО «СКТ-СЕРВИС» / несвязная армированная металлической лентой	СБН-25	16	не менее 48	48,9	+1,9	«по телу»	3
	СБН-27	25	не менее 50	51,4	+2,8	«по телу»	2
	СБН-23	6,3	не менее 18,9	26,6	+19,5	«по телу»	4,2

Испытания на разрушающее давление образцов после выдержки в модельных средах.

Образцы всех конструктивных исполнений на рабочее давление 6,3, 16 и 25 МПа после длительной выдержки с модельной средой (состав сред см. Таблица 1.1) в процессе испытаний на газопроницаемость, после были испытаны на разрушающее давление Фактические значения результатов испытаний представлены в таблице.

Производитель/тип конструкции	Маркировка образца	Давление разрушения нормативное, МПа (контрольный образец)	Давление разрушения фактическое, МПа	Отклонение от норматива, %	Место разрушения	Тип модельной среды для выдержки
ООО «ММКТ» / связная армированная металлокордом	СБН-4	48,6	52,3	+7,6	«по телу»	метан/+60
	СБН-9	62,8	61,0	-2,9	«по телу»	метанол/+40
	СБН-2	22,2	20,6	-7,2	«по телу»	нефть-газ-вода/+60
ООО «ТНПК» / связная армированная стекловолокном	СБН-14	55,2	60,6	+9,8	«по телу»	метан/+60
	СБН-19	78,5	80,0	+1,9	«по телу»	метанол/+40
	СБН-12	25,3	34,3	+35,6	«по телу»	нефть-газ-вода/+60
ООО «СКТ-СЕРВИС» / несвязная армированная металлической лентой	СБН-24	48,9	51,0	+4,3	«по телу»	метан/+60
	СБН-29	51,4	53,3	+3,4	«по телу»	метанол/+40
	СБН-22	26,6	24,2	-9,0	«по телу»	нефть-газ-вода/+60

ВЫВОДЫ

1. В результате испытаний образцов после выдержки с метаном, конструкции труб АО «ММКТ» и ООО «СКТ-СЕРВИС» показывают значения, превышающие значения, полученные на контрольных образцах, из чего можно сделать вывод что за время проведения эксперимента деградации свойств трубы не произошло. Образец трубы производства ООО «ТНПК» показал значительное изменение разрушающего давления от исходного давления разрушения контрольного образца увеличение на 9,8%, что может свидетельствовать о нестабильности прочностных характеристик данной конструкции трубы в целом.
2. Образцы, испытанные на разрушающее давление после выдержки с метанолом, демонстрируют значения с незначительными отклонениями от результатов испытаний контрольных образцов, при этом результаты не выходят за минимальную границу значений указанных в паспорте качества (разброс значений в пределах 5% является погрешностью данного метода испытаний), таким образом, взаимодействие с метанолом не оказывает влияние на прочностные характеристики исследуемых конструкций ГПАТ (существенно не изменяет коэффициент запаса).
3. В результате испытаний на определение разрушающего давления образцов после выдержки в нефтегазовой смеси, содержащей CO_2 и H_2S, конструкция трубы ООО «ТНПК» показывает значение, превышающие значения, полученные на контрольном образце на 35,6%. Образцы труб производства АО «ММКТ» и ООО «СКТ Сервис» показали снижение разрушающего давления от исходного давления разрушения контрольного образца на 7,2% и на 9% соответственно. Однако все значения разрушающего давления не ниже нормативных значений, установленных в паспорте качества. Полученные результаты могут свидетельствуют о нестабильности прочностных характеристик, всех исследуемых конструкций труб.

Испытания на стойкость к газовой декомпрессии.

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА:

Каждый образец помещают в испытательную камеру, оснащенную инфракрасными нагревателями, заполняют образец азотом, подают давление, равное максимальному рабочему давлению и увеличивают температуру до заданной по условиям эксперимента, контроль температуры нагрева осуществляют при помощи термопары прикрепленной к поверхности образца.
После стабилизации значений испытательного давления и температуры образец выдерживают не менее 24 ч, по истечению времени выдержки производят сброс давления до атмосферного со скоростью не менее 0,7 МПа/мин, и повторную накачку. Алгоритм действий повторяют 14 раз.





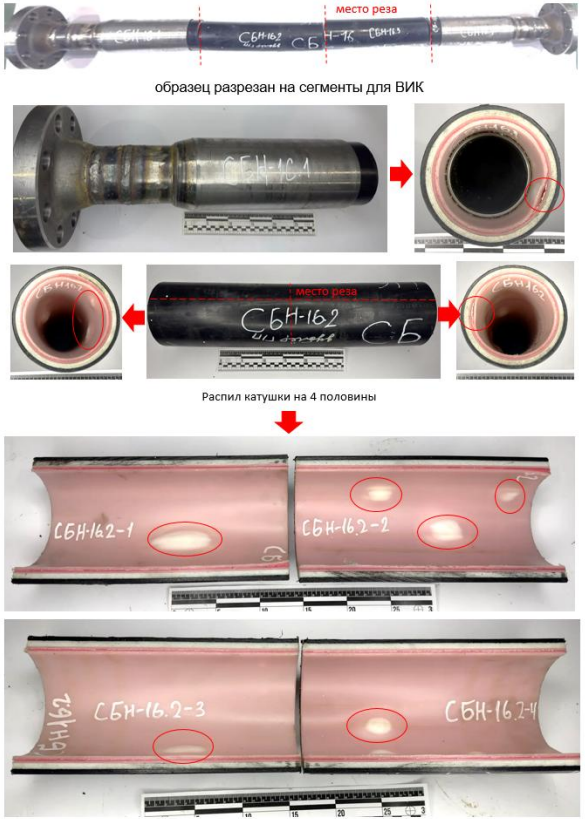


После завершения циклических испытаний сброса давления, образцы извлекали из камеры, производили визуальный осмотр наружной поверхности, внутренней поверхности и торцов.

Образец ООО «ТНПК» РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СТОЙКОСТЬ К ГАЗОВОЙ ДЕКОМПРЕССИИ

после выдержки с метаном при давлении 16 МПа и температуре +60ºС (1000 ч.)

НИЦ "НЕМЕТАЛЛ"





- При осмотре внутренней поверхности образца с маркировкой СБН-16 (армированный стекловолокном) обнаружены многочисленные вздутия лайнера по всей протяженности образца, размер вздутий варьируется от 6,3 до 65,9 мм, также присутствует декомпрессионное расслоение протяженностью 159,7 мм.
- В результате испытаний образца с маркировкой СБН-16 получен отрицательный результат - отсутствие стойкости к газовой декомпрессии.

Образец ООО «ТНПК» РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СТОЙКОСТЬ К ГАЗОВОЙ ДЕКОМПРЕССИИ

после выдержки с метанолом при давлении 25 МПа и температуре +40ºС (500 ч.)



Рис.20. Образец с маркировкой СБН-18 (ООО «ТНПК») после испытаний на газовую декомпрессию, осмотр внутренней поверхности.

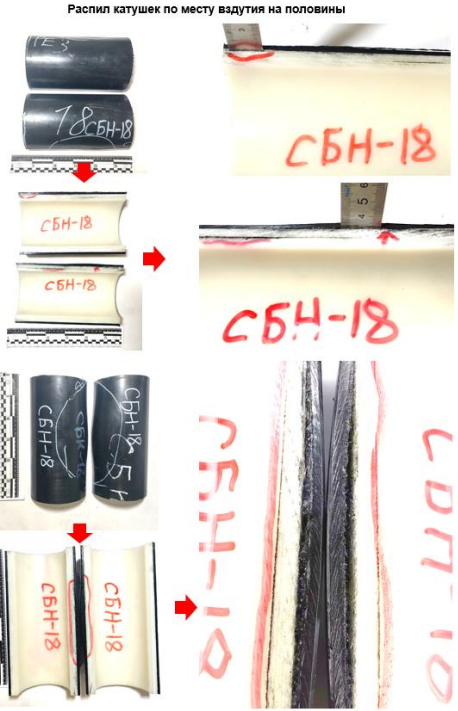


Рис.20 (продолжение). Образец с маркировкой СБН-18 (ООО «ТНПК») после испытаний на газовую декомпрессию, осмотр внутренней поверхности.



Рис.21. Макросъемка вздутия защитной оболочки на образце с маркировкой СБН-18 (ООО «ТНПК») после испытаний на газовую декомпрессию.

В результате испытаний образца с маркировкой СБН-18 (ООО «ТНПК») получен отрицательный результат по причине отсутствие стойкости к газовой декомпрессии.

Образец ООО «ТНПК» РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НА СТОЙКОСТЬ К ГАЗОВОЙ ДЕКОМПРЕССИИ

после выдержки с нефтегазовой смесью при давлении 6,3 МПа и температуре +60°С (500 ч.)



Рис.22. Образец с маркировкой СБН-11 (ООО «ТНПК») после испытаний на газовую декомпрессию, осмотр внутренней поверхности.

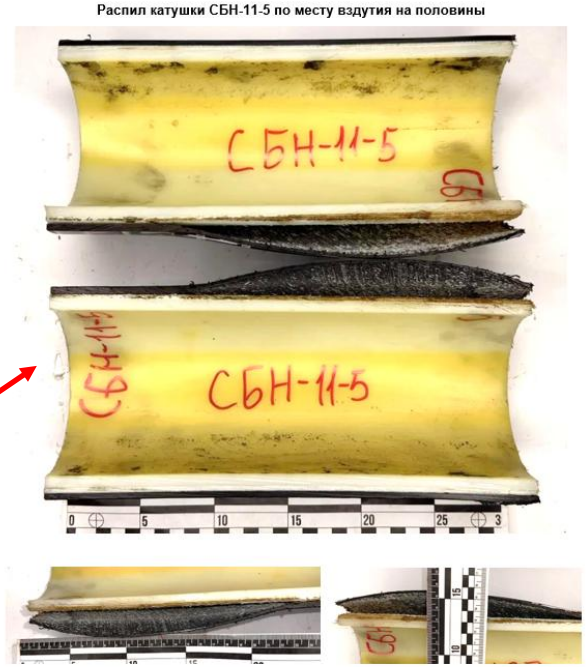


Рис.23. Макросъемка вздутия защитной оболочки на образце с маркировкой СБН-11-5 (ООО «ТНПК») после испытаний на газовую декомпрессию.

В результате испытаний образца с маркировкой СБН-11 (ООО «ТНПК») получен отрицательный результат по причине отсутствие стойкости к газовой декомпрессии.

ВЫВОДЫ

1. В результате испытания на газовую декомпрессию (14 циклов) **при давлении 16 МПа и температуре +60º С**, определено: образцы труб производства АО «ММКТ и ООО «СКТ Сервис» успешно прошли испытания, после разрезки на торцах образцов и внутренней поверхности не наблюдается следов расслоений или декомпрессионных вздутий. На внутренней поверхности образца производства ООО «ТНПК» после разрезки наблюдается большое количество вздутий, размер вздутий варьируется от 6,3 до 65,9 мм, также присутствует декомпрессионное расслоение протяженностью 159,7 мм. Полученные результаты говорят об отсутствии стойкости трубы производства ООО «ТНПК» к газовой декомпрессии и нестабильности свойств данной конструкции.
2. В результате испытания на газовую декомпрессию (14 циклов) **при давлении 25 МПа и температуре +40º С**, определено: образцы труб производства АО «ММКТ и ООО «СКТ Сервис» успешно прошли испытания, после разрезки на торцах образцов и внутренней поверхности не наблюдается следов расслоений или декомпрессионных вздутий. Исключением является образец производства ООО «ТНПК» (армированный стекловолокном) При осмотре наружной и внутренней поверхности образца обнаружены 2 крупных вздутия защитной оболочки и многочисленные расслоения между лайнером и армирующим слоем по всей протяженности образца, размер вздутий на наружной поверхности находится в диапазоне от 100 до 150 мм, на торцевых поверхностях видны декомпрессионные расслоение максимальной протяженностью 160 мм по окружности. Полученные результаты говорят об отсутствии стойкости трубы производства ООО «ТНПК» к газовой декомпрессии.
3. В результате испытания на газовую декомпрессию (14 циклов) **при давлении 6,3 МПа и температуре +60º С**, определено: образцы труб производства АО «ММКТ и ООО «СКТ Сервис» успешно прошли испытания, после разрезки на торцах образцов и внутренней поверхности не наблюдается следов расслоений или декомпрессионных вздутий. При осмотре наружной поверхности образца трубы производства ООО «ТНПК» обнаружено 1 крупное вздутие защитной оболочки, образованное в непосредственной близости к фитингу. Вздутие на наружной оболочке имеет размер: 230 мм в длину, 100 мм в ширину по окружности и ~20 мм в высоту – расстояние между армирующем слоем и отслоившейся оболочкой Полученные результаты говорят об отсутствии стойкости трубы производства ООО «ТНПК» к газовой декомпрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определенные в ходе исследований показатели коэффициента проницаемости и объема потери газа по отношению к метану показывают наименьшую проницаемость на трубе производства ООО «Татнефть-Пресскомпозит» и отсутствие газогерметичности (отрицательный результат) на трубах производства ООО «СКТ-Сервис», при этом те же показатели по отношению к сероводороду и углекислому газу меняются на противоположные, и наименьшая газопроницаемость зафиксирована на трубах ООО «СКТ-Сервис», а наибольшая на трубе производства ООО «Татнефть-Пресскомпозит», результаты испытаний на газопроницаемость труб производства АО «ММКТ» демонстрируют средние значения и в метане и в смеси сероводорода с углекислым газом.

2. Важным результатом исследований является установленный факт, что на всех трех исследованных конструкциях ГПАТ проницаемость паров метанола при заданных условиях эксперимента **отсутствует**, а также все исследованные конструкции обладают стойкостью к абразивному износу.
Наилучшие результаты по стойкости ко всем исследованным модельным средам демонстрируют образцы труб связной конструкций армированной металлокордом производства АО «ММКТ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3. На втором месте следует разместить образцы труб несвязной конструкций армированной металлической лентой производства ООО «СКТ-Сервис» не смотря на отрицательный результат полученный при испытаниях на газопроницаемость к метану и возможные риски развития коррозионных процессов при транспортировки нефти содержащей агрессивные газы CO2 и H2S, по всем остальным показателям в том числе и стойкости к декомпрессии, данная конструкция демонстрирует хороший результат и может применятся для транспортировки всех исследуемых модельных сред, однако для транспортировки газовых сред необходимо решить вопрос обеспечения газогерметичности соединения «фитинг-труба» для исключения проникновения газа в межтрубное пространство.

4. Труба связной конструкций армированной стекловолокном производства ООО «Татнефть-Пресскомпозит» не смотря на лучший результат – минимальная газопроницаемость по отношению к метану, демонстрирует самую высокую проницаемость к сероводороду и углекислому газу, и при этом все испытания на стойкость к газовой декомпрессии завершились отрицательным результатом. Так же следует отметить, что данная конструкция демонстрирует наибольший разброс значений при испытаниях на разрушающее давление. Все это свидетельствует о том, что применение данной конструкции ГПАТ допустимо только на жидких транспортируемых средах, не содержащих попутный нефтяной газ и агрессивные газы типа CO_2 и H_2S, т. е данные трубы могут быть использованы для трубопроводов транспортировки воды, метанола и дегазированной нефти.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

Заместитель управляющего по научной деятельности
ООО «НИЦ «НЕМЕТАЛЛ»
Перов Кирилл Алексеевич
perov@nicnemetall.ru
Тел.: 8 960 818 23 81

Загляните на наш сайт!

Заходите в наш MAX канал!