ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
«САМАРА»

Выбор материалов покрытий для защиты внутренней и наружной поверхности металлических фитингов от коррозии.

Докладчик:
Директор по развитию, к.х.н.
Веревкин Александр

Проблемы соединительных элементов



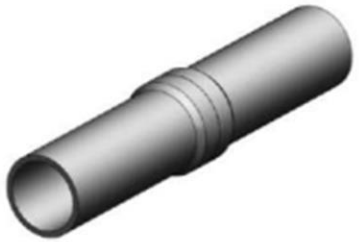


Основные способы антикоррозионной защиты трубопроводов:

1. Ингибирование;
2. ЭХЗ;
3. Выбор коррозионностойких материалов;
4. Защитные покрытия.

Способы соединений

Сварное соединение ПАТ



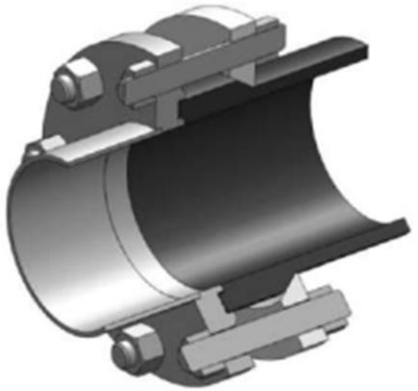
Неразъёмное соединение ПАТ со стальными трубами



Сварное соединение ПАТ усиленное муфтой с ЗНЭ



Фланцевое соединение ПАТ со стальными трубами

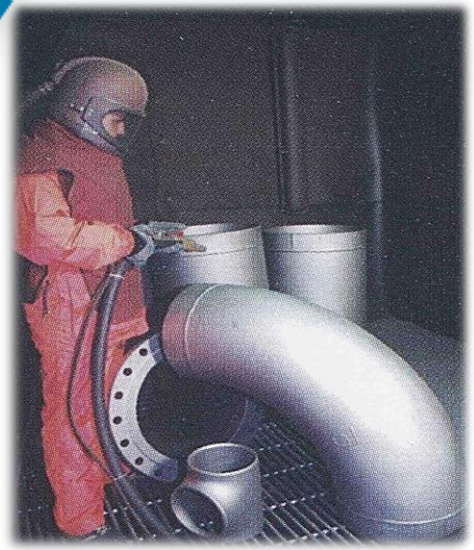


Фланцевое соединение ПАТ



Этапы нанесения покрытия

Абразивная очистка



Грунтовочная камера и краскораспылительное оборудование





Печь предварительного нагрева

Нагрев соединительных деталей в газовой (электрической) печи до температуры 190±5 °С перед нанесением эпоксидного покрытия.

Печь отверждения покрытия

Окончательная полимеризация двухслойного эпоксидного покрытия соединительных деталей в газовой печи проходного типа при температуре ~200-220±5 °С в течение 20-30 мин с последующим воздушным охлаждением.



- **Фланцы с внутренним полимерным покрытием** на основе эпоксидных порошковых красок П–ЭП-585, П–ЭП-585Т, двухкомпонентных эпоксидных составов в соответствии с ТУ 1468-001-92261406-2012, ГОСТ Р 58346-2019;
- **Фланцы с наружным полимерным покрытием** на основе эпоксидных порошковых красок П–ЭП-585, П–ЭП-585Т, термореактивных полиуретановых материалов в соответствии с ТУ 1468-001-92261406-2012, ГОСТ Р 51164-98, ГОСТ 9.602-2016.

Стандарты на наружные изоляционные покрытия

Основным стандартом на наружные покрытия является ***ГОСТ 51164-98*** «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии»

Так же в отрасли применяется ***ГОСТ 9.602*** Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

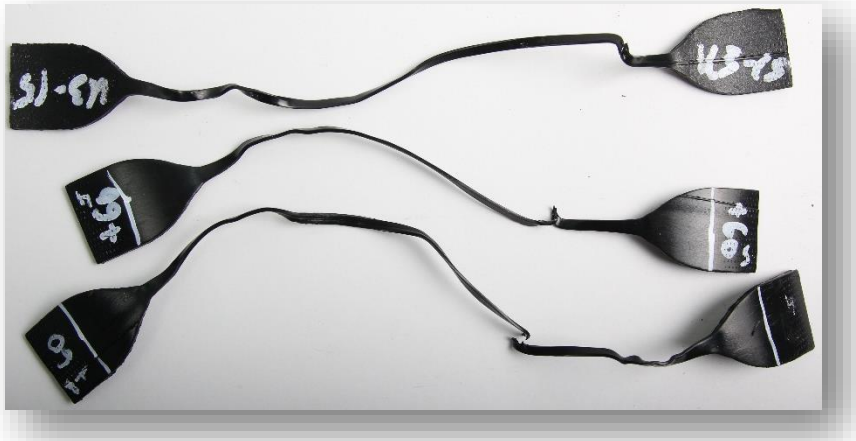
Практически не применим (в практике ООО «НПЦ «Самара» встречался единожды) ***ГОСТ 52568-2006*** ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ С ЗАЩИТНЫМИ НАРУЖНЫМ ПОКРЫТИЯМИ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ГОСТ 53384-2009 ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ И ЧУГУННЫЕ С ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ и ***ГОСТ 31445-2012*** Трубы стальные и чугунные с защитными покрытиями. Технические требования ***НЕ ПРИМЕНИМЫ*** и содержат противоречивые и не выполнимые требования. В ТК357 поднимался вопрос об отмене данных стандартов.

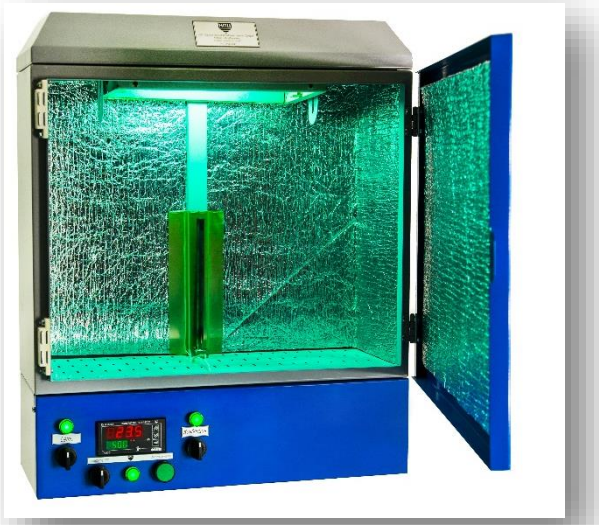
Определение прочности и относительного удлинения при разрыве.







Стойкость к воздействию УФ радиации в потоке 600 кВт·ч/м при температуре 323 К (50 °С)



Стойкость к растрескиванию при температуре 323 К (50 °С)



Выдержка в течение 1000 часов при температуре 100°С (термостарение)

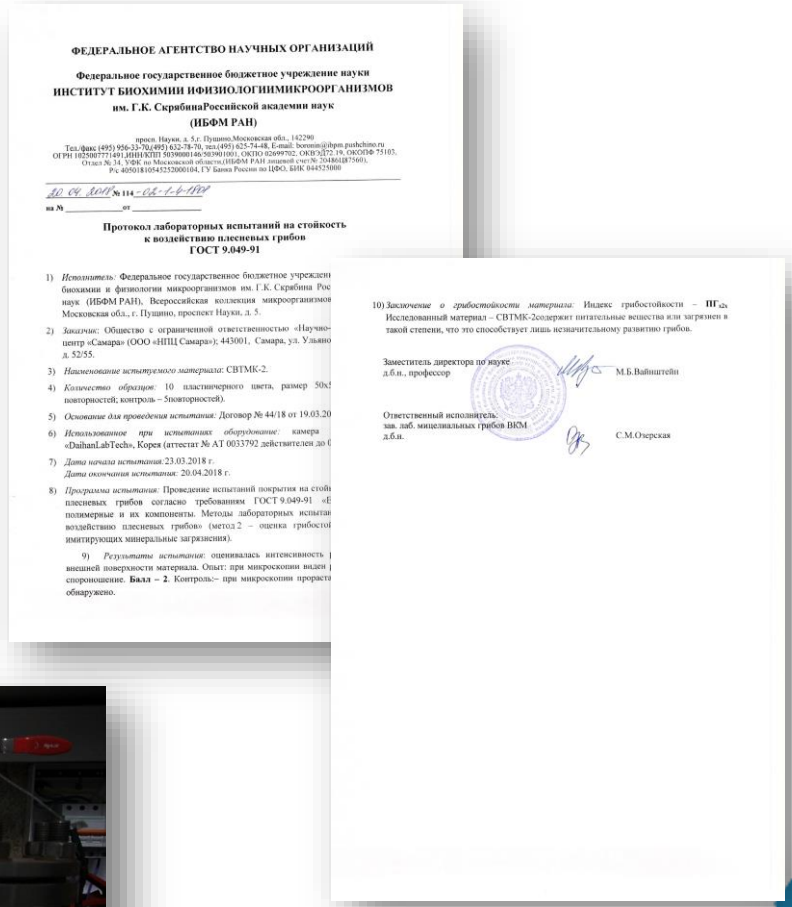


Водостойкость адгезии или адгезия к стали после выдержки в воде в течение 1000 ч





Грибостойкость



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ БИОХИМИИ ИФИЗИОЛОГИНИМИКРООРГАНИЗМОВ
им. Г.К. СкрябинаРоссийской академии наук
(ИБФМ РАН)

Протокол лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов ГОСТ 9.049-91

10) *Заключение о грибостойкости материала:* Индекс грибостойкости – ПГ$_{42ч}$ Исследованный материал – СВТМК-2содержит питательные вещества или загрязнен в такой степени, что это способствует лишь незначительному развитию грибов.

Заместитель директора по науке
д.б.н., профессор М.Б.Вайнштейн

Ответственный исполнитель
зав. лаб. мицелиальных грибов ВКМ
д.б.н. С.М.Озерская

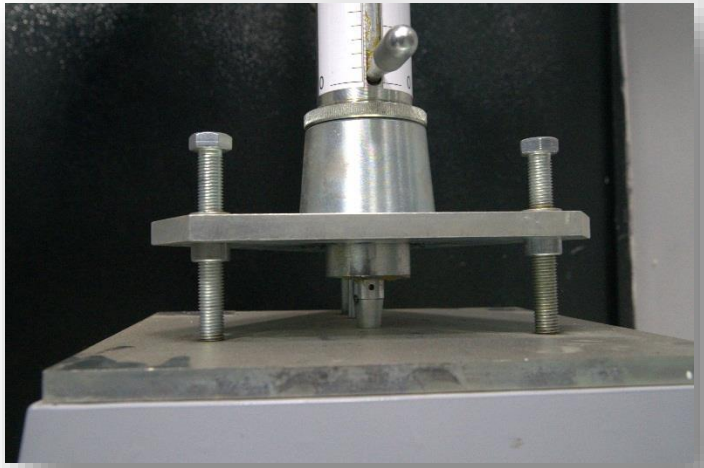
Адгезия к стали при разных температурах







Прочность при ударе при различных температурах









Площадь отслаивания покрытия при поляризации или катодное отслаивание

Переходное сопротивление покрытия в 3%-ном растворе NaCl при температуре 293 К (20 °С)

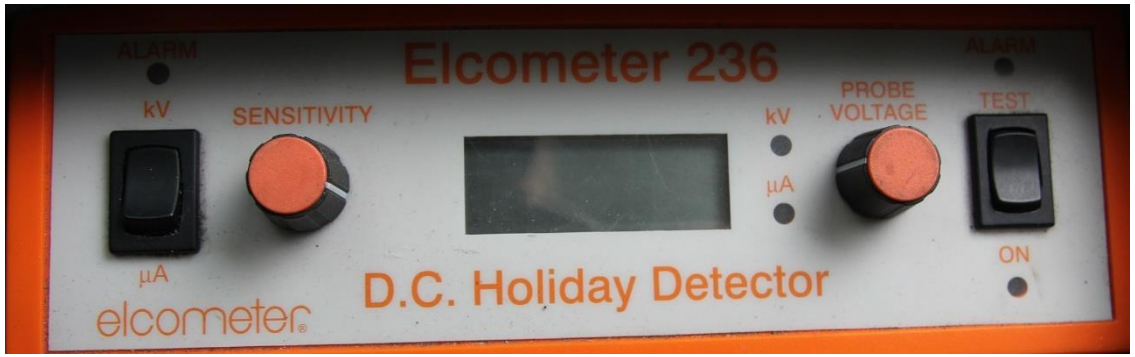




Сопротивление пенетрации (вдавливанию)



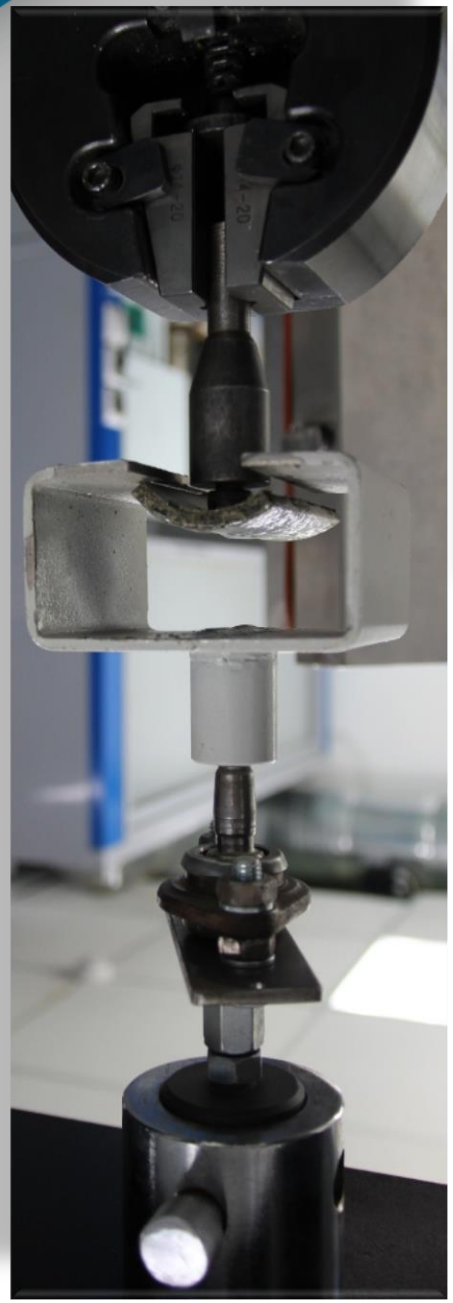
Диэлектрическая сплошность





**Данный метод является разрушающим методом контроля, т.е. в месте пробоя происходят необратимые превращения и требуется ремонт.*

Адгезия покрытия к стали (метод нормального отрыва)





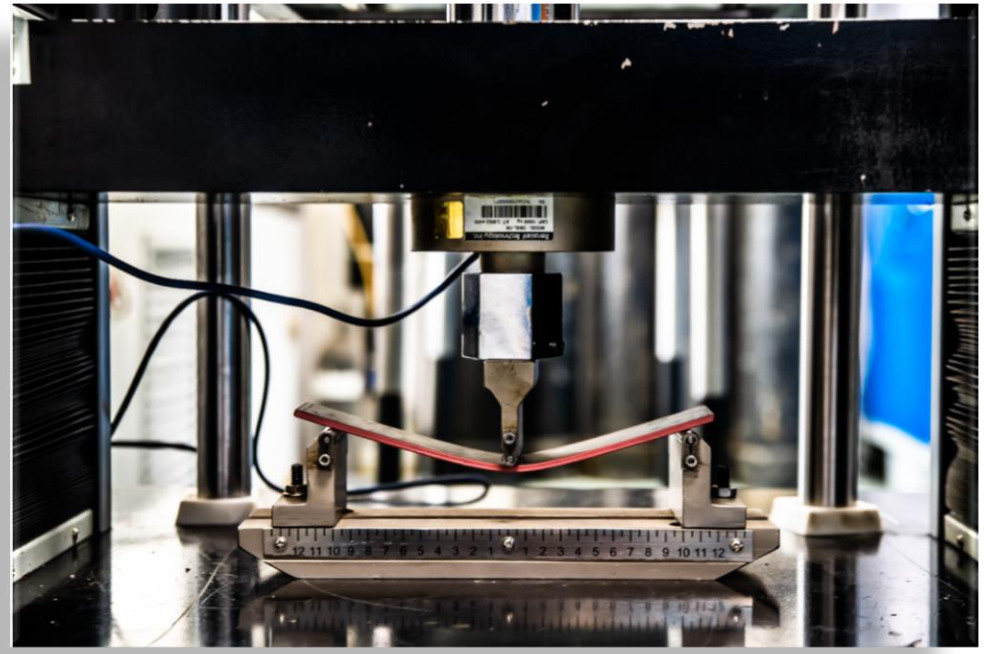


ГОСТ не допускает проведения испытаний на механических или гидравлических адгезиметрах. Допускается только разрывная машина!

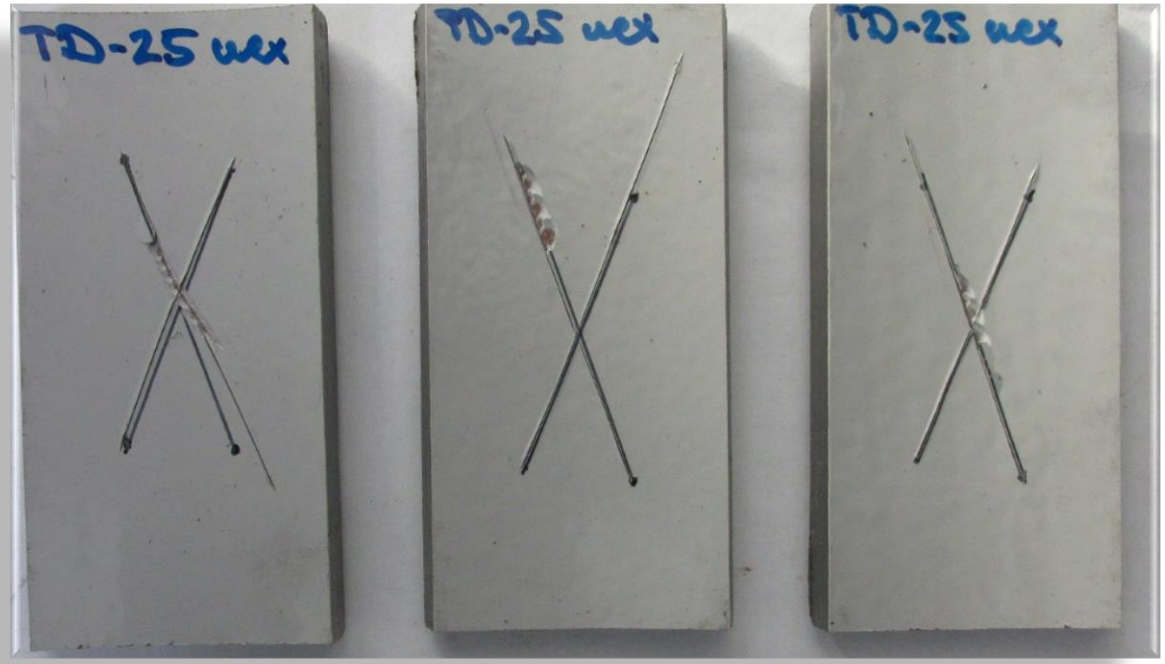
Даже при использовании клеев типа 3М DP460, DP490 на современных покрытиях преобладает характер отрыва «по клею». Для большинства экспозиций регламентировано снижение адгезии (30-50%), при этом при отрыве по клею сравнение не является корректным.

Решения данной проблемы пока нет.

Стойкость покрытия при изгибе



Адгезия покрытия к стали (метод Х-образного отрыва)



Прорезать покрытие толщиной более 300 мкм до металла крайне проблематично.

Твердость по Бухгольцу покрытия на основе жидкого ЛКМ



Потеря массы покрытия при истирании на абразиметре с абразивными кругами CS-17 при нагрузке 1000 г после 1000 циклов вращения



Испытательные среды и условия испытаний покрытий труб и соединительных деталей для нефтепромысловых трубопроводов и насосно-компрессорных труб

- Кислота соляная, раствор с массовой долей 10 %
- Натрия гидроокись, раствор с массовой долей 10 %
- Среда воздушная От минус (60 ± 3)°С до плюс (60 ± 3)°С 15 циклов

Более 95% применяемых антикоррозионных покрытий проходят данные испытания

Имитатор нефтепродуктов: смесь 50 % о-ксилола и 50 % толуола

Один из самых жестких методов испытания (при повышенной температуре является критичным и «непроходным»). Метод призван моделировать воздействия ароматических углеводородов в транспортируемом флюиде. Намного более жесткий, чем выдержка в сырой нефти.

Вода дистиллированная

Для покрытий намного более жесткое испытание по сравнению с выдержкой в 3% растворе NaCl или подтоварной воде.

Пар водяной при температуре 100 ± 3 °С

Позволяет смоделировать пропаривания трубопроводов. Даже если покрытие заявляется на 60°С или 80°С, его проверяют при температуре пара 100°С

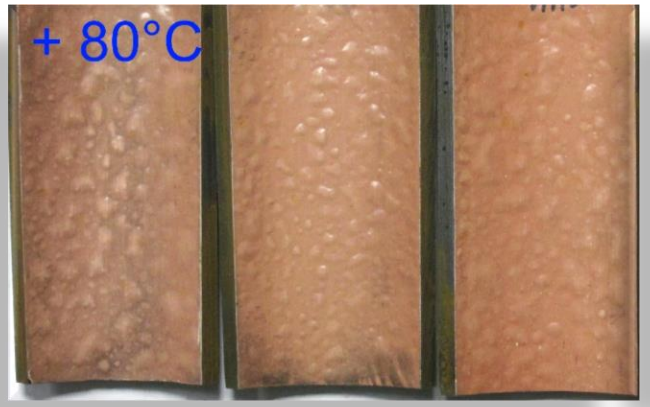
Распространенные методики определения стойкости к взрывной декомпрессии

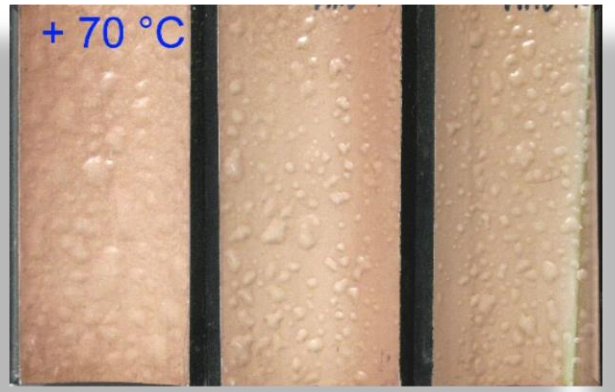
1. Методика, изложенная в ГОСТ Р 58346-2019 «Трубы и соединительные детали стальные для нефтяной промышленности. Покрытия защитные лакокрасочные внутренней поверхности. Общие технические условия»:
Выдержка в автоклаве при давлении (5,0±0,5)МПа в 5% р-ре NaCl при температуре (согласно рекомендациям производителя или требованиям Заказчика)°С в течение 24 ч, состав газовой фазы: CO_2 (5,0±0,5)МПа; сброс давления не более 5с.

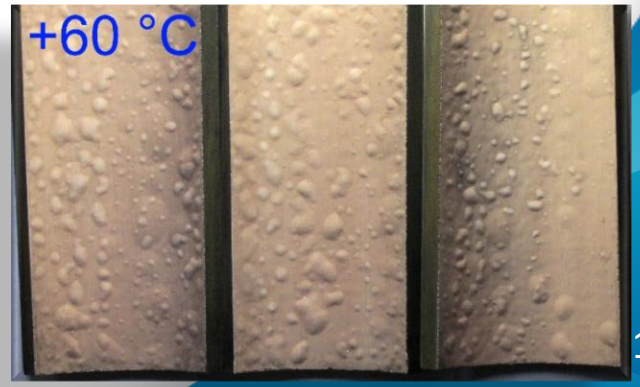
2. Методика, разработанная ВНИИСТ (изложена в ТТ «Сургутнефтегаз»). Выдержка в автоклаве при давлении (3,0±0,3)МПа в 5% р-ре NaCl при температуре (согласно рекомендациям производителя или требованиям Заказчика, ТТ Сургутнефтегаз регламентируют 90±3)°С в течение 24 ч, состав газовой фазы: 100% CO_2. Скорость сброса давления 2±0,3 МПа/с.

3. Методика ЕТТ (ЕДИНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ. ТРУБНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ, ТРУБНАЯ ПРОДУКЦИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ № П4-06 М-0111) Жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl газовая фаза: 5,0 МПа CO_2 Время проведения испытания 24 ч. Сброс давления не более 5 с.





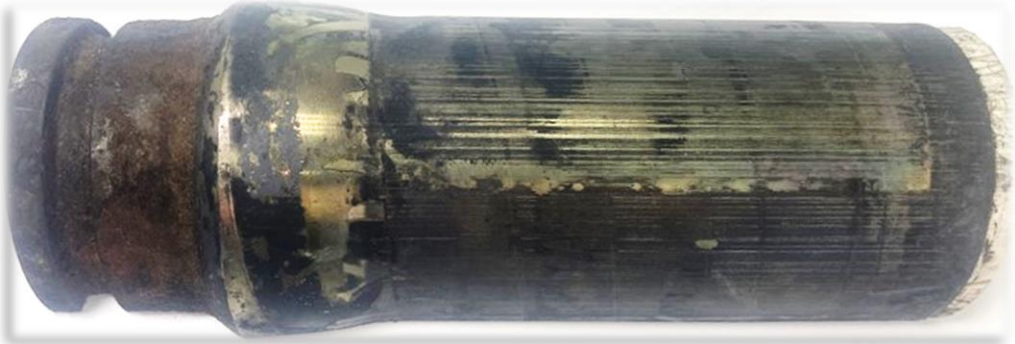




Способы защиты фитингов ГПАТ Baker Hughes

Концевые фитинги для композитных труб Baker Hughes выпускаются из следующих материалов, чтобы соответствовать требованиям к коррозионной стойкости для различных перекачиваемых по трубе жидкостей:

- углеродистая сталь с цинковым гальванопокрытием
- углеродистая сталь с наплавленным эпоксидным покрытием
- углеродистая сталь с покрытием из полифенилен-сульфида
- нержавеющая сталь 316
- дуплексная сталь 2205



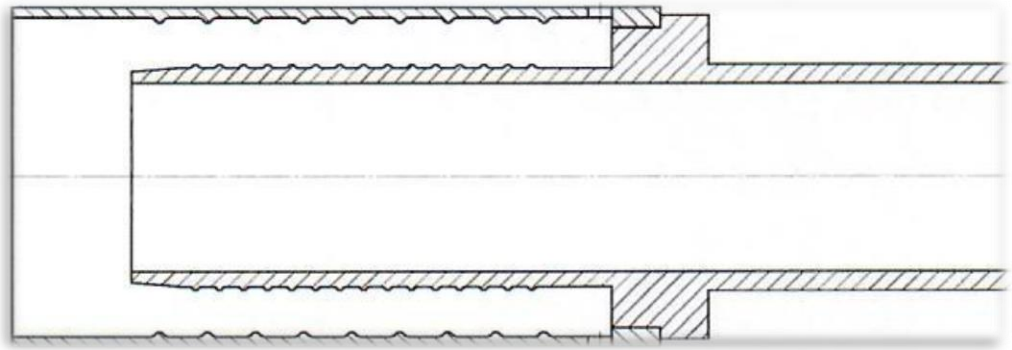






Способы защиты фитингов ГПАТ Полимак

Сердечник вставляется внутрь трубы, а втулка проходит по внешнему диаметру. После вставки трубы в фитинг, собранная конструкция проталкивается через обжимной штамп, который сжимает втулку до уровня пластической деформации и фиксирует концевой фитинг на композитной трубе. Фиксация обеспечивается за счет проточек на внешней стороне сердечника и внутренней стороне втулки.



Компрессионный фитинг композитной трубы «ГАРАНТ» представляет собой сварную конструкцию, состоящую из сердечника и втулки.







Способы защиты соединительных элементов стеклопластиковых труб Fiber Glass

Согласно **ТУ 2296-001-СТАР-2009 -**
Соединительные элементы труб должны быть защищены специальными колпачками или полиэтиленовыми пленками, или другим способом.





Способы соединения труб Мепос

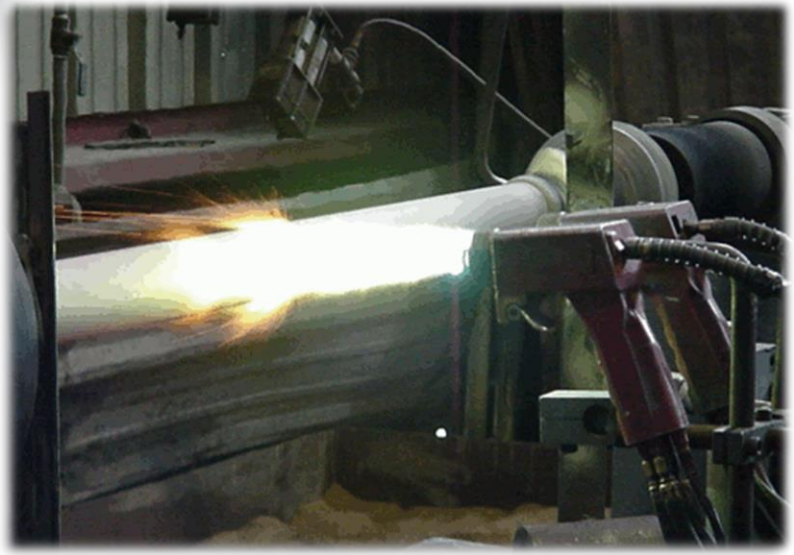


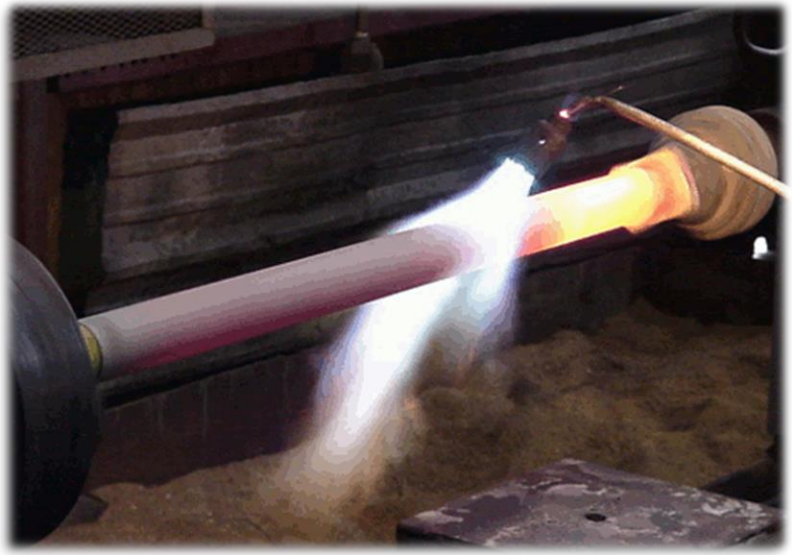


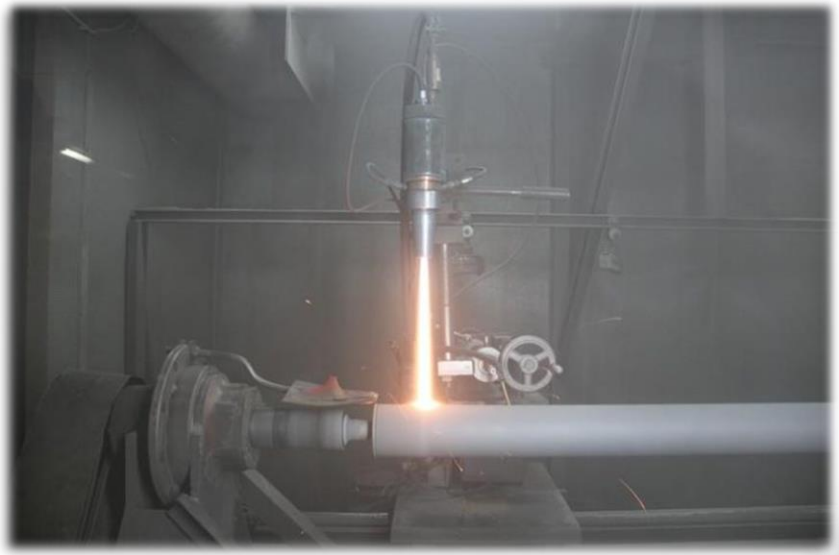


HVOF

Высокоскоростное (сверхзвуковое) газопламенное напыление (HVOF) металлических покрытий. Скорость истечения струи 1500-2000 м/сек, скорость напыляемых частиц 380-660 м/сек. Основными преимуществами метода высокоскоростного напыления частиц является низкое содержание оксида, нанесённое покрытие имеет сжатое состояние, в результате чего образуются очень сильные связи между частицами и достигается их наивысшая плотность.







Самофлюсованием называют самопроизвольное удаление оксидов с поверхности частиц покрытия при их оплавлении. Для этого оксиды должны иметь невысокую температуру плавления, небольшую плотность и высокую жидкотекучесть. Наиболее часто для этих целей применяют сплавы на никелевой основе системы NiCrBSi. Оксиды B2O3-Cr2O3-SiO2 образуют легкоплавкий шлак, всплывающий при оплавлении на поверхность в виде тонкого стекловидного налета. Выдержка при температуре оплавления 1050-1080 °C составляет 1-2 мин.