

Лекции по дисциплине “Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ”



Лекция 11. Ремонт объектов трубопроводного транспорта нефти и газа

Разработчик: доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института природных ресурсов
Шадрина Анастасия Викторовна

Основные понятия о ремонте объектов трубопроводного транспорта нефти и газа

Капитальный ремонт магистрального трубопровода - это комплекс технических мероприятий, направленных на полное или частичное восстановление линейной части эксплуатируемого нефтепровода до проектных характеристик с учётом требований действующих нормативных документов.

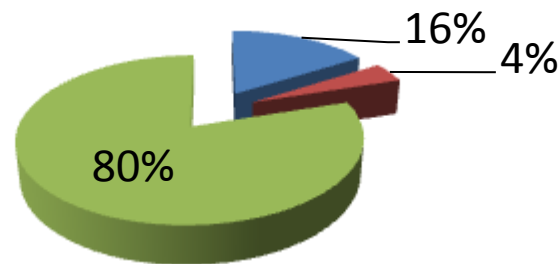
Текущий ремонт магистрального трубопровода представляет собой замену и (или) восстановление отдельных частей его оборудования; выполняется, как правило, совместно с техническим обслуживанием трубопровода.

Виды капитального ремонта:

- ✓ с заменой труб;
- ✓ с заменой изоляционного покрытия;
- ✓ выборочный ремонт.

Классификация дефектов трубопроводов

- Брак строительно-монтажных работ
- Механические повреждения
- Коррозия



Классификационный признак	Виды дефектов
технологическое происхождение (прокат)	<ul style="list-style-type: none"> Вмятина (не смешивать с вмятиной механического происхождения), отдельное местное углубление различной величины и формы, образовавшееся от вдавливания валками неудаленной окалины, металлической крошки или случайных ударов. Включение — загрязнение, металлическое или неметаллическое, различной величины и формы, отличающееся от основного металла микроструктурой, химическим составом и механическими свойствами и вызывающее нарушение сплошности поверхности. Окалина — окислы металла, расположенные по всей поверхности или на отдельных ее участках, образовавшиеся в процессе охлаждения нагретого металла. Трещина — узкий разрыв металла, проникающий вглубь, имеющий любое направление на поверхности изделия. Причинами появления трещин могут быть различные факторы (дефекты слитков или литых слябов, напряжения при охлаждении, термические напряжения и др.). Пузырь — вздутие различной формы на поверхности изделий. Раскаты — тонкое прямолинейное нарушение сплошности поверхности, образовавшееся из наружного или подкоркового пузыря. Плена — отслаивание металла различной толщины и размера, чаще всего языкообразной формы, вытянутое в направлении прокатки и соединенное с основным металлом одной стороной. Нижняя поверхность плены и образованное углубление окислены. Расслоение — несплошности в слоях внутри проката. Поверхность металла в расслоении окислена. Закат — расслоение, выходящее на поверхность листа. Вкат — единичное включение в металл трубы. Размер включения соизмерим с наименьшим размером проката. Сегрегация — скопление неметаллических включений в определенных слоях проката. Царапины — механическое повреждение поверхности произвольно направленное, образовавшееся при складировании и транспортировании труб. Риска — предельная канавка, образовавшаяся от царапанья поверхности металла наварками и другими выступами на прокатном инструменте. Подрез — продольный порез металла буртами валков при одностороннем перекрытии калибра, располагающийся по всей длине на отдельных участках поверхности
механическое происхождение	<ul style="list-style-type: none"> Царапины на внешней поверхности трубы без зазубрин. Задиры — то же, но с зазубринами. Забойны — повреждения с острыми краями от удара. Вмятины — то же, что и забойны, но без острых краев. Эрозионные повреждения внутренней поверхности трубопровода. Лыска на внешней поверхности трубы — равномерное на большой площади утонение стенки трубы
коррозионное происхождение	<ul style="list-style-type: none"> Сплошная коррозия — коррозия, охватывающая обширную по площади поверхность металла трубы. Равномерная сплошная коррозия протекает с одинаковой скоростью по поверхности подвергнутой коррозии, а неравномерная — с неодинаковой скоростью на различных участках коррелирующего металла. Местная коррозия — коррозия, охватывающая отдельные участки поверхности металла. Местная коррозия в виде отдельных точечных поражений — точечная коррозия. Местная коррозия в виде отдельных пятен — коррозия пятнами. Местное коррозионное повреждение, имеющее вид отдельной раковины. Линейная коррозия — коррозионные язвы, расположенные по одной линии на малом расстоянии (порядка нескольких диаметров раковины) друг от друга. Межкристаллическая коррозия — коррозия, распространяющаяся по границам кристаллов (зерен) металла

Классификация дефектов трубопровода

Дефект магистрального трубопровода – это отклонение геометрического параметра трубы, сварного шва, качества материала трубы, не соответствующее требованиям действующих нормативных документов, возникающее при изготовлении трубы, строительстве или эксплуатации трубо-провода, а также недопустимые конструктивные элементы и соединительные детали, установленные на магистральные трубопроводы и обнаруживаемые внутритрубойной диагностикой, визуальным или приборным контролем.

Классификация дефектов трубопровода

✓ **дефекты геометрии трубы** (связаны с изменением ее фор-мы):

вмятина — локальное уменьшение проходного сечения трубы в результате механического воздействия, при котором не происходит излома оси трубопровода;

гофр — чередующиеся поперечные выпуклости и вогнуто-сти стенки трубы, приводящие к излому оси и уменьшению проходного сечения нефтепровода;

овальность — дефект, при котором сечение трубы имеет отклонение от цилиндрической формы, а наибольший и наи-меньший диаметры находятся во взаимно перпендикулярных направлениях;

✓ **дефекты стенки трубы:**

потеря металла — изменение номинальной толщины стенки трубы, характеризующееся локальным утонением в результате механического или коррозионного повреждения или обусловленное технологией изготовления;

риска (царапина, задир) — потеря металла, происшедшая в результате взаимодействия стенки трубы с твердым телом при взаимном перемещении;

расслоение — несплошность металла стенки трубы; расслоение с выходом на поверхность (закат, плена про-катная) — расслоение, выходящее на внешнюю или внутрен-нюю поверхность трубы;

расслоение в околошовной зоне — расслоение, примыкаю-щее к сварному шву;

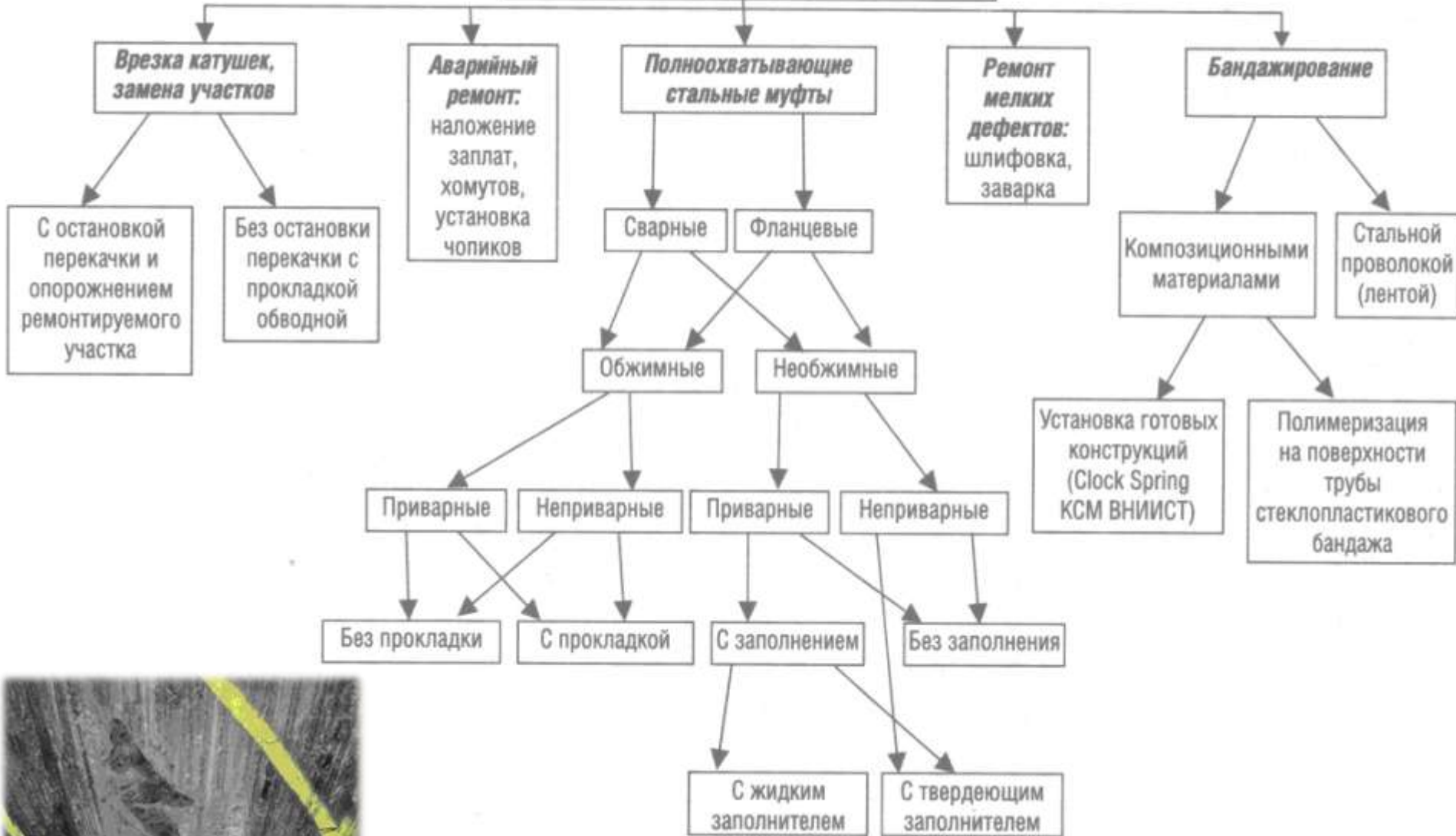
трещина — дефект в виде узкого разрыва металла стенки трубы;

Классификация дефектов трубопровода

- ✓ **дефекты сварного шва** (дефекты непосредственно в сварном шве или в околошовной зоне: трещины, непровары, несплавления, поры, шлаковые включения, подрезы, превышения проплава и др.);
- ✓ **комбинированные дефекты** (различные ком-бинации из дефектов, приведенных выше);
- ✓ **недопустимые конструктивные элементы** (это элементы или соединительные детали, не соответствующие требовани-ям действующих нормативно-технических документов: тройники, плоские заглушки и днища, сварные секторные отводы, переходники, вварные и наклад-ные заплаты всех видов и размеров).

Основные методы ремонта дефектов трубопроводов

Методы ремонта дефектов трубопроводов



Характеристика основных методов ремонта дефектов трубопроводов

Ремонт шлифовкой

- ✓ используется при коррозионных дефектах, рисках, расслоениях с выходом на поверхность, при мелких трещинах;
- ✓ максимальная глубина зашлифованного участка должна быть не более 20 % номинальной толщины стенки;
- ✓ зашлифованный участок должен подвергаться визуальному, магнитопорошковому контролю или контролю методом цветной дефектоскопии.

Ремонт заваркой

- ✓ применяется для ремонта дефектов типа «потеря металла» (коррозионные язвы, риски) с остаточной толщиной стенки не менее 5 мм;
- ✓ максимальный линейный размер дефекта не должен превышать трех номинальных толщин стенки трубы;
- ✓ заварку разрешается проводить только на полностью заполненном нефтепроводе;
- ✓ максимальное допустимое давление в трубе при заварке должно определяться из условий:

$$P_{\text{зав}} \leq 0,4 t_{\text{ост}} \text{ МПа при } t_{\text{ост}} \leq 8,75 \text{ мм};$$

$$P_{\text{зав}} \leq 3,5 t_{\text{ост}} \text{ МПа при } t_{\text{ост}} \geq 8,75 \text{ мм},$$

где $t_{\text{ост}}$ – остаточная толщина стенки на месте заварки, мм; коэффициент 0,4 имеет размерность МПа/мм.

- ✓ выполняется ручной электродуговой сваркой;
- ✓ количество наплавочных слоев (без учёта контурного шва) – не менее трёх.

Характеристика основных методов ремонта дефектов трубопроводов

Установка ремонтных конструкций



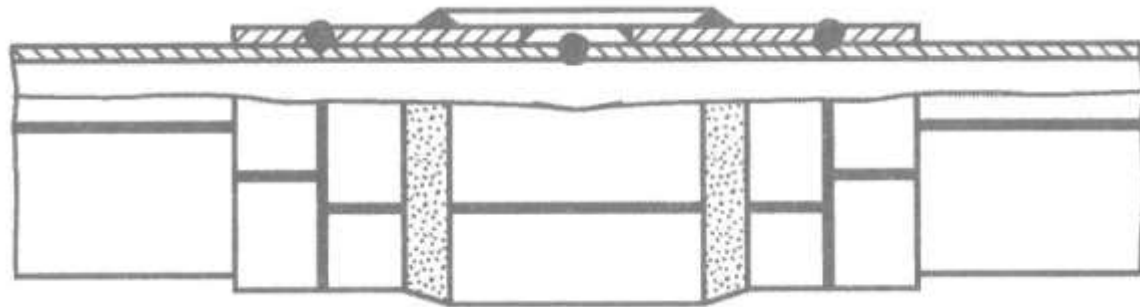
Для постоянного ремонта:

- ✓ композитная муфта; обжимная приварная муфта;
- ✓ несколько типов галтельных муфт;
- ✓ приварной патрубков с эллиптическим днищем

Для временного ремонта:

- ✓ при-варная необжимная муфта;
- ✓ приварная муфта с коническими переходами

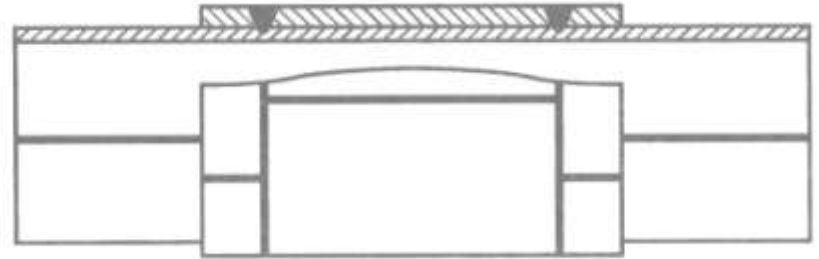
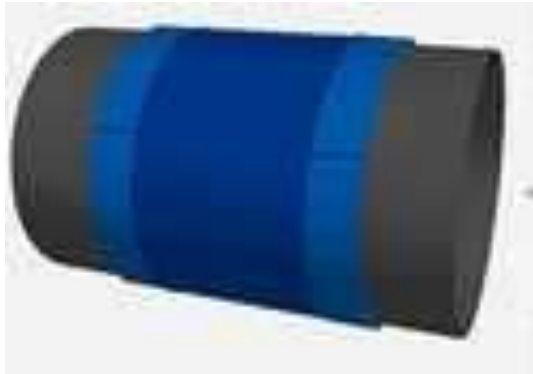
Ремонтные конструкции для постоянного ремонта



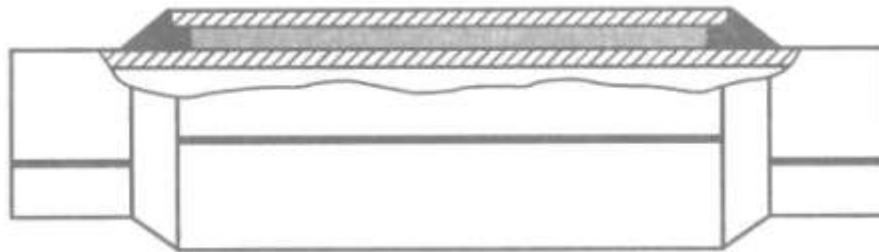
галтельная муфта (состоит из двух полуобечеек, имеющих полость (галтель) с заполнением антикоррозионной жидкостью)

Характеристика основных методов ремонта дефектов трубопроводов

Установка ремонтных конструкций



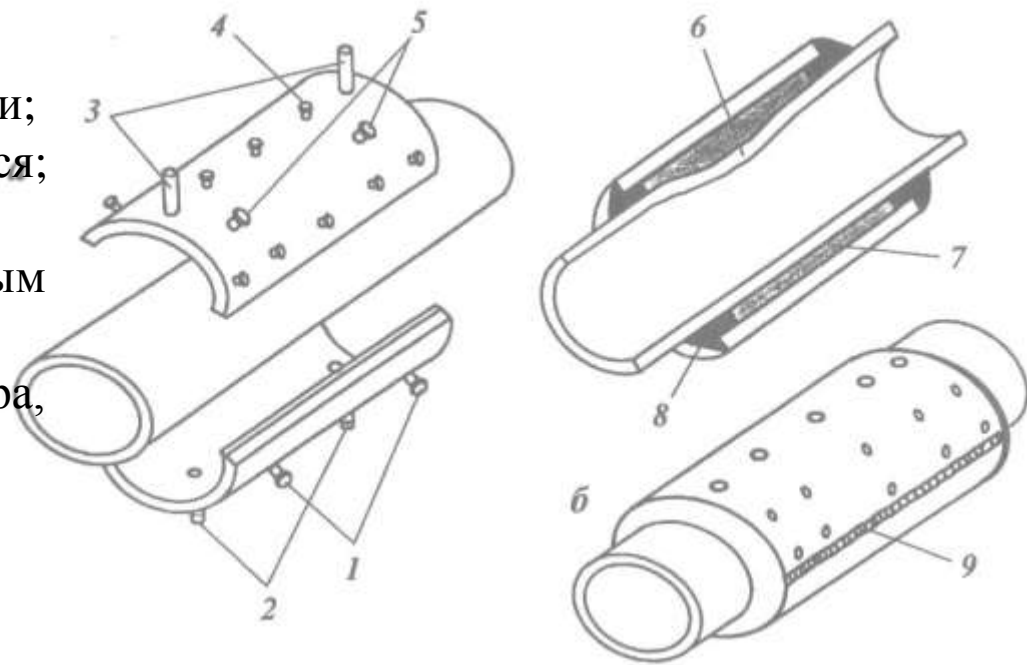
Обжимная приварная муфта с технологическими кольцами: применяется при ремонте несквозных дефектов стенки нефтепровода, дефектов сварного шва, стенки трубопровода, коррозионных дефектов.



Композитная муфта (устанавливаемая по технологии КМТ)

Технология установки композитной муфты

- ✓ муфта монтируется из двух свариваемых между собой полумуфт;
- ✓ между муфтой и трубой остается кольцевой зазор от 6 до 40 мм, регулируемый установочными болтами;
- ✓ края кольцевого зазора герметизируются;
- ✓ установочные болты выворачиваются;
- ✓ уровень заполнения муфты композитным составом определяется через контрольные отверстия малого диаметра, в которые наживлены болты.
- ✓ все выступающие из муфты детали обрезаются заподлицо с наружной поверхностью муфты.



а) – конструкция композитной муфты КМТ

б) – отремонтированный участок трубы, готовый к повторной изоляции:

1, 5 - установочные болты; **2, 3** - вводные и выходные патрубки соответственно; **4** - контрольные болты; **6** - отремонтированное повреждение; **7** - композитный состав; **8** - герметик; **9** - продольный сварной шов, с помощью которого муфта собирается на месте из двух полумуфт

Установка композитной муфты



Технологические схемы ремонта трубопроводов с заменой изоляции

- ✓ в траншее без подъема трубопровода с подкопом и поддержкой ремонтируемого участка;
- ✓ в траншее с подъемом ремонтируемого участка трубопровода трубоукладчиками на высоту, позволяющую пропустить по поднятому участку очистные и изоляционные машины без подкопа под трубопроводом;
- ✓ на бровке (берме) траншеи с подъемом его на высоту, необходимую для пропуска очистной машины, машины подготовки изолируемой поверхности и изоляционной машины с раздельным или совмещенным способом укладки переизолированного трубопровода в



Характеристика основных методов ремонта дефектов трубопроводов

Методы аварийного ремонта

Методы аварийного ремонта неф-тепроводов (наложение заплат, хомутов, прижимных устройств, за-бивка чопиков) могут рассматриваться только как экстренные, времен-ные методы для ликвидации аварийных ситуаций.

Бандажирование с помощью намоточных конструкций

Сущест-вует несколько способов ремонта труб намоткой с предварительным натягом: намотка стальной проволоки или ленты; намотка стекловолоконистых материалов с пропиткой их связующей композицией; на-мотка лент из композиционных материалов.

Ремонт резервуара

**принудительная
вентиляция**

**дегазация инертными
газами**

**Методы
дегазации
резервуаров**

заполнение водой

применение ПАВ

**заполнение воздушно-
механической пеной**



Ремонт резервуара

Основные дефекты и повреждения

- ✓ трещины в окрайках (окраинной части) днища по сварным соединениям и основному металлу (иногда трещины с окраек переходят на основной металл первого пояса стенки);
- ✓ выпучины, вмятины и складки на днище;
- ✓ трещины в поясах стенки по сварным соединениям и основному металлу (в основном в нижних поясах). Трещины образуются также в основном металле вблизи люков-лазов, патрубков и штуцеров присоединения, трубопроводов и резервуарного оборудования и т.д.;
- ✓ непровары;
- ✓ изменения геометрической формы верхних поясов стенки резервуара (местные выпучины, вмятины, горизонтальные гофры) и кровли резервуара повышенного давления;
- ✓ коррозионные повреждения днища, стенки, понтона и кровли резервуара;
- ✓ отрыв центральной стойки от днища резервуара;
- ✓ отрыв от стенки резервуара опорных столиков кронштейнов понтона;
- ✓ деформация днища по периметру резервуара;
- ✓ значительные равномерные и неравномерные осадки (просадки) основания и др.

Ремонт резервуара

Причины дефектов и повреждений

- ✓ амортизационный износ конструкций;
- ✓ хрупкость металла при низких температурах;
- ✓ наличие дефектов в сварных соединениях (непро-вары и пр.), являющихся концентраторами напряжений;
- ✓ скопление большого числа сварных швов в отдельных узлах резервуара;
- ✓ нарушение технологии монтажа и сварки;
- ✓ неравномерные осадки (просадки) песчаных оснований;
- ✓ коррозия металла, возникающая вследствие хранения в резервуарах сернистой нефти или нефтепродуктов с повышенным содержанием серы;
- ✓ нарушение правил технической эксплуатации резервуаров из-за превышения уровня наполнения, избыточного давления или недопустимого вакуума резервуара, а также частичной вибрации стенки при закачке нефтепродуктов.

Ремонт резервуара

Устранение дефектов резервуара без применения сварочных работ

Применяемое решение: **эпоксидный клей**

Рекомендуемый состав эпоксидного клея (весовые части)

эпоксидная смола ЭЛ-16	100
пластификатор (дибутилфталат)	18...20
отвердитель (полиэтиленполиамин)	12...15
наполнитель (алюминиевая пудра)	30...40

Технология нанесения эпоксидного клея

- ✓ очистка участка дефекта с перекрытием на 40...80 мм в каждую сторону металлической щёткой, напильником и наждачной бумагой;
- ✓ обработка бензином;
- ✓ обезжиривание ацетоном;
- ✓ нанесение слоя клея, накладка армирующий материал (стеклоткань, бязь и т.д.), нанесение слоя клея (армирующих слоёв наносят не менее двух с перекрытием нижнего слоя верхним на 20...30 мм;
- ✓ нанесение лакокрасочного покрытия;
- ✓ уплотнение каждого слоя металлическим роликом для удаления воздуха;
- ✓ по окончании работ отремонтированный участок выдерживают при температуре 15...25 С в течении 48 ч.

Ликвидация аварий на подводных переходах

Основные виды аварийных дефектов на подводных переходах магистральных трубопроводов

свищи, трещины в сварных швах, разрывы, пробойны

Применяемые методы ремонта

- ✓ прокладкой новой нитки подводного перехода;
- ✓ ремонтом с применением кессоннов.

Универсальная подводная камера (кессон) предназначена для устранения повреждений подводных переходов нефтепроводов в сухих условиях под нормальным давлением с применением тех же методов ремонта, что и на поверхности. Данная камера позволяющая производить ремонт дефектных участков труб различными способами (установка приварных муфт, установка композитных муфт, врезка катушек, шлифовка, сварка и т.п.), ремонт изоляции магистрального газопровода и другие работы сухим способом на трубах диаметром до 1420 мм. Рабочая глубина – до 30 м.

Установка подводной камеры (кессона) при ремонте магистрального газонефтепровода



**Ремонт нефтепровода в кессоне
по композитно-муфтовой
технологии на р. Ухта**