



Основные требования нормативных документов ПАО «Газпром» по сварке при ремонте промышленных и магистральных газопроводов

Объектно-ориентированная консультация специалистов сварочного производства (уровни I-IV) в соответствии с СТО Газпром 15-1.2-003-2023 «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений».

Технологии сварки при ремонте промышленных и магистральных



СТО Газпром 15-1.2-003-2023

СТО Газпром 15-1.2-003-2023 «Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Технологии сварки при ремонте промысловых и магистральных трубопроводов»

Область применения: Стандарт распространяется на ремонт дефектов основного металла труб и сварных соединений труб промысловых и магистральных трубопроводов и ответвлений от них, а также других трубопроводов, входящих в их состав.

Стандарт устанавливает: требования к ремонтпригодности дефектов труб и сварных соединений трубопроводов, проведению работ подготовительных и сварочных, к применяемым при ремонте технологиям и режимам сварки, наплавки, заварки, требования к сварным соединениям, наплавкам, заваркам, к основному сварочному и вспомогательному оборудованию, сварочным материалам, контролю качества сварных соединений, наплавки, заварки при проведении ремонта дефектов труб и сварных соединений на трубопроводах, расположенных на территории Российской Федерации, Республики Беларусь, Республики Армения, Республики Кыргызстан. Стандарт предназначен для применения при выполнении текущего и выборочного ремонта, проведении ремонтных работ, при ликвидации инцидентов и аварий на трубопроводах.

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений
ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ
ПРИ РЕМОНТЕ ПРОМЫСЛОВЫХ И МАГИСТРАЛЬНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ

СТО Газпром 15-1.2-003-2023

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт природных газов
газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ»

Санкт-Петербург 2023



СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины, определения, обозначения и сокращения
- 4 Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки
- 5 Требования к сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию
- 6 Требования к технологиям сварки, наплавки, заварки
- 7 Требования к сварным соединениям, наплавкам, заваркам
 - 7.1 Требования к сварным соединениям
 - 7.2 Требования к наплавкам
 - 7.3 Требования к заваркам
- 8 Подготовительные работы
 - 8.1 Общие требования
 - 8.2 Разделительная резка труб в трассовых условиях
 - 8.3 Вырезка технологических отверстий
 - 8.4 Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)
 - 8.5 Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой
 - 8.6 Предварительный и сопутствующий подогрев
- 9 Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки
 - 9.1 Общие требования

- 9.2 Ремонт дефектов труб и сварных соединений методом варки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек)
- 9.3 Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500
- 9.4 Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений
- 9.5 Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов коррозионного растрескивания под напряжением
- 9.6 Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений
- 9.7 Ремонт заваркой трещин сварных соединений
- 9.8 Ремонт заваркой сварных соединений с применением трубоотрезных машин типа самоходная фреза
- 9.9 Ремонт заваркой сварных соединений с применением навесных (разъемных) токарных трубообрабатывающих станков орбитального (охватывающего) типа
- 9.10 Ремонт заваркой сварных соединений с применением воздушно-плазменной строжки
- 9.11 Ремонт заваркой сварных соединений, выполненных автоматической контактной стыковой сваркой оплавлением
- 9.12 Ремонт дефектов труб и сварных соединений приваркой патрубков



СТО Газпром 15-1.1-002-2023

СОДЕРЖАНИЕ (продолжение)

9.13 Ремонт тройниковых соединений (прямых врезок) с дефектами угловых сварных швов приваркой патрубков большего диаметра

9.14 Ремонт дефектов труб и сварных соединений вваркой заплат

9.15 Ремонт дефектов труб и сварных соединений стальными сварными муфтами

9.16 Ремонт кольцевых стыковых соединений колец переходных с трубопроводной арматурой

10 Технологии и режимы сварки при ремонте дефектов труб и сварных соединений

10.1 Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия

10.2 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

10.3 Механизированная импульсно-дуговая сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе

10.4 Механизированная сварка порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях

10.5 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой

10.6 Механизированная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой

10.7 Автоматическая сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе

10.8 Автоматическая сварка порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях

10.9 Автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой

10.10 Автоматическая сварка проволокой сплошного сечения в среде инертных газов и смесях

10.11 Сварка выводов электрохимической защиты

11 Ремонт дефектов труб и сварных соединений на трубопроводах, транспортирующих сероводородсодержащие среды

11.1 Общие положения

11.2 Требования к сварным соединениям

11.3 Требования к технологиям сварки

12 Герметизация технологических отверстий

13 Ремонт камер приема и запуска внутритрубных устройств

14 Требования к организации и выполнению ремонта дефектов труб и сварных соединений на действующем трубопроводе

15 Требования к термической обработке сварных соединений, наплавов, заварок

Неразрушающий контроль сварных соединений, наплавов, заварок

Приложение А (обязательное) Виды и методика проведения механических испытаний при проверке готовности

организации к применению технологии ремонта сваркой

Приложение Б (рекомендуемое) Формы типовых операционных технологических карт ремонта сваркой

Приложение В (обязательное) Форма акта на ремонт сваркой (наплавкой, заваркой) дефектов труб и сварных соединений



СОДЕРЖАНИЕ (окончание)

Приложение Г (рекомендуемое) Форма паспорта на стальную сварную муфту

Приложение Д (справочное) Пример определения степени дефектности трубопровода при проведении работ по установке муфты

Приложение Е (справочное) Экспресс-оценка свариваемости металла труб трубопровода, транспортирующих сероводородсодержащие среды

Приложение Ж (справочное) Пример определения допустимого (расчетного) рабочего давления при ремонте трубопроводов, находящихся под давлением

Приложение И (справочное) Форма допускового листа сварщика, сварщика-оператора дуговой наплавки
Библиография



Ликвидация технологического разрыва на газопроводе



Термины и определения

Вмятина: Нарушение формы сечения трубы в виде местного плавного изменения формы поверхности, образующегося при действии на наружную поверхность трубопровода сосредоточенной или распределенной поперечной нагрузки.

Выборка: Специальная разделка участка с поверхностными, внутренними или сквозными дефектами металла труб и сварных швов, выполняемая способами, предусмотренными нормативными документами ПАО «Газпром», с заданной конфигурацией.

Гофр: Нарушение формы трубы в виде волнообразной складки сечения стенки при изгибе трубопровода, возникшей в результате потери местной устойчивости в сжатой зоне с развитием чрезмерных пластических деформаций.

Дефекты коррозионного растрескивания под напряжением: Дефекты металла трубы в виде трещин, развивающихся при одновременном воздействии коррозионной среды и внешних или внутренних растягивающих напряжений (коррозионное растрескивание под напряжением).

Дефектный участок (область): Область трубы или сварного соединения, содержащая один или несколько дефектов, в границах предполагаемой разделки кромок (выборки) для ремонта сваркой (наплавкой, заваркой), вваркой заплат, приваркой патрубков, стальными сварными муфтами.

Забойна: Дефект поверхности, появляющийся в результате динамического взаимодействия поверхности труб с твердым телом, имеющим острые края, без касательного по отношению к поверхности стенки трубы перемещения и заметного остаточного местного изгиба тела трубы.

Заварка: Восстановленный (отремонтированный) локальный участок сварного соединения с применением технологии сварки.

Заплата: Элемент трубы овальной или круглой формы, предназначенный для герметизации технологических отверстий или ремонта дефектов основного металла трубы путем сварки встык.

Идентификация трубы или соединительной детали: Процедура установления соответствия трубы или соединительной детали имеющемуся на нее документу качества.



Термины и определения

Контурный шов: Замыкающий облицовочный шов при ремонте сваркой (наплавкой) участка с поверхностными дефектами металла, выполняемый с колебаниями нормально (перпендикулярно) к граничной линии выборки.

Коррозионный дефект: Дефект в виде сплошной или местной коррозии, вызванный воздействием среды на поверхность металла.

Магнитное дутье: Отклонение сварочной дуги под воздействием внешних магнитных полей.

Намагниченность: Характеристика магнитного поля труб или соединений труб в конкретный момент времени, зависящая от напряженности магнитного поля внешних источников и типоразмера труб.

Наплавка: Восстановленный локальный участок основного металла труб с применением технологий сварки.

Напряженность магнитного поля (величина магнитного поля): Силовая характеристика магнитного поля внешних источников.

Несквозные поверхностные единичные дефекты: Отдельно расположенные одиночные дефекты, расстояние между которыми не менее 300 мм при максимальном размере дефекта до 50 мм включительно, не менее 500 мм при максимальном размере дефекта свыше 50 до 80 мм.

Овальная форма выборки: Выборка, имеющая на наружной поверхности трубы овальную форму с прямолинейными и криволинейными границами, большая ось и прямолинейные границы которой должны быть расположены вдоль оси трубы.

Освидетельствование трубы, соединительной детали или трубопроводной арматуры: Процедура установления соответствия трубы, соединительной детали или трубопроводной арматуры требованиям нормативных документов при отсутствии на них документов качества.

Поверхностные дефекты: Дефекты, характеризующиеся локальным нарушением целостности металла, расположенные на внешней или внутренней поверхности трубы, сварных швов.



Термины и определения

Прямая вставка (катушка): Отрезок трубы, предназначенный для соединения двух участков трубопровода.

Прямолинейная форма выборки: Выборка вдоль оси трубы, имеющая на наружной поверхности трубы прямолинейную форму с параллельными границами и округленными углами.

Ремонтопригодность трубопровода: Технические характеристики трубопровода, определяющие его надежность и приспособленность к проведению работ по его техническому обслуживанию и ремонту.

Сплошная коррозия: Коррозия, охватывающая всю поверхность металла.

Технология сварки, наплавки, заварки: Последовательность технологических операций для выполнения сварного соединения, наплавки, заварки, включая операции подготовки и выполнения сварного соединения, наплавки, заварки, указания параметров режимов сварки, наплавки, заварки, технику выполнения, применяемое сварочное и вспомогательное оборудование и сварочные материалы.

Основные сокращения:

АВП – аварийно-восстановительный поезд;

ВГУ – временные герметизирующие устройства;

ВТУ – внутритрубное устройство;

ДЭО – дочернее эксплуатирующее общество ПАО «Газпром»;

ЗТВ – зона термического влияния;

ИМП – индикатор магнитного поля;

КРН – коррозионное растрескивание под напряжением;

ЛЭС – линейно-эксплуатационная служба;

СДТ – соединительная деталь трубопровода;

ТВЧ – контактная сварка токами высокой частоты;

ТПА – трубопроводная арматура.



Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки

Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки

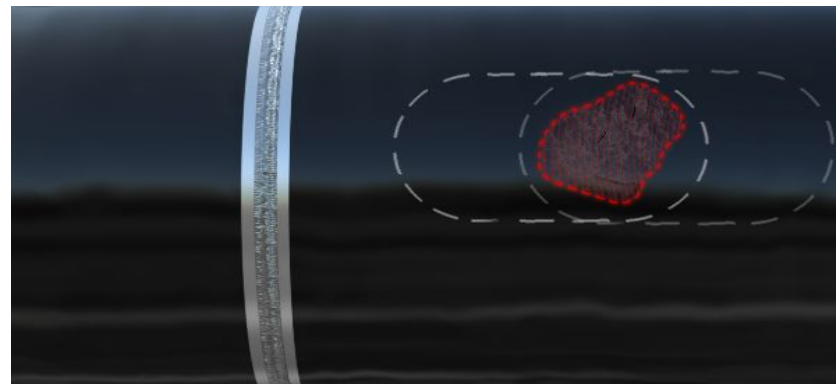
Ремонт дефектов труб и сварных соединений относится к текущему, выборочному ремонту, ремонтным работам при ликвидации отказов и аварий на трубопроводах. Ремонт дефектов основного металла труб, кольцевых стыковых и заводских сварных соединений выполняют:

а) **методом вварки труб**, трубных плетей, прямых вставок (катушек) – ремонт дефектов основного металла и сварных соединений всех типов труб;

б) **наплавкой** – ремонт дефектов труб (бесшовных, прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами, прямошовных, изготовленных с применением токов высокой частоты (ТВЧ) и сварных соединений, ремонт дефектов коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) труб (прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами) и сварных соединений;



Вварка трубной катушки



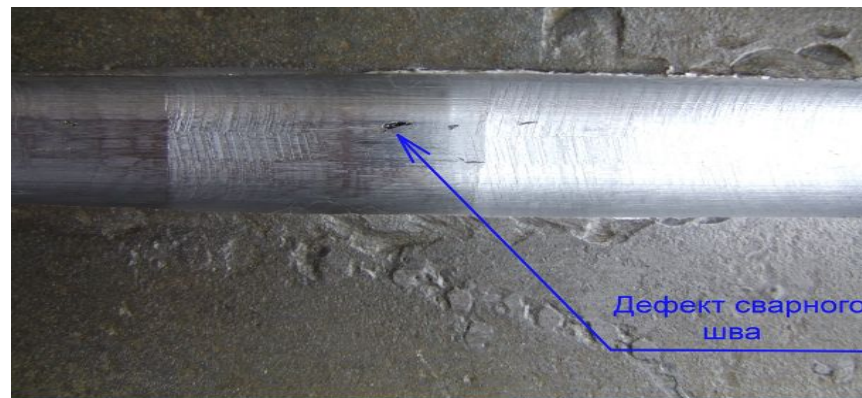
Разметка под ремонт наплавкой



Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки

Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки (продолжение)

в) **заваркой** – ремонт дефектов продольных стыковых (заводских) сварных соединений прямошовных электросварных труб с одним или двумя продольными швами, ремонт дефектов кольцевых стыковых сварных соединений труб (бесшовных, прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами, прямошовных, изготовленных с применением ТВЧ, спиральношовных электросварных), в том числе с применением оборудования механической выборки, а также ремонт дефектов кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных автоматической контактной стыковой сваркой оплавлением, труб (прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами, спиральношовных электросварных), угловых, нахлесточных сварных соединений ответвлений;



Выборка металла до дефекта сварного шва с последующим удалением и заваркой при ремонте «заваркой»



Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки

Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки (продолжение)

г) **вваркой заплата** – ремонт дефектов труб (бесшовных, прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами, прямошовных, в том числе ТВЧ) и сварных соединений;

д) **приваркой патрубков** – ремонт дефектов труб (бесшовных, прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами) и сварных соединений;

е) **стальными сварными муфтами** – ремонт дефектов труб (бесшовных, прямошовных электросварных с одним или двумя продольными швами, прямошовных, изготовленных с применением ТВЧ, спиральношовных электросварных и сварных соединений).

Ремонт сварными стальными муфтами следует выполнять в случаях невозможности или нецелесообразности ремонта наплавкой, заваркой, вваркой заплата или приваркой патрубков, методом вварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек), в том числе по причинам невозможности временного вывода трубопровода из эксплуатации.



Разметка под вырезку эллиптического отверстия на дефектном участке под ремонт «вваркой заплата» или приваркой патрубков



Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки

Ремонтопригодность дефектов труб и сварных соединений. Выбор метода ремонта и технологии сварки (окончание)

Методы ремонта и технологии сварки выбирают в зависимости от типа дефектов основного металла труб и сварных соединений трубопроводов (например, поверхностные или внутренние), параметров (например, длина, ширина, глубина), их количества (например, отдельно расположенные единичные или групповые дефекты), а также технических характеристик трубопроводов (например, диаметр, толщина стенки, класс прочности трубной стали), условий прокладки (например, подземная, надземная) и эксплуатации (категории).

При ремонте трубопроводов с дефектами труб и сварных соединений допускается применять несколько методов ремонта, а также выполнять ремонт сквозных и несквозных дефектов труб и сварных соединений методами наплавки, заварки с последующей установкой сварных стальных муфт.

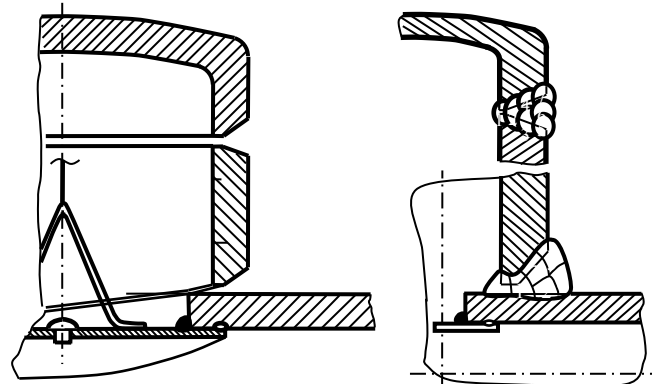


Схема ремонта дефектов труб и сварных соединений газопроводов приваркой патрубков



Монтаж муфты при ремонте газопроводов установкой сварных стальных муфт



Требования к сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию

Требования к сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию

Для ремонта дефектов труб и сварных соединений трубопроводов с применением технологий сварки могут применяться следующие виды сварочных материалов:

- проволоки сплошного сечения для автоматической, механизированной сварки в среде защитных газов;
- проволоки сплошного сечения и прутки для механизированной и ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом;
- порошковые проволоки для автоматической и механизированной сварки в среде защитных газов;
- самозащитные порошковые проволоки для механизированной и автоматической сварки;
- электроды покрытые металлические с основным видом покрытия для ручной дуговой сварки;
- защитные газы (углекислый газ, аргон) и их смеси для механизированной и автоматической сварки проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой, для ручной и механизированной аргодуговой сварки неплавящимся электродом.

Сварочные материалы, используемые для ремонта дефектов труб и сварных соединений трубопроводов с применением технологий сварки, должны соответствовать требованиям СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 5).

Сварочные материалы, используемые для ремонта дефектов труб и сварных соединений трубопроводов с применением технологий сварки, должны соответствовать требованиям СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 5).

Сварочные материалы при ремонте дефектов труб и сварных соединений трубопроводов назначают исходя из классов (категорий) прочности сталей труб и условий эксплуатации ремонтируемого трубопровода с целью обеспечения равнопрочности сварных соединений, наплавов, заварок.



Требования к сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию. Требования к сварным соединениям

Требования к сварочным материалам, сварочному и вспомогательному оборудованию (окончание)

Основное сварочное оборудование и вспомогательное оборудование (например, для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева, для размагничивания труб и сварных соединений и др.) должны соответствовать требованиям СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 6).

Источники сварочного тока тиристорного и инверторного типов, предназначенные для работы в составе многопостовых передвижных и самоходных сварочных установок должны обеспечивать необходимые характеристики для работы в автономной электросети переменного тока ограниченной мощности.

Требования к сварным соединениям

Стыковые, угловые, нахлесточные сварные соединения должны быть многослойными и без конструктивного непровара.

Внешний вид и геометрические параметры кольцевых стыковых сварных соединений, выполненных при ремонте дефектов труб и сварных соединений методом вварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек), должны соответствовать СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 9).

Внешний вид и геометрические параметры стыковых, нахлесточных, угловых сварных соединений, выполненных при ремонте дефектов труб и сварных соединений стальными сварными муфтами, приваркой патрубков, вваркой заплат должны соответствовать следующим требованиям:

а) корневой (первый) слой шва стыковых и угловых сварных соединений не должен иметь недопустимые поверхностные дефекты (например, утяжины, провисы, непровары, несплавления);



Требования к сварным соединениям

Требования к сварным соединениям (продолжение)

- б) усиление обратного валика корневого слоя шва должно быть от 0,5 до 3,0 мм для стыковых и угловых сварных соединений;
- в) катет для угловых соединений должен определяться в соответствии с ГОСТ 16037;
- г) заполняющие и облицовочный слои шва стыковых, угловых, нахлесточных сварных соединений могут выполняться за один или несколько проходов в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы;
- д) при выполнении наплавочных, заполняющих, облицовочного слоев шва стыковых, угловых, нахлесточных сварных соединений несколькими валиками, каждый последующий проход (валик) должен перекрывать предыдущий не менее чем на одну третью часть его ширины, а усиление каждого валика облицовочного слоя шва не должно превышать 3,0 мм;
- е) облицовочный слой шва стыковых сварных соединений должен быть выполнен с плавным переходом к основному металлу без образования подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону на расстояние от 2,5 до 3,5 мм;
- ж) облицовочный слой шва должен иметь усиление:
 - 1) от 1,0 до 3,0 мм для стыковых соединений;
 - 2) 3,0+2,0 мм для угловых соединений элементов муфт, патрубков (тройниковых соединений) с толщиной стенки элементов муфт, патрубков до 10,0 мм включительно и 5,0+2,0 мм – с толщиной стенки более 10,0 мм;
 - 3) усиление по периметру каждой межваликовой канавки должно быть не менее 1,0 мм;
 - 4) глубина по периметру каждой межваликовой канавки должна быть не более 1,0 мм;
- и) участки облицовочного слоя с чешуйчатостью, при которой превышение гребня над впадиной составляет более 1,0 мм, участки с превышением усиления шва более 3,0 мм, а также при отсутствии плавного перехода от усиления к основному металлу перед выполнением НК должны



Требования к сварным соединениям. Требования к механическим свойствам

Требования к сварным соединениям (окончание)

быть обработаны механическим способом шлифмашинками с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток до достижения требуемых параметров;

к) величина катета кольцевых угловых швов нахлесточных соединений должна быть не менее толщины стенки свариваемой кромки привариваемого элемента;

л) наружная поверхность сварных соединений и прилегающие участки околошовной зоны должны быть зачищены механическим способом до полного удаления шлака и брызг металла.

Требования к механическим свойствам

Механические свойства кольцевых стыковых сварных соединений «новая труба + новая труба», «новая труба + труба ремонтируемого трубопровода», «труба ремонтируемого трубопровода + труба ремонтируемого трубопровода» при ремонте дефектов труб и сварных соединений методом вварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек) должны соответствовать требованиям СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 9).

Механические свойства сварных соединений при ремонте дефектов труб и сварных соединений стальными сварными муфтами, приваркой патрубков, вваркой заплат должны соответствовать следующим требованиям:

- при испытаниях на статическое растяжение временное сопротивление разрыву должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления разрыву основного металла труб, установленного по ТУ на ремонтируемые трубы.

- при испытаниях на статический изгиб со снятым усилением угол изгиба должен быть:

а) 180° – при ремонте труб класса прочности K65 (категории прочности X80), соблюдая требования:

1) дефекты (например, трещины, надрывы и др.), размеры которых в любом направлении превышают 3,2 мм, не допускаются;



Требования к механическим свойствам

Требования к механическим свойствам (продолжение)

2) незначительные вязкие надрывы, трещины вдоль кромок образцов по наружному радиусу изгиба размером не более 6,3 мм допускаются при отсутствии других дефектов;

б) не менее 120° – при ремонте труб класса прочности до К60 включительно (категории прочности до Х70 включительно) согласно ГОСТ 6996, минимальное значение которого должно быть не менее 100°.

При испытаниях на ударный изгиб на образцах Шарпи (КСV) типа IX (10x10 мм) согласно ГОСТ 6996 ударная вязкость (энергия удара) металла шва и ЛС, определяемая как среднее арифметическое значение на трех образцах при температуре испытаний минус 20 °С для участков трубопроводов с температурой стенки трубы при эксплуатации свыше 0 °С включительно и при температуре испытаний минус 40 °С для участков трубопроводов с отрицательной температурой стенки трубы при эксплуатации, должна быть:

- для трубных сталей классов прочности свыше К54 до К65 включительно (категорий прочности свыше Х65 до Х80 включительно) – не менее 50 Дж/см² (40 Дж), но не менее 37,5 Дж/см² (30 Дж) для одного образца;

- для трубных сталей классов прочности до К54 включительно (категорий прочности до Х60 включительно) – не менее 45 Дж/см² (36 Дж), но не менее 35 Дж/см² (28 Дж) для одного образца.

При сварке труб разных классов (категорий) прочности значения механических свойств сварных соединений должны определяться по меньшему классу (категории) прочности. Значения ударной вязкости по ЛС определяют с двух сторон.

Твердость металла шва и зоны термического влияния сварных соединений

Место измерения	Твердость HV ₁₀ в зависимости от класса (категории) прочности свариваемых элементов		
	до К60 (Х70)	К60 (Х70)	К65 (Х80)
Металл шва	≤280	≤ 280	≤ 300 (≤ 325 *)
ЗТВ	≤300	≤ 325	≤ 325 (≤ 350 **)

* Для сварных соединений, выполненных ручной дуговой сваркой.
** Для наружной поверхности в ЗТВ.



Требования к механическим свойствам. Требования к наплавкам

Требования к механическим свойствам (окончание)

Механические свойства угловых и нахлесточных сварных соединений при ремонте дефектов труб и сварных соединений стальными сварными муфтами, приваркой патрубков должны отвечать следующим требованиям:

- испытания на излом в соответствии с СТО Газпром 15-1.1-002-2023 должны продемонстрировать полный провар, сплавление между слоями шва, отсутствие внутренних дефектов недопустимых размеров в соответствии с разделом 16;
- твердость металла шва и зоны термического влияния не должна превышать максимально допустимых значений, приведенных в таблице предыдущего слайда.

При технической невозможности выполнения испытаний на излом допускается выполнять анализ макрошлифа согласно ГОСТ Р 57180. Макрошлиф должен быть без внутренних дефектов недопустимых размеров в соответствии с разделом 16.

Требования к наплавкам

Внешний вид и геометрические параметры наплавки, выполненных при ремонте основного металла труб и сварных соединений трубопроводов наплавкой, должны соответствовать следующим требованиям:

- заполняющие и облицовочный слои, контурный шов не должны иметь недопустимых поверхностных дефектов (например, поры, шлаковые включения);
- при выполнении заполняющих, облицовочных слоев несколькими валиками каждый последующий проход (валик) должен перекрывать предыдущий не менее чем на одну треть часть его ширины, а усиление каждого валика должно быть от 1,0 до 3,0 мм;
- облицовочный слой должен выполняться с плавным переходом к основному металлу без образования подрезов, с перекрытием основного металла в каждую сторону на расстояние от 1,5 до 2,5 мм от границы разделки кромок, а усиление по периметру каждой межваликовой канавки должно быть не менее 1,0 мм и глубина – не более 1,0 мм;



Требования к наплавкам. Требования к заваркам

Требования к наплавкам (окончание)

- заполняющие и облицовочный слои, контурный шов с видимыми дефектами должны обрабатываться механическим способом¹⁾ до достижения требуемых параметров;
- наружная поверхность наплавки, а также прилегающие к ним участки околошовной зоны должны быть зачищены механическим способом до полного удаления шлака и брызг наплавленного металла для проведения последующего НК качества физическими методами;

При испытаниях наплавленного металла на статическое растяжение временное сопротивление разрыву должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления разрыву основного металла труб, установленного по ТУ на ремонтируемые трубы.

При испытаниях наплавленного металла на статический изгиб со снятым усилением угол загиба должен составлять:

- 180° – при ремонте труб класса прочности К65 (категории прочности Х80), дефекты (например, трещины, надрывы и др.), размеры которых в любом направлении превышают 3,2 мм, не допускаются, а незначительные вязкие надрывы, трещины вдоль кромок образцов по наружному радиусу изгиба размером не более 6,3 мм допускаются при отсутствии других дефектов;
- не менее 120° – при ремонте труб класса прочности до К60 включительно (категории прочности до Х70 включительно) согласно ГОСТ 6996, минимальное значение которого не менее 100°.

Требования к заваркам

В месте ремонта заваркой сварных стыковых соединений допускается увеличение ширины шва на 5 мм.

Механические свойства участков сварных стыковых и угловых соединений, отремонтированных заваркой, должны соответствовать требованиям к аналогичным участкам наплавки.

Примечание – Ударную вязкость участков стыковых сварных соединений, отремонтированных заваркой, по ЛС определяют с двух сторон.



Требования к наплавкам

Ударная вязкость металла наплавки

Исполнение труб	Ударная вязкость, Дж/см ²
Бесшовные трубы	50
Электросварные трубы категорий <i>C, D</i> классов прочности до К60 (категорий прочности до X70) включительно	50
Электросварные трубы категории <i>E</i> классов прочности до К60 (категорий прочности до X70) включительно	63
Электросварные трубы категории <i>D</i> класса прочности К65	70

Примечание – Категории труб (*C, D, E*) определяют по СТО Газпром 2-4.1-713.

Максимально допустимые значения твердости металла наплавки и зоны термического влияния

Место измерения	Твердость HV ₁₀ в зависимости от класса (категории) прочности свариваемых элементов		
	до К60 (X70)	К60 (X70)	К65 (X80)
Металл наплавки	≤280	≤ 280	≤ 300 (≤ 325 *)
ЗТВ	≤300	≤ 325	≤ 325 (≤ 350 **)

* Для сварных соединений, выполненных ручной дуговой сваркой.
** Для наружной поверхности в ЗТВ.



Подготовительные работы. Общие требования. Разделительная резка труб в трассовых условиях

Подготовительные работы

Общие требования

При ремонте методом сварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек), наружное и внутреннее усиление продольных швов труб, СДТ и колец переходных ТПА должно быть удалено механическим способом производителем до остаточной высоты, предусмотренной ТУ на трубы, СДТ, ТПА (до 0 – 0,5 мм), обеспечивая плавный переход от металла свариваемых элементов к наружному усилению продольного шва. Длина удаляемых участков усиления продольного шва должна составлять не менее 150 мм для свариваемых элементов с толщиной стенки до 32 мм и не менее 200 мм для свариваемых элементов толщиной от 32 мм и выше.

Дефекты наружной поверхности концов труб и СДТ механического происхождения (например, риски, продиры, царапины), размеры которых превышают предельно допустимые размеры, следует устранять механическим способом с шероховатостью поверхности после шлифовки не более Rz40 согласно ГОСТ 2789. Толщина стенки концов труб и СДТ после механической обработки не должна выходить за пределы минусовых допусков.

При низких температурах окружающего воздуха (ниже минус 30 °С) подготовительные работы должны выполняться с учетом требований СТО Газпром 15-1.5-006-2023 (подраздел 6.3).

Разделительная резка труб в трассовых условиях

При выполнении ремонта на трубопроводах, при ликвидации отказов и аварий могут применяться следующие способы разделительной резки труб:

- кислородная (газовая) резка;
- воздушно-плазменная резка;
- механическая резка.



Подготовительные работы. Разделительная резка труб в трассовых условиях

Разделительная резка труб в трассовых условиях (продолжение)

Механическая резка должна выполняться с применением следующих типов оборудования:

- навесными (разъемными) токарными трубообрабатывающими станками орбитального (охватывающего) типа;
- трубоотрезными машинами типа самоходная фреза;
- шлифмашинками.

Кислородная (газовая) и воздушно-плазменная разделительная резка применяются для всех видов сварочно-монтажных и ремонтных работ на трубопроводах, к которым относятся:

- резка труб при демонтаже дефектных участков трубопроводов, вырезке элементов муфт и муфтовых узлов при ремонте трубопроводов стальными сварными муфтами □ орбитальная резка;
- вырезка технологических отверстий в трубопроводе для последующей установки ВГУ, дефектных участков труб и сварных соединений при ремонте трубопроводов вваркой заплат □ овальная резка;
- резка элементов муфт и муфтовых узлов при ремонте трубопроводов стальными сварными муфтами - прямолинейная резка.

После кислородной (газовой) или воздушно-плазменной разделительной резки перед сваркой должна быть выполнена механическая обработка резаных торцов станком подготовки кромок или шлифмашинками с набором абразивных кругов до требуемой разделки. Металл резаных торцов должен быть удален на глубину не менее 1,0 мм.

Для кислородной (газовой) и воздушно-плазменной орбитальной резки труб допускается применять оборудование с электроприводом (механизированная или машинная резка) и/или ручным приводом.



Подготовительные работы. Разделительная резка труб в трассовых условиях

Разделительная резка труб в трассовых условиях (окончание)

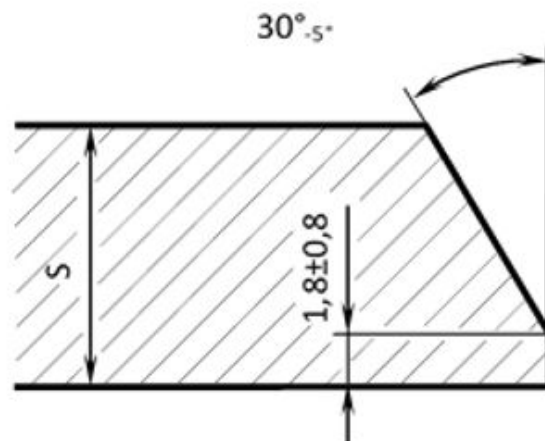
Разделительная резка труб в трассовых условиях должна выполняться в соответствии с настоящим стандартом, а также действующим НД, инструкциям по безопасному ведению работ.

Механическая резка рекомендуется при выполнении ремонта дефектов сварных соединений как локально, так и по всему периметру.

При демонтаже трубопроводов с дефектами чистовой рез при орбитальной резке труб должен быть выполнен таким образом, чтобы расстояние до кольцевого стыкового сварного соединения было не менее диаметра трубы, но не менее 250 мм.

В случае технически обоснованной невозможности использования станков подготовки кромок допускается применять разделку кромок торцов труб с толщиной стенки свыше 15,0 мм, указанную на рисунке, при выполнении захлестных сварных соединений с применением РД при ремонте вваркой катушек. В этом случае применяют орбитальную газовую или воздушно-плазменную резку с последующей механической обработкой торцов шлифмашинкой и удалением с поверхности реза металла на глубину не менее 1,0 мм.

При демонтаже трубопроводов с дефектами чистовой рез при орбитальной резке труб должен быть выполнен таким образом, чтобы расстояние до кольцевого стыкового сварного соединения было не менее диаметра трубы, но не менее 250 мм.



Для толщин стенок труб свыше 15,0 мм формируют геометрические параметры кромок согласно СТО Газпром 15-1.1-002-2023

Геометрические параметры разделки кромок торцов труб после разделительной резки и механической обработки



Подготовительные работы. Вырезка технологических отверстий

Вырезка технологических отверстий

Вырезку технологических отверстий проводят:

- на участках трубопроводов, временно выведенных из эксплуатации, при ремонте дефектов труб и сварных соединений приваркой патрубков или вваркой заплат;
- на трубопроводах под избыточным давлением газа согласно СТО Газпром 14 при текущем и выборочном ремонте, ремонтных работах при ликвидации отказов и аварий с целью установки ВГУ с последующей герметизацией технологических отверстий.

Последующую герметизацию технологических отверстий на участках трубопроводов категорий I-IV по СП 36.13330.2012 класса прочности до K60 включительно выполняют вваркой заплат или приваркой патрубков, а на участках категорий V и трубопроводах из труб класса прочности K65 – приваркой патрубков.

До начала вырезки технологического отверстия с поверхности трубы необходимо:

- удалить изоляционное покрытие на ширину не менее 200 мм в каждую сторону от границ предполагаемого места вырезки отверстия по периметру трубы;
- очистить поверхности механическим способом до металлического блеска на ширину не менее 100 мм в каждую сторону от контура предполагаемого места вырезки отверстия.

Очистка поверхности трубы допускается пескоструйной обработкой и другими способами включая обработку поверхности шлифмашинками с набором дисковых проволочных щеток.

Примечание: Вырезку технологического отверстия допускается выполнять на прямых участках не более 1,0 м от торца отводов холодного гнущья (тип 1 по ГОСТ 24950).



Эллипсограф

Подготовительные работы. Вырезка технологических отверстий

Вырезка технологических отверстий (продолжение)

Вырезку технологических отверстий проводят:

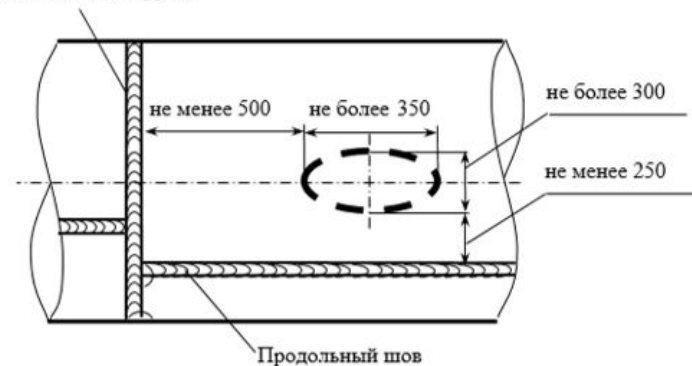
- на участках трубопроводов, временно выведенных из эксплуатации, при ремонте дефектов труб и сварных соединений приваркой патрубков или вваркой заплат;

- на трубопроводах под избыточным давлением газа согласно СТО Газпром 14 при текущем и выборочном ремонте, ремонтных работах при ликвидации отказов и аварий с целью установки ВГУ с последующей герметизацией технологических отверстий.

Технологическое отверстие должно располагаться в верхней четверти периметра трубы с отклонением от зенита $\pm 20^\circ$ и иметь в плане форму овала (эллипса).

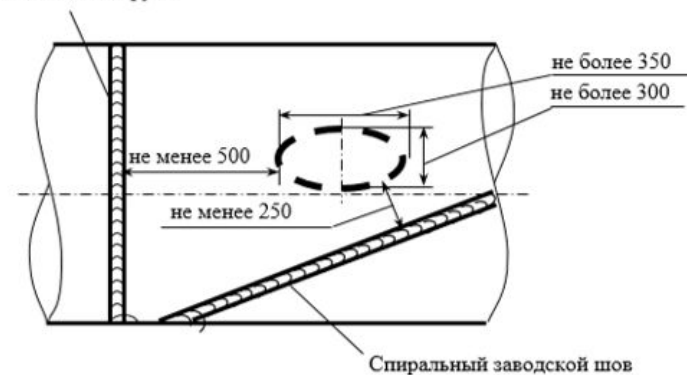
Место вырезки должно находиться на расстоянии не менее 250 мм от продольного или спирального заводских швов и не менее 500 мм от кольцевого стыкового шва трубопровода. Перед вырезкой независимо от температуры окружающего воздуха должен быть выполнен подогрев газопламенными нагревательными устройствами поверхности ремонтного участка до температуры от 50°C до 70°C .

Кольцевой шов трубы



а)

Кольцевой шов трубы



б)

Разметка под вырезку технологических отверстий на прямошовных трубах (а) и спиральношовных трубах (б)



Подготовительные работы. Вырезка технологических отверстий

Вырезка технологических отверстий (окончание)

Вырезку технологических отверстий проводят с применением специальных устройств типа эллипсограф, «овал», «круг», с механической зачисткой кромок под сварку, учитывая следующие требования:

- угол скоса кромок отверстия должен быть от 25° до 30° , притупление от 0,5 до 2,0 мм при герметизации технологического отверстия вваркой заплаты;
- угол скоса кромок отверстия должен быть $90^\circ \pm 5^\circ$ при герметизации технологического отверстия методом приварки патрубка;
- наружные поверхности, примыкающие к кромкам отверстия на ширину не менее 10 мм, должны быть зачищены до металлического блеска.

Размеры технологического отверстия овальной формы для герметизации вваркой заплаты должны быть не более 300×350 мм и не менее 100×150 мм, учитывая следующие требования:

- ширина отверстия не должна превышать половину диаметра трубы;
- разница между шириной и длиной отверстия должна быть не менее 50 мм;
- большая ось отверстия должна располагаться вдоль оси трубы.

Длина большой оси овала на трубах диаметром должна составлять:

- 1420 мм - не более 350 мм;
- 1220 мм - не более 350 мм;
- 1020 мм - не более 300 мм;
- 720 мм - не более 250 мм;
- 530 мм - не более 200 мм;
- 426 мм - не более 200 мм;
- 377 мм - не более 150 мм;
- 325 мм - не более 150 мм.

Технологические отверстия должны быть не более (300×350) мм и не менее (100×150) мм.



Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

Разметка линии реза с помощью оборудования типа «Струна»

Трубы ремонтируемого участка трубопровода, прямая вставка (катушка), ввариваемая в ремонтируемый участок трубопровода, должны отвечать следующим требованиям:

- отклонение от перпендикулярности торцов труб, прямой вставки (катушки) (косина реза) должно быть в пределах допусков технических характеристик применяемого оборудования орбитальной резки, при этом перелом осей труб, прямых вставок (катушек) на стыке (косина стыка) должен быть не более 1,5 градуса;

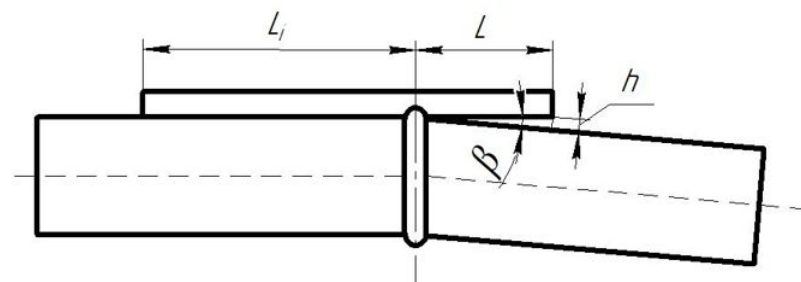
- длина прямой вставки (катушки) должна быть не менее диаметра, но не менее 250 мм.

Разметка линий реза на прямой вставке (катушке) должна выполняться с применением гибкого прямолинейного шаблона, обеспечивающего перпендикулярность наносимой линии к оси прямой вставки (катушки).

Разметку, резку труб ремонтируемого участка трубопровода следует выполнять с применением специального устройства, позволяющего находить геометрический центр труб, как точку пересечения двух взаимно перпендикулярных осей поперечного сечения трубы.

Штанга устройства должна быть установлена внутрь торца одной из труб ремонтируемого участка трубопровода вертикально в распор.

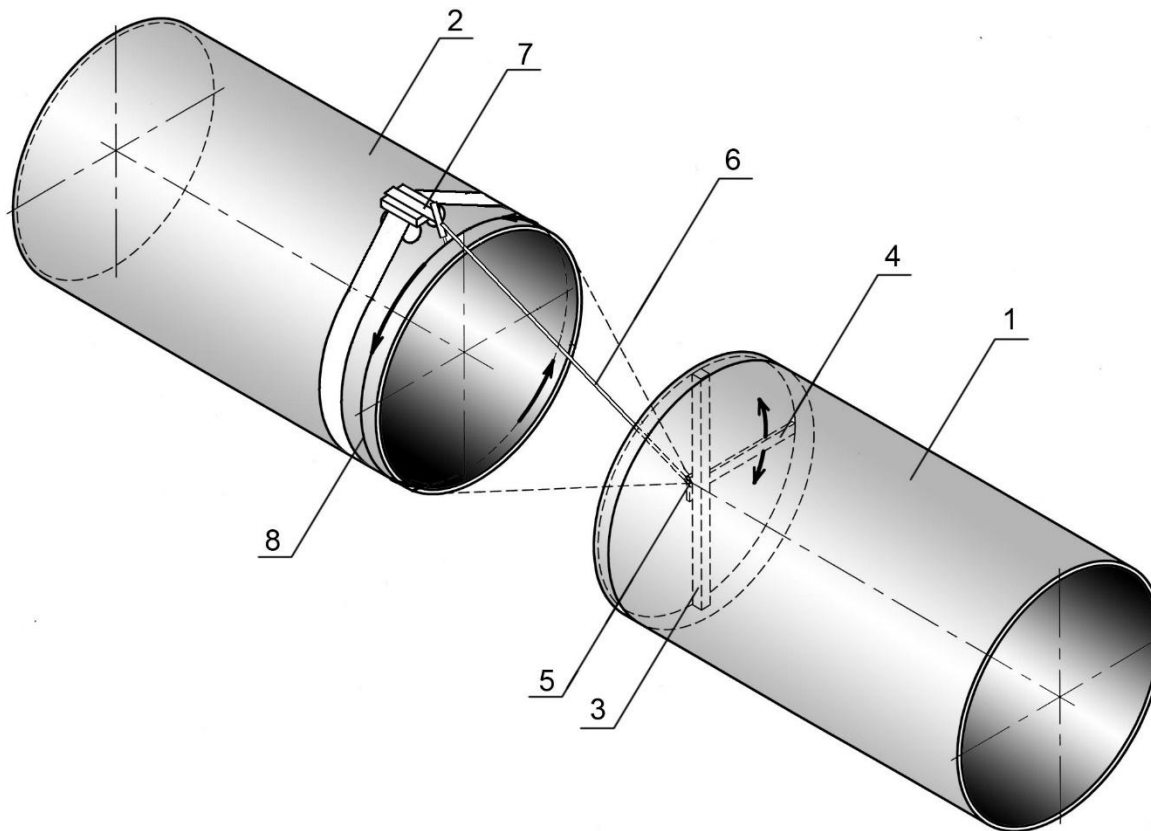
На торец второй трубы ремонтируемого участка трубопровода должна быть установлена машина для газовой или плазменной резки.



L_1 - база замера перелома осей, не менее 500 мм; L - база, принятая для расчета, мм; h - расстояние от поверхности трубы до измерительного инструмента; β - угол, характеризующий перелом осей.

Схема замера перелома осей труб, прямых вставок (катушек) на стыке (косина стыка)

Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)



1, 2 – трубы ремонтируемого участка трубопровода; 3 – штанга устройства нахождения геометрического центра труб;
4 – линейка; 5 – ползун со стопорным кольцом рулетки; 6 – рулетка; 7 – газорезательная машина; 8 – линия реза

Резка трубы ремонтируемого участка трубопровода с помощью комплекта типа «струна»



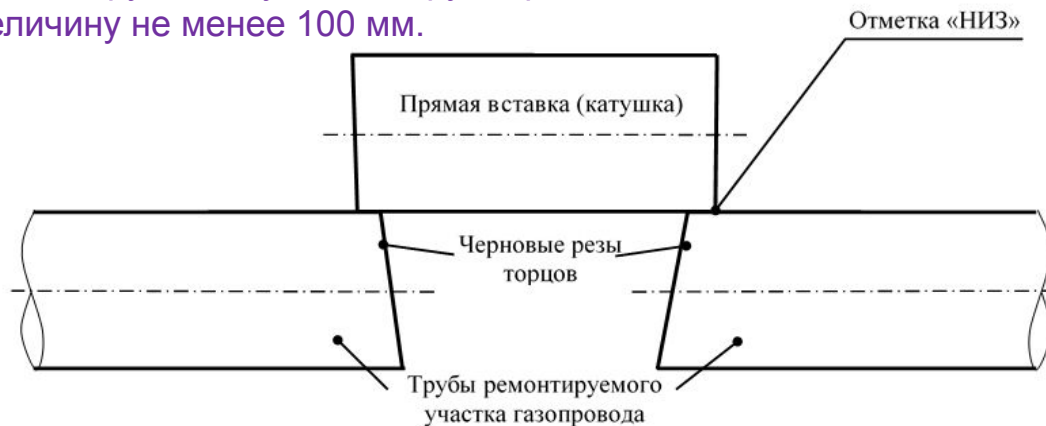
Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек) (продолжение)

Разметка линии реза с помощью с помощью реек

Для переноса размеров катушки на концы труб ремонтируемого участка трубопровода необходимо:

- выполнить замер длины прямой вставки (катушки) не менее чем в восьми местах, равномерно расположенным по периметру, обозначать минимальное значение следует отметкой «НИЗ»;
- повернуть прямую вставку (катушку) относительно продольной оси таким образом, чтобы отметка «НИЗ» была в нижнем положении (6⁰⁰ ч);
- вывесить грузоподъемной техникой (например, трубоукладчиком, краном и т.п.) прямую вставку (катушку) сверху на концы труб ремонтируемого участка трубопровода, катушка отметкой «НИЗ» должна соприкоснуться с верхней образующей труб соединяемых участков трубопровода, либо иметь зазор от 1,0 до 2,0 мм, при этом продольные заводские сварные швы катушки и труб ремонтируемого участка трубопровода должны быть смещены относительно друг от друга на величину не менее 100 мм.



**Установка прямой вставки (катушки)
на концы труб ремонтируемого
участка трубопровода**



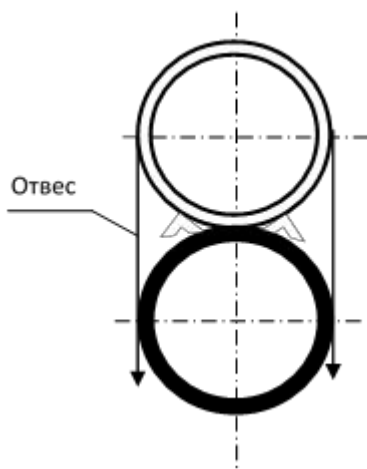
Подготовительные работы.

Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

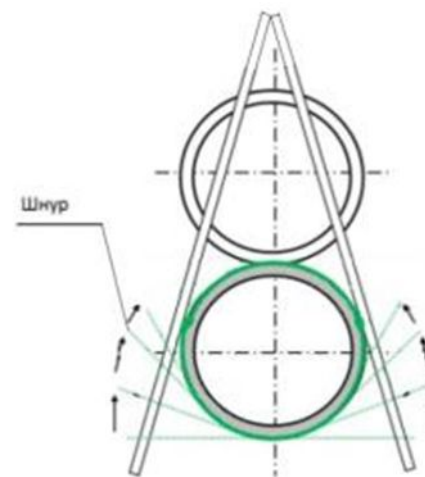
Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек) (продолжение)

С помощью отвеса в вертикальной плоскости по боковым образующим должна быть установлена соосность вертикальных осей ввариваемой прямой вставки (катушки) и концов труб ремонтируемого участка трубопровода. Для фиксации прямой вставки (катушки) в этом положении, в местах касания прямой вставки (катушки) с верхом образующей труб соединяемых участков трубопровода следует подложить отрезки металлического уголка длиной от 40 до 50 мм, по две штуки на каждый торец монтируемой катушки.

К одному из торцов ввариваемой прямой вставки (катушки) в точках 000 ч и максимальный низ и к образующей поверхности трубы трубопровода необходимо приложить прямолинейную¹⁾ металлическую из легкого сплава рейку, вторую рейку приложить на противоположную образующую трубы таким образом, чтобы края реек находились в одной плоскости. Для удобства контроля можно свести вместе верхние края реек.



Проверка соосности
прямой вставки
(катушки) по отвесу



Установка реек и
выполнение
отметок линии
фактического реза
торцов прямой
вставки (катушки)

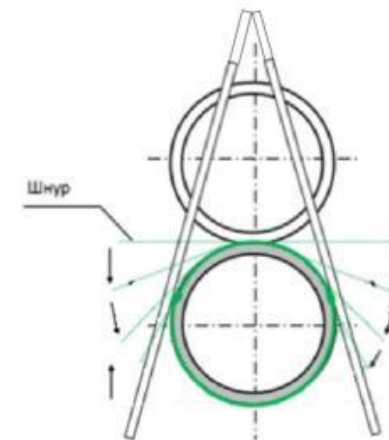


Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

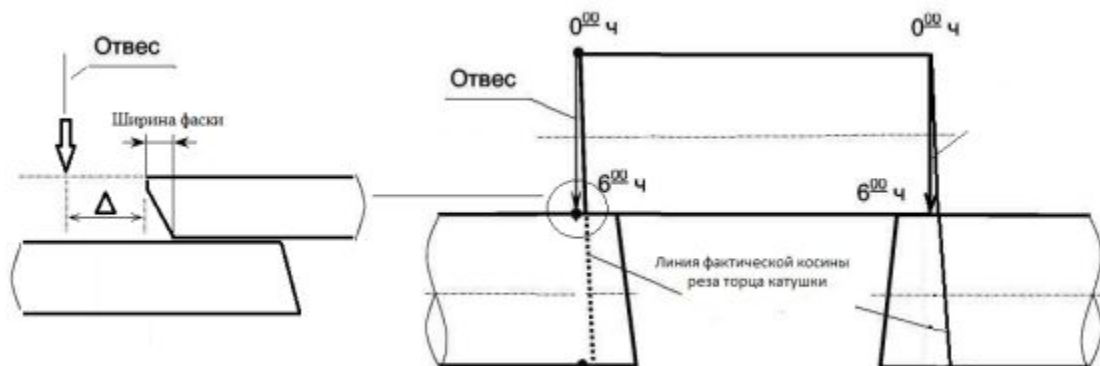
Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек) (продолжение)

Намеленный шнур натягивают между рейками на 30–50 мм ниже нижней образующей ремонтируемого трубопровода и одновременно с двух сторон поднимают до точки касания реек и боковой поверхности ремонтируемого трубопровода, обеспечивая контакт шнура с рейкой. Затем с помощью пинцета необходимо провести отбивку размечаемого участка путем отвода шнура от тела трубы на 10–20 мм и резкого его отпускания, при этом происходит перенос мела со шнура на тело трубы. Данную процедуру следует проводить через каждые 100–150 мм разметочного шнура.

С зенита торца прямой вставки (катушки) опускают отвес до уровня нижней внутренней поверхности прямой вставки (катушки) и измеряют расстояние от него до торца врезаемой прямой вставки (катушки) – Δ .



Выполнение отметок линии реза труб ремонтируемого участка трубопровода



Разметка линии предполагаемого реза торцов труб ремонтируемого участка трубопровода

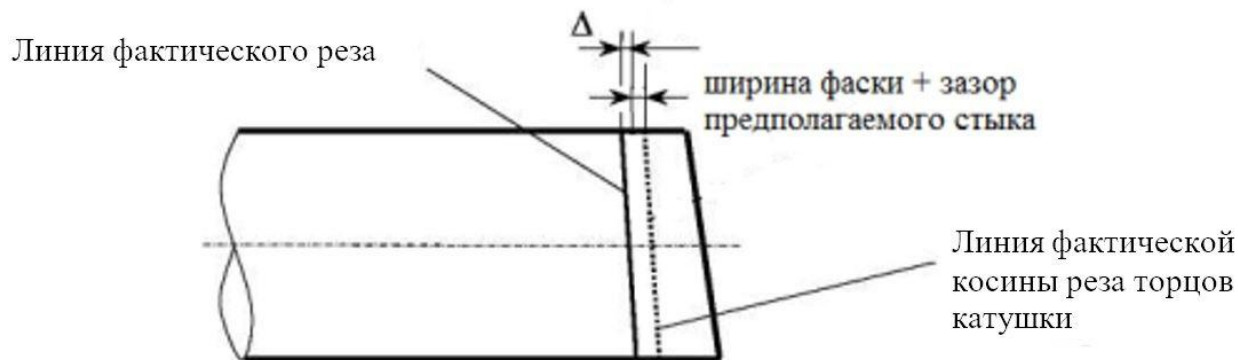


Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек) (продолжение)

Для нанесения фактической линии реза необходимо отложить от нанесенной разметки во внешнюю сторону от прямой вставки (катушки) расстояние, равное сумме ширины фаски (разделки кромки), зазора предполагаемого стыка и Δ , в случае, если отвес отклонялся наружу от прямой вставки (катушки), или за минусом Δ , в случае, если отвес отклонялся внутрь прямой вставки (катушки).

По периметру через каждые 100–150 мм с помощью штангенциркуля или набора плоских металлических лент (рулеток) разной ширины переносят расстояние от нанесенной на трубопровод линии до фактического реза. По нанесенным точкам отбивают намеленным шнуром или проводят с помощью гибкого плоского шаблона (например, из рулонной ламинированной бумаги) линию фактического реза.



Разметка линии фактического реза торцов труб ремонтируемого участка трубопровода



Подготовительные работы. Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек)

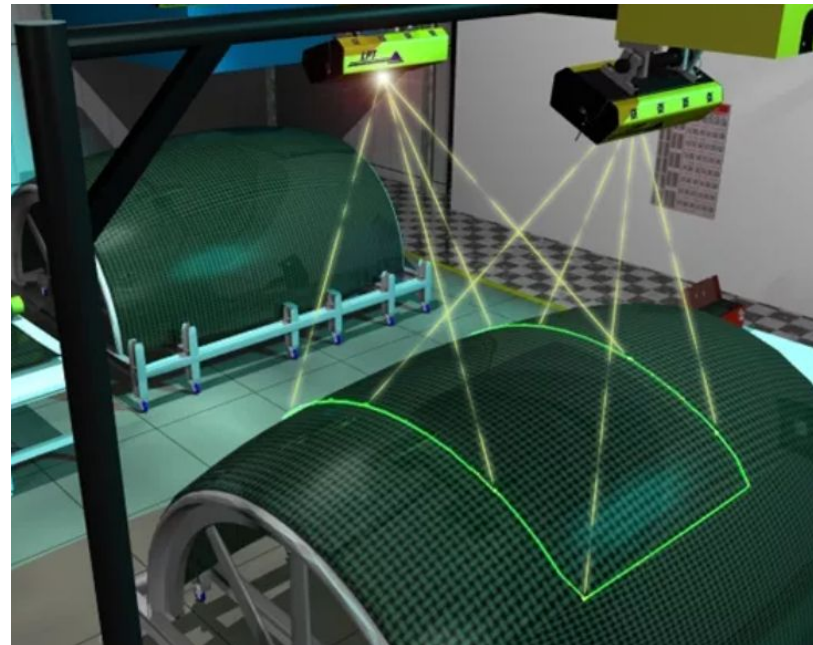
Разметка линии реза и резка торцов труб для монтажа труб, прямых вставок (катушек) (окончание)

Разметка линии реза с применением мобильных лазерных комплексов

Разметка линии реза, резка для монтажа труб, прямых вставок (катушек) с применением мобильных лазерных комплексов должна выполняться по согласованным со структурным подразделением ПАО «Газпром» технологическим инструкциям.

Последовательность работ с применением лазерных комплексов состоит из следующих этапов:

- измерение с использованием лазерного комплекса длины трубы ремонтируемого участка трубопровода (дефектного участка);
- измерение с использованием лазерного комплекса длины катушки, ввариваемой в ремонтируемый участок трубопровода;
- виртуальное совмещение проведенных замеров с использованием программного обеспечения, построение линий реза;
- разметка линий реза;
- резка труб, катушек.



Лазерный проектор разметки криволинейных поверхностей



Подготовительные работы. Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой

Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой

Свариваемые кромки труб перед сваркой подлежат размагничиванию, если намагниченность превышает 20 Гс.

Намагниченность перед сваркой следует классифицировать на уровни:

- слабый – менее 20 Гс;
- средний – от 20 до 100 Гс;
- высокий – более 100 Гс.

Для снижения влияния магнитного дутья и улучшения стабильности горения дуги при сварке трубопроводов с остаточной намагниченностью до 20 Гс, необходимо:

- обеспечить каждый пост сварки отдельным обратным кабелем, учитывая, что место подключения обратного кабеля должно быть на минимально возможном расстоянии от места сварки;
- располагать сварочные кабели параллельно свариваемым кромкам;
- не допускать контакта оголенного сварочного провода с поверхностью трубопровода;
- проводить сварку с применением специальных источников сварочного тока, обеспечивающих переменный ток специальной формы;
- проводить сварку в направлении крепления обратного кабеля, наклон электрода при сварке должен быть в сторону, противоположную отклонению сварочной дуги.

Размагничивание следует выполнять с применением методов размагничивания: импульсного; циклического перемагничивания; компенсационного.

Размагничивание проводят автоматизированными установками либо сварочными источниками, а также постоянными магнитами или устройствами локального размагничивания.

После проведения размагничивания импульсным методом или методом циклического перемагничивания, при остаточной величине магнитного поля более 20 Гс, следует провести размагничивание сварного соединения компенсационным методом.

Подготовительные работы.

Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой

Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой (продолжение)

Величину остаточной намагниченности определяют датчиками магнитного поля в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51070.

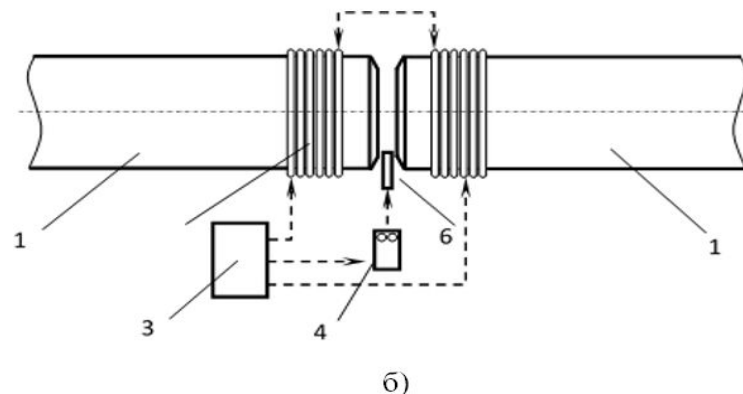
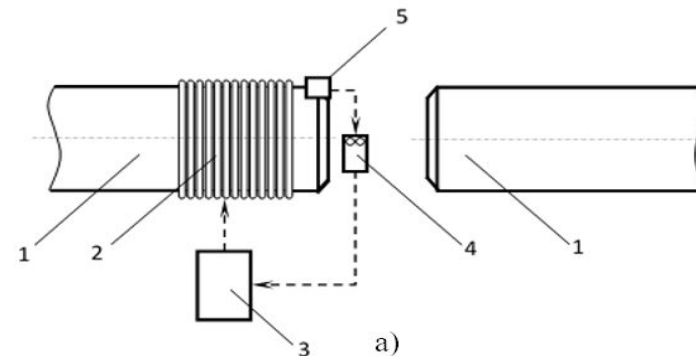
Размагничивание соединений перед сваркой компенсационным методом проводят в случаях, если величина магнитного поля в соединении труб после размагничивания импульсным методом или методом циклического перемагничивания превышает 20 Гс.

Degauss 600

or



Автоматизированные установки размагничивания «Degauss 600» и «Pico 350 cel puls pws dgs»



1 – труба; 2 – размагничивающие обмотки; 3 – автоматизированная установка; 4 – пульт дистанционного управления; 5 – торцевой датчик магнитного поля; 6 – щелевой датчик магнитного поля

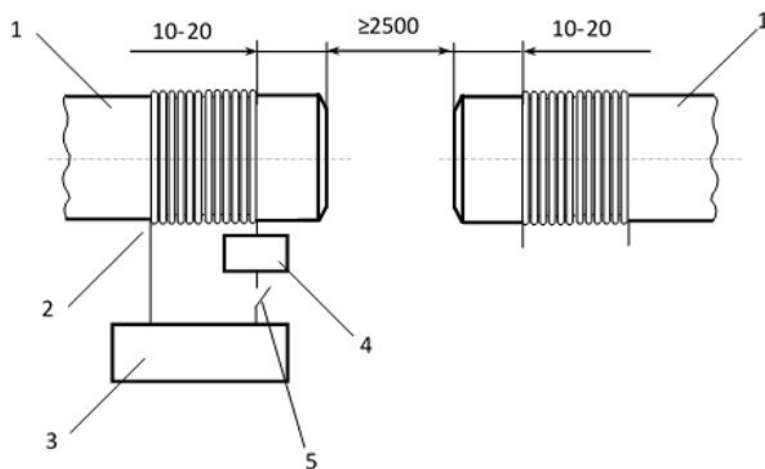
Схема монтажа оборудования для размагничивания трубы импульсным методом или методом циклического перемагничивания



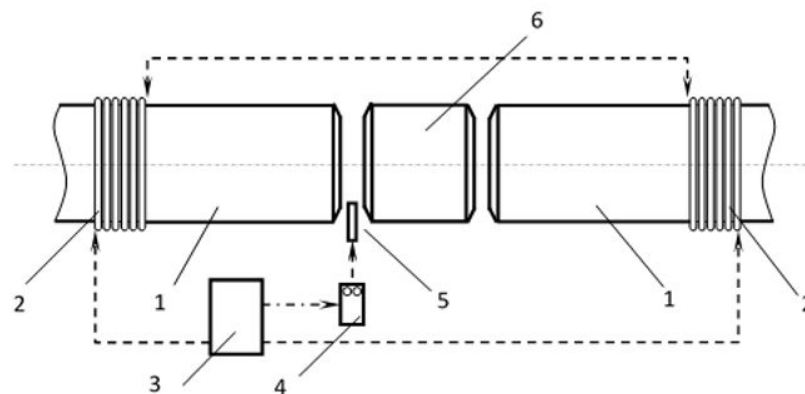
Подготовительные работы. Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой

Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой (продолжение)

Одновременное размагничивание двух соединений перед сваркой компенсационным методом проводят после размагничивания кромок труб импульсным методом или методом циклического перемагничивания.



1 – труба; 2 - сварочный кабель; 3 – сварочный источник питания постоянного тока; 4 – металлическая пластина; 5 – разъемный контакт
Схема монтажа оборудования для размагничивания труб импульсным методом с использованием сварочного источника постоянного тока



1 – труба; 2 – размагничивающие обмотки; 3 – автоматизированная установка; 4 – пульт дистанционного управления; 5 – щелевой датчик магнитного поля; 6 – труба или катушка, СДТ, ТПА

Схема монтажа и подключения оборудования для одновременного размагничивания компенсационным методом двух соединений перед сваркой

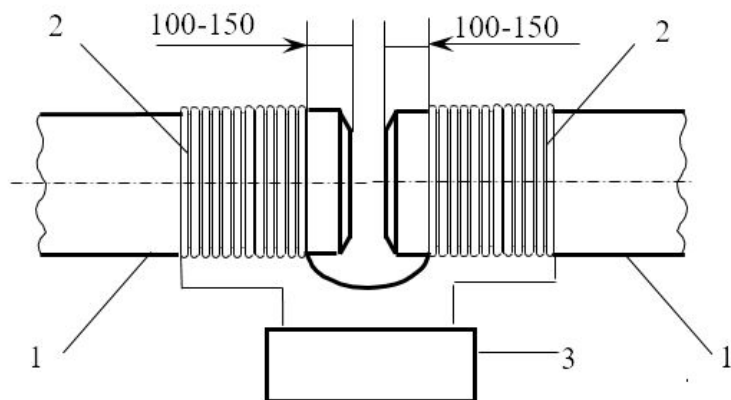


Гауссметр DX-102 (магнитометр постоянного поля)

Подготовительные работы. Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой

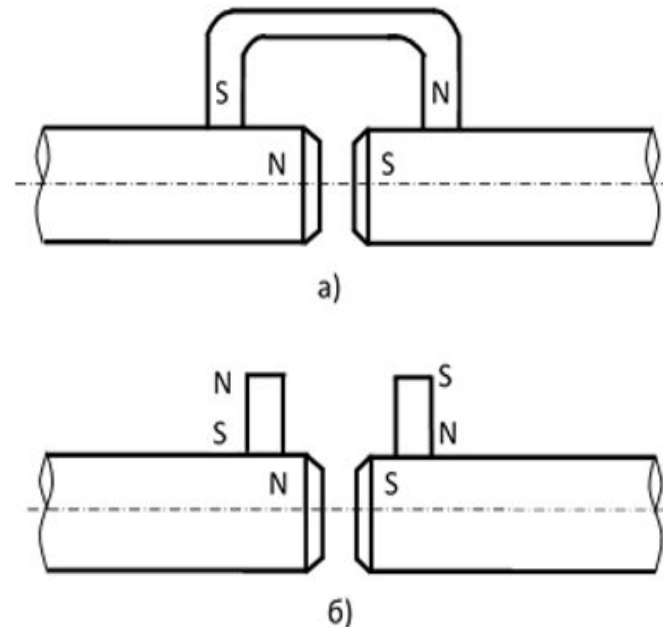
Размагничивание свариваемых кромок труб перед сваркой (окончание)

Схемы монтажа оборудования для размагничивания свариваемых кромок перед сваркой компенсационным методом с применением источников сварочного тока и постоянных магнитов приведены на рисунках.



1 – труба; 2 – сварочный кабель; 3 – сварочный источник питания постоянного тока

Схема монтажа оборудования для размагничивания свариваемых кромок перед сваркой компенсационным методом с применением источников сварочного тока



а) П-образные магниты; б) цилиндрические магниты
Схема размагничивания сварных соединений постоянными магнитами



Подготовительные работы. Предварительный и сопутствующий подогрев

Предварительный и сопутствующий подогрев

Предварительный и сопутствующий подогрев кольцевых стыковых соединений при ремонте дефектов труб и сварных соединений методом сварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек) следует выполнять в соответствии с требованиями СТО Газпром 15-1.1-002-2023.

До начала ремонта дефектов труб и сварных соединений наплавкой, заваркой, вваркой заплат, приваркой патрубков, стальными сварными муфтами выполняют предварительный подогрев выборки

дефектного участка или свариваемых кромок, включая зоны прилегающих к ним участков поверхности трубопровода на расстоянии не менее 100 мм от границ выборки или свариваемых кромок. Температура предварительного подогрева при ремонте наплавкой, заваркой, вваркой заплат или приваркой патрубков, стальными сварными муфтами приведена в таблице.

Для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева следует применять:

- при толщинах стенки до 19,0 мм газопламенные нагревательные устройства (например, кольцевые и плоские газовые подогреватели, однопламенные горелки и др.), а также установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия;

Температура предварительного подогрева при ремонте наплавкой, заваркой, вваркой заплат или приваркой патрубков, стальными муфтами

Класс прочности металла труб	Температура предварительного подогрева, °С, при толщине стенки трубы, мм								
	до 8,0 включ.	св. 8,0 до 10,0 включ.	св. 10,0 до 12,0 включ.	св. 12,0 до 14,0 включ.	св. 14,0 до 16,0 включ.	св. 16,0 до 18,0 включ.	св. 18,0 до 20,0 включ.	св. 20,0 до 27,0 включ.	св. 27,0.
до К52 включ.	-20 °С	-20 °С	-20 °С	0 °С	0 °С	0 °С	0 °С		
св. К52 до К60	0 °С								
К60, К65									

Примечание – В таблице приняты следующие обозначения:

- 20 °С - подогрев до +100⁺³⁰ °С при температуре окружающего воздуха ниже указанной или до +50⁺³⁰ °С при температуре окружающего воздуха выше указанной и/или наличии влаги на выборке или свариваемых кромок;
-
 - подогрев до +100⁺³⁰ °С независимо от температуры окружающего воздуха;
-
 - подогрев до +150⁺³⁰ °С независимо от температуры окружающего воздуха.



Подготовительные работы. Предварительный и сопутствующий подогрев

- при толщинах стенки св. 19,0 до 22,0 мм и температуре воздуха выше 0 °С установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления, нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия или газопламенные нагревательные устройства (например, кольцевые газовые подогреватели, однопламенные горелки и др.);
- при толщинах стенки св. 19,0 до 22,0 мм и отрицательных температурах воздуха установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия;
- при толщинах стенки св. 22,0 мм при любых температурах воздуха установки индукционного нагрева.

Процесс подогрева кромок свариваемых соединений установками индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления и нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия должен контролироваться в автоматическом режиме. Контроль температуры подогрева должен выполняться не менее чем в четырех точках, равномерно расположенных по периметру, с применением термопар и записью температуры подогрева на диаграмме автоматического регистрирующего потенциометра. Одна из этих термопар должна быть регулирующей и устанавливаться в зените трубопровода. Места крепления термопар должны находиться на расстоянии не более 25 мм от края предполагаемого сварного шва вне зоны сварочной дуги. Температура подогрева непосредственно под индуктором не должна превышать 350 °С.

В случае снижения температуры предварительного подогрева в процессе сборки и сварки ниже значений для ремонта дефектов труб и сварных соединений методом вварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек) согласно СТО Газпром 15-1.1-002-2023, необходимо выполнить подогрев до регламентированной температуры предварительного подогрева.



Подготовительные работы. Предварительный и сопутствующий подогрев

Подогрев газопламенными устройствами (например, ручными, кольцевыми, одно- и многосопловыми горелками) выполнять допускается при снижении температуры предварительного подогрева свариваемых кромок:

- не более 10 °С ниже регламентированного значения 50 °С;
- не более 20 °С ниже регламентированного значения 100 °С;
- не более 30 °С ниже регламентированных значений 150 °С и 180 °С.

В процессе сварки температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя должна быть в интервале от 50 °С до 250 °С. Если температура опустилась ниже 50 °С, то следует провести сопутствующий (межслойный) подогрев до температуры от 50 °С до 80 °С.

При температуре окружающего воздуха ниже минус 30 °С температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя должна быть в интервале от 100 °С до 250 °С. Если температура опустилась ниже 100 °С, то следует произвести сопутствующий (межслойный) подогрев до температуры от 100 °С до 130 °С.



Установка индукционного нагрева Miller Pro Heat 35



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Общие требования

Общие требования

Производство сварочных работ при текущем и выборочном ремонтах не допускается при температуре окружающего воздуха в зоне ремонта ниже минус 40 °С.

Примечание – При ликвидации отказов, аварий и других случаях при температуре окружающего воздуха в зоне ремонта от минус 40 °С до минус 50 °С, решение о производстве сварочных работ принимает уполномоченный представитель ДЭО при соблюдении дополнительных организационно-технических мероприятий (например, состава рабочих бригад, режима работы, использования сварочного оборудования в хладостойком исполнении и т.п.).

При ветре более 5,0 м/с, а также при выпадении осадков проводить сварочные работы следует в инвентарных укрытиях.

В процессе сварки каждый слой шва и свариваемые кромки, а также после завершения сварки облицовочный слой и прилегающие к нему поверхности труб на расстоянии не менее толщины стенки, но не менее 20 мм должны быть зачищены от шлака и брызг наплавленного металла механическим способом шлифмашинками.

В процессе ремонта методом вварки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек), наплавкой, заваркой, вваркой заплат или приваркой патрубков, сварными стальными муфтами должен выполняться пооперационный внешний осмотр качества выполнения каждого слоя шва на отсутствие дефектов.

Пооперационный внешний осмотр должен осуществляться специалистом сварочного производства, аттестованным согласно ФНП в области промышленной безопасности на ОПО и/или иных нормативных правовых актов в области сварочного производства для группы технических устройств ОПО. Видимые дефекты швов должны своевременно устраняться.



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт дефектов труб и сварных соединений методом варки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек)

Ремонт дефектов труб и сварных соединений методом варки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек)

Подготовка, сборка и сварка кольцевых стыковых соединений труб при ремонте дефектов труб и сварных соединений методом варки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек) на трубопроводах наружным диаметром до DN 1400 включительно, должны выполняться в соответствии с СТО Газпром 15-1.1-002-2023.

Сварку прямых вставок (катушек) на прямых участках до 1,0 м от торца отводов холодного гнущего типа 1 согласно ГОСТ 24950 допускается выполнять при условиях:

- длина катушки должна быть равна диаметру ремонтируемого трубопровода, но не менее 250 мм;
- катушка должна быть установлена равносимметрично от дефектного демонтированного кольцевого стыкового сварного соединения трубопровода;
- выполнение УЗК предполагаемого места реза должно быть на ширину не менее 100 мм;
- овальность на торце отвода холодного гнущего после резки не должна превышать значений, установленных в ТУ на исходные трубы, если овальность на торце отвода холодного гнущего превышает значения, установленные в ТУ на исходные трубы, то овальность допускается выправлять безударными разжимными устройствами гидравлического типа в соответствии с СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 6);
- после резки должен быть выполнен НК на наличие расслоений согласно СТО Газпром 15-1.3-004-2023 (раздел 6).



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

При ремонте дефектов труб и сварных соединений номинальным диаметром от DN 500 методом варки труб, трубных плетей, прямых вставок (катушек) при отсутствии переходных колец, труб, прямых вставок (катушек) с толщинами стенок ремонтируемого трубопровода, допускается выполнять варку труб, прямых вставок (катушек) с большей или меньшей толщиной стенки в зависимости от класса прочности.

Сварка (варка) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) выполняют ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия.

Конструктивное исполнение разнотолщинных сварных соединений приведено в таблице и может быть двух видов:

- конструкция № 1 – труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки с переходными кольцами из труб ремонтируемого трубопровода;
- конструкция № 2 – труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки без переходных колец.

Выбор конструктивного исполнения определяется условиями проведения работ при ремонте трубопроводов.

При варке разнотолщинных труб (катушек) необходимо соблюдать следующие требования:

а) номинальная толщина стенки ввариваемых труб (катушек) должна определяться требованиями проектной документации, а разность номинальных толщин стенок свариваемых элементов должна быть:

- 1) не более половины номинальной толщины стенки катушки, патрубка (переходного кольца) меньшей толщины (конструкция № 1);



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Конструктивное исполнение разнотолщинных сварных соединений

Номер конструкции	Наименование	Общий вид конструкции с применением элемента большей толщины стенки	Общий вид конструкции с применением элемента меньшей толщины стенки*	Состав конструкции
1	Труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки с переходными кольцами из труб ремонтируемого трубопровода			1 – катушка, труба; 2 – переходное кольцо из трубы ремонтируемого трубопровода; 3 – труба ремонтируемого трубопровода; 4 – разнотолщинное сварное соединение с подваркой внутри корневого слоя шва; 5 – захлестное сварное соединение без подварки внутри корневого слоя шва
2	Труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки без переходных колец			1 – катушка, труба; 2 – труба ремонтируемого трубопровода; 3 – разнотолщинное сварное соединение без переходного кольца и без подварки внутри корневого слоя шва
* Труба (катушка) с меньшей толщиной стенки применяется по 9.3.2				



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500 (продолжение)

2) не более 2,5 мм при максимальной толщине стенки до 12,0 мм включительно, не более 3,0 мм при максимальной толщине стенки 12,0 мм включительно и более (конструкция № 2);

б) внутренне механическим способом торцов труб (катушек) большей толщины стенки (конструкция № 2) – по всему периметру под углом от 14 до 30°;

в) подварка изнутри корневого слоя шва разнотолщинных сварных соединений (конструкция № 1) – по всему периметру;

г) длина патрубка (переходного кольца) (конструкция № 1) – не менее 250 мм;

д) длина катушки (конструкции № 1, 2) – не менее диаметра трубы участка ремонтируемого трубопровода.

К конструкции № 1 относится труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки с патрубками (переходными кольцами) из труб ремонтируемого трубопровода.

Сборку и сварку проводят в следующей последовательности:

- переходные кольца из труб ремонтируемого трубопровода приваривают к торцам трубы (катушки) с большей или меньшей толщиной стенки с подваркой изнутри корневого слоя шва в соответствии с настоящим стандартом;

- трубу (катушку) с приваренными переходными кольцами устанавливается в разрыв участка ремонтируемого трубопровода и сваривается двумя сварными соединениями¹⁾ в соответствии с требованиями СТО Газпром 15-1.1-002-2023 (раздел 14).

Конструкция № 2 – труба (катушка) большей или меньшей толщины стенки без переходных колец.

Конструкцию следует применять в случаях невозможности установки прямой вставки (катушки) с переходными кольцами из труб ремонтируемого трубопровода.



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (вварке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

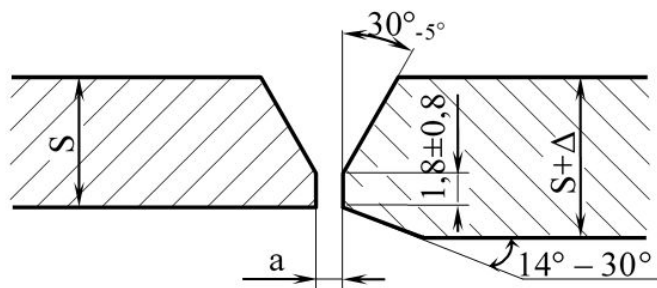
Требования к сварке (вварке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500 (продолжение)

Сборку и сварку проводят в следующей последовательности:

- устанавливают трубу (катушка) в разрыв участка ремонтируемого трубопровода;
- сваривают двумя разнотолщинными сварными соединениями без подварки изнутри корневого слоя шва в соответствии с настоящим стандартом.

При наличии в контролируемой зоне недопустимых наружных и/или внутренних дефектов (расслоений), толщины стенки, выходящей за минусовой допуск, место вырезки дефектного участка трубопровода должно быть перенесено на расстояние не менее 150 мм от конечных участков выявленных расслоений или недопустимых дефектов.

Сборка труб (катушек) должна выполняться с применением наружных звенных центраторов или специальных наружных центраторов.



Зазоры между стыкуемыми кромками труб (катушек)

Толщина стенки труб, катушек	Диаметр электрода, мм	Зазор между стыкуемыми кромками труб, катушек, мм
До 8,0 включ.	2,0–2,6	1,5–2,5
	3,0–3,25	2,0–3,0
От 8,0 до 10,0 включ.	3,0–3,25	2,5–3,5
Свыше 10,0	3,0–3,25	3,0–3,5

Геометрические параметры сборки сварных соединений при ремонте участков трубопроводов сваркой (вваркой) разнотолщинных труб (катушек)



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500 (продолжение)

Сборку разнотолщинных труб (катушек) с зазором от 0 до 0,5 мм с последующим сквозным пропилом до величины от 2,0 до 3,5 мм выполнять допускается.

9.3.18 Наружное смещение свариваемых кромок разнотолщинных стыковых соединений труб (катушек) не должно превышать 1):

- 20 % номинальной толщины стенки трубы, но не более 3,0 мм для труб с номинальной толщиной стенки свыше 10 мм;
- 40 % номинальной толщины стенки трубы, но не более 2,0 мм для труб с номинальной толщиной стенки до 10,0 мм включительно.

До начала сварки, в т.ч. прихваток, должен проводиться предварительный подогрев свариваемых кромок до температуры не менее 150 °С независимо от температуры окружающего воздуха.

Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности («+» на электроде). Направление сварки – на подъем. Сварку корневого слоя шва допускается выполнять постоянным током прямой полярности для обеспечения гарантированного обратного валика корневого слоя шва в случаях сборки труб (катушек) с зазором от 0,5 до 2,0 мм.

Размеры и количество прихваток при сборке соединений труб (катушек)

DN труб	Количество прихваток не менее, шт.	Длина прихватки не менее, мм
От 500 до 1000 включ.	3	60–100
От 1000 до 1400 включ.	4	100–200



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (вварке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Требования к сварке (вварке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500 (продолжение)

Подварочный слой разнотолщинных сварных соединений конструкций № 1 должен выполняться до начала сварки заполняющих слоев шва.

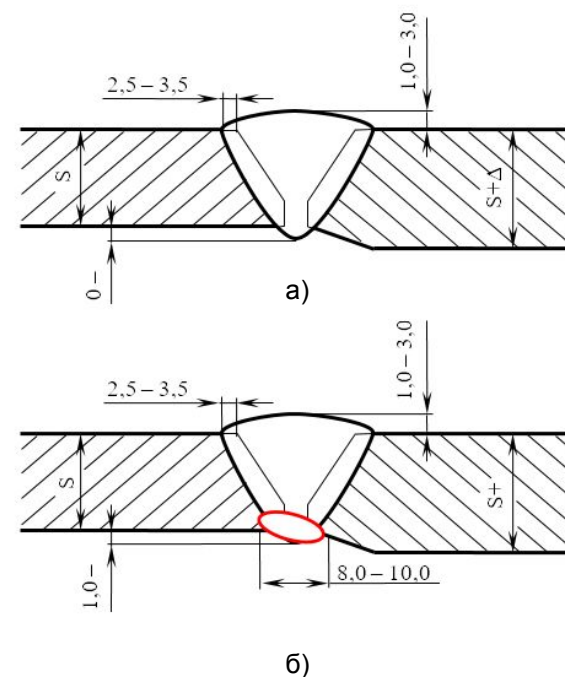
Сварка кольцевых стыковых соединений при ремонте участков трубопроводов вваркой разнотолщинных труб (катушек) должна выполняться за один цикл без перерывов. Количество сварщиков, одновременно выполняющих сварку каждого слоя шва, должно быть:

- не менее двух – для сварных соединений от DN 500 до DN 1000;
- не менее трех – для сварных соединений DN 1200 мм;
- не менее четырех – для сварных соединений DN 1400.

В случае вынужденных перерывов, необходимо поддерживать температуру предварительного подогрева по всему периметру сварного соединения.

Геометрические параметры сварных швов при ремонте участков трубопроводов сваркой (вваркой) разнотолщинных труб (катушек) приведены на рисунке.

Схемы сборки разнотолщинных сварных соединений труб (катушек) (конструкция № 2) приведены в таблице следующего слайда.



- а) разнотолщинное сварное соединение без подварки изнутри корневого слоя шва;
- б) разнотолщинное сварное соединение с подваркой изнутри корневого слоя шва

Геометрические параметры сварных швов при ремонте участков трубопроводов сваркой (вваркой) разнотолщинных труб (катушек)



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Требования к сварке (варке) разнотолщинных труб и прямых вставок (катушек) номинальным диаметром свыше DN 500

Схемы сборки разнотолщинных сварных соединений труб (катушек) (конструкция № 2) разнотолщинных труб (катушек)

Номер схемы сборки	Форма кромок с внутреннем	Форма сопряжения корневого слоя шва	Примечание
Схема № 1			<p>В случае если вставляемая труба (катушка) меньшей толщины стенки, чем ремонтируемый трубопровод, то внутренне выполняется на трубе ремонтируемого трубопровода</p>
Схема № 2			<p>δ согласно требований 10.3.18.</p>
<p>Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: S – толщина стенки трубы, прямой вставки (катушки) меньшей толщины; $S + \Delta$ – толщина стенки трубы, прямой вставки (катушки) большей толщины; Δ – разность номинальных толщин стенок свариваемых труб, прямых вставок (катушек) в соответствии с перечислением а) 9.3.18; δ – допустимого наружное смещение кромок свариваемых труб, прямых вставок (катушек) по 9.3.18. При выполнении внутренне следует, чтобы притупление кромки трубы большей толщины стенки располагалось на одном уровне с притуплением кромки трубы меньшей толщины (схема № 1), либо притупление меньшей толщины стенки было смещено внутрь трубы на расстояние не более величины допустимого наружного смещения по 9.3.18 (схема № 2).</p>			



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

Наплавкой выполняется ремонт несквозных поверхностных отдельно расположенных единичных или групповых дефектов коррозионного происхождения (местная коррозия), механического происхождения (риски, задиры, царапины) на основном металле труб, а также примыкающие или расположенные на заводских или кольцевых сварных соединениях, участков трубопроводов категории I) (только для переходов через болота типа III), категорий II–IV) по СП 36.13330.2012 диаметром от 426 до 1420 мм включительно с толщиной стенки от 7,0 до 41,0 мм с нормативным значением временного сопротивления на разрыв до 640 МПа включительно, временно выведенных из эксплуатации.

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений выполняют с применением следующих технологий сварки и их комбинаций: РД; МПИ; МПС; АПИ.

Для ремонта наплавкой основного металла труб допускается применение других технологий, включая МАД, РАД, автоматических роботизированных комплексов, по отдельным технологическим инструкциям, согласованным со структурным подразделением ПАО «Газпром».

До начала ремонтных работ с целью уточнения границ дефектов, толщины стенки, выявления возможных расслоений металла трубы, поверхностных и внутренних дефектов на расстоянии не менее 100 мм от контура предполагаемой выборки должен быть проведен ВИК, УЗК основного металла трубы.

В случаях пересечения (наложения) контура предполагаемой выборки с продольным или кольцевым сварным швом, дополнительно должен быть проведен РК или УЗК продольного или кольцевого сварного шва в границах дефектного участка, включая зоны примыкания по 100 мм в каждую сторону.



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

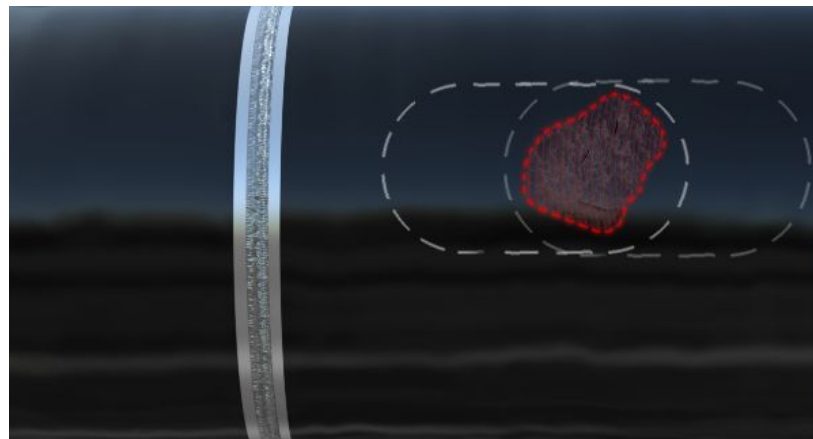
Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (продолжение)

Ремонт несквозных поверхностных единичных дефектов с остаточной толщиной стенки менее 3,0 мм, групповых дефектов с остаточной толщиной стенки менее 5,0 мм, в местах пересечений кольцевого шва с продольным сварным швом на расстоянии радиусом менее 200 мм, а также на участках трубопровода с недопустимыми дефектами труб и сварных швов, вмятинами, расслоениями, гофрами труб следует выполнять с применением других методов ремонта или их комбинаций в соответствии с настоящим стандартом.

Для нанесения границ выборки поверхностных дефектов целесообразно применять набор гибких шаблонов круглой, овальной или прямолинейной формы.

Количество единичных дефектов должно быть не более двух на один погонный метр ремонтируемого участка трубопровода.

Максимальные размеры выборок единичных дефектов не должны превышать значений параметров, приведенных в таблице следующего слайда, остаточная толщина стенки – не менее 3,0 мм.



Разметка дефектного участка с использованием гибких шаблонов круглой и овальной формы для последующего ремонта наплавкой несквозных поверхностных дефектов



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (продолжение)

Выборка (вышлифовка) единичного дефекта должна обеспечивать полное удаление дефекта. Глубина выборки не должна превышать глубину дефекта более чем на 1,0 мм. Ремонт наплавкой отдельных питтингов глубиной до 50 % толщины стенки трубы, расположенных в поле общей коррозии глубиной до 15 % толщины стенки трубы, подлежащей ремонту шлифовкой или пескоструйной обработкой, выполняется допускается.

Параметры выборки единичных дефектов

Класс прочности	Максимальная глубина выборки, % от толщины стенки	Форма выборки	Параметры выборки при толщине стенки, мм (рекомендуемые)					
			От 7,0 до 9,0 включ.		Св.9,0 до 14,0 включ.		Св. 14,0	
			длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
До К54 включ.	40	Круглая	Диаметр до 30		Диаметр до 50		Диаметр до 70	
	40	Овальная	-	-	До 60	До 35	До 80	До 40
	60	Круглая	-		Диаметр до 35		Диаметр до 50	
Свыше К54 до К65 включ.	40	Круглая	Диаметр до 30		Диаметр до 35		Диаметр до 60	
	40	Овальная	-	-	До 60	До 35	До 70	До 40
	60	Круглая	-		-		Диаметр до 40	



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

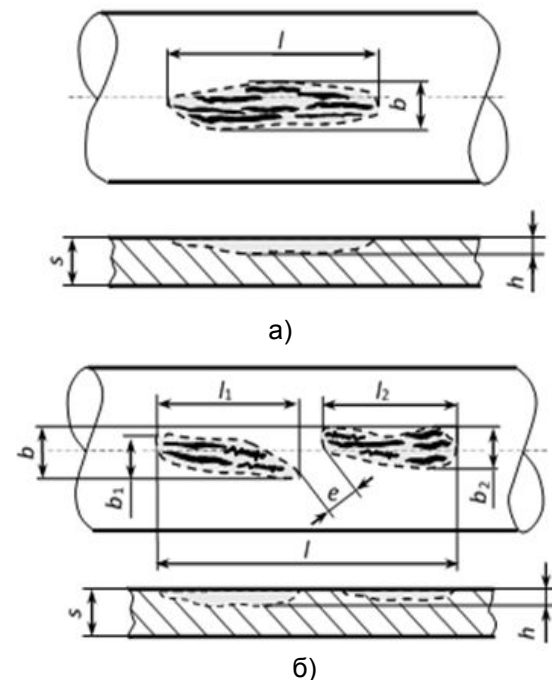
Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (продолжение)

Два или несколько дефектов основного металла трубы могут быть рассмотрены как групповой дефект, если:

- расстояние между соседними дефектами не превышает половины длины наибольшего дефекта, при длине наибольшего дефекта меньше пяти толщин стенки трубы;
- расстояние между соседними дефектами не превышает половины пяти толщин стенки трубы, при длине наибольшего дефекта больше пяти толщин стенки трубы.

Количество групповых дефектов с максимальной площадью выборки для соответствующего диаметра трубы должно быть не более одного на два погонных метра ремонтируемого участка трубопровода.

Максимальная глубина выборки групповых дефектов должна быть не более 60 % толщины стенки трубы или сварного шва, остаточная толщина - не менее 5,0 мм.



а) одиночный дефект металла труб с толщиной стенки S ,
б) близкорасположенные дефекты

Схематизация дефектов основного металла труб
трубопроводов



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (продолжение)

Выборка (вышлифовка) групповых дефектов должна обеспечивать полное удаление дефектов, при этом глубина выборки не должна превышать глубину поверхностных дефектов более чем на 1,0 мм.

До начала выборки дефектного участка независимо от температуры окружающего воздуха должен быть выполнен подогрев газопламенными нагревательными устройствами до температуры в интервале от 50 °С до 80 °С.

Параметры выборки групповых дефектов (представлено для DN ≥ 1020 мм)

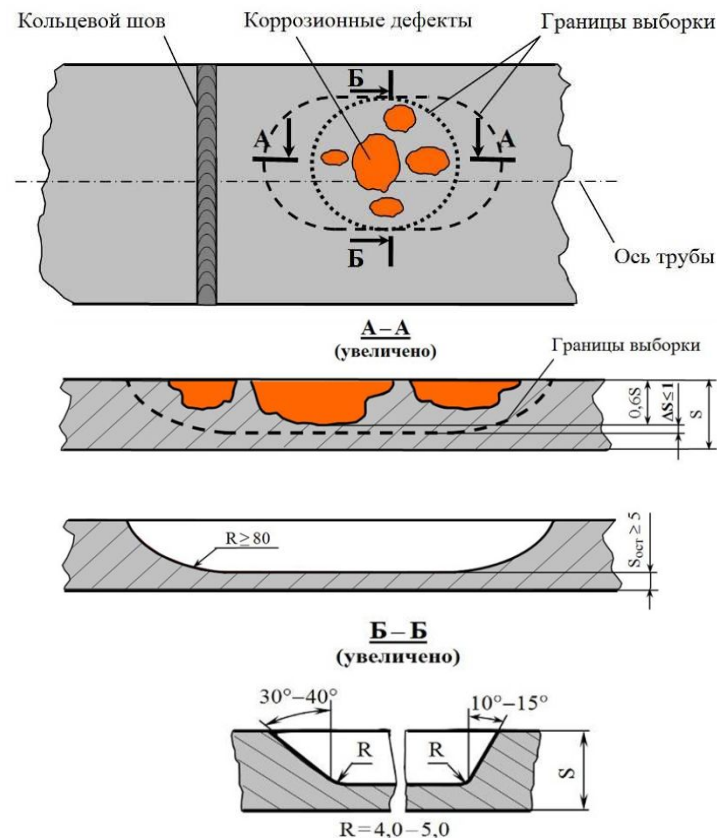
Наружный диаметр трубы, мм	Максимальная площадь выборки (по поверхности), мм ²	Форма Выборки	Параметры выборки (рекомендуемые)	
			длина, мм	при ширине, мм
1420	35 000	Круглая	Диаметр до 210	
		Овальная	До 500	От 70
		Прямолинейная	До 650	От 20 до 70
1220	27 950	Круглая	Диаметр до 190	
		Овальная	До 430	От 65
		Прямолинейная	До 560	От 20 до 65
1020	21 600	Круглая	Диаметр до 165	
		Овальная	До 360	От 60

Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (продолжение)

Наплавку заполняющих слоев выборки овальной, круглой или прямолинейной формы следует производить узкими валиками (стрингерными швами) по встречно-симметричной схеме с перекрытием от 2,0 до 3,0 мм. Направление швов в каждом последующем слое должно быть противоположно предыдущему. Ширина первых заполняющих слоев должна быть от 4,0 до 6,0 мм, последующих заполняющих слоев - от 8,0 до 10,0 мм, высота слоев шва должна быть не более 3,0 мм.

Контурный шов должен выполняться перед облицовочным слоем шва с колебаниями в направлении нормальном (перпендикулярном) к граничной линии выборки. Контурный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь ширину от 8,0 до 12,0 мм и перекрывать основной металл на расстояние от 2,5 до 3,5 мм.



Параметры выборки круглой, овальной формы при ремонте дефектного участка наплавкой



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений

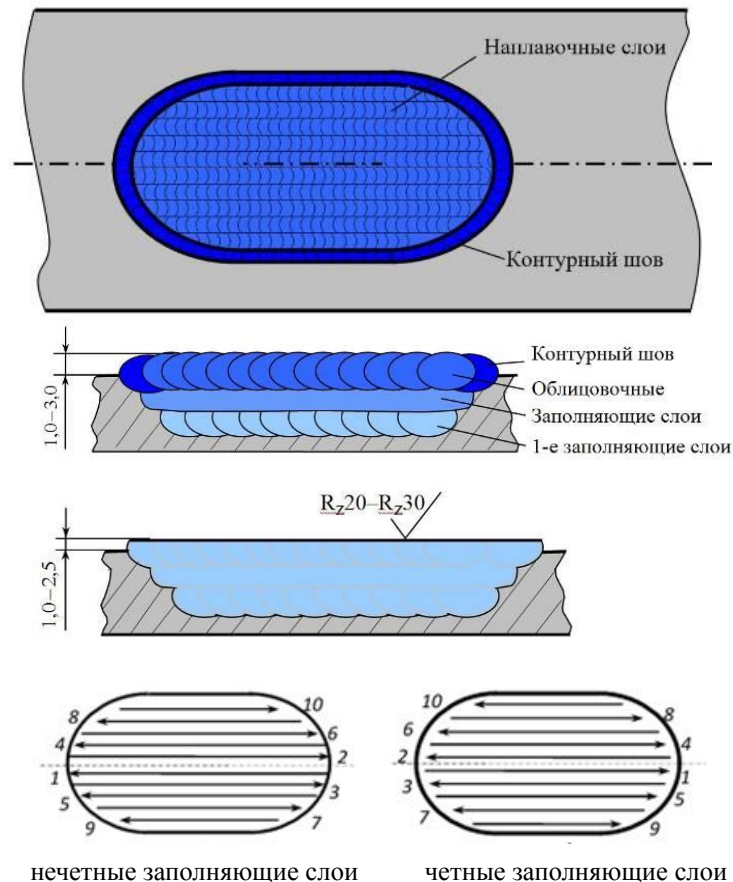
Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов основного металла труб и сварных соединений (окончание)

Наплавку прямолинейной выборки дефектного участка длиной до 300 мм за один этап, длиной свыше 300 до 500 мм - за два этапа, при этом дефектный участок условно разбивается на равные части, включая участки выхода выборки на наружную поверхность выполнять допускается.

Ремонт наплавкой дефектного участка должен выполняться без перерывов одним сварщиком с пооперационным внешним контролем выполнения каждого слоя шва.

После завершения ремонта дефектного участка наплавкой, облицовочные и контурный слои шва зачищаются механическим способом до достижения ровной поверхности наплавки с усилением от 0,5 до 1,5 мм с шероховатостью не более $Rz\ 32$.

Ремонт наплавки, имеющих недопустимые дефекты по результатам НК качества, осуществляют механической выборкой большей площади и последующей повторной наплавкой или с применением другого метода ремонта в соответствии с настоящим стандартом.



Параметры наплавки круглой, овальной формы при ремонте дефектного участка наплавкой



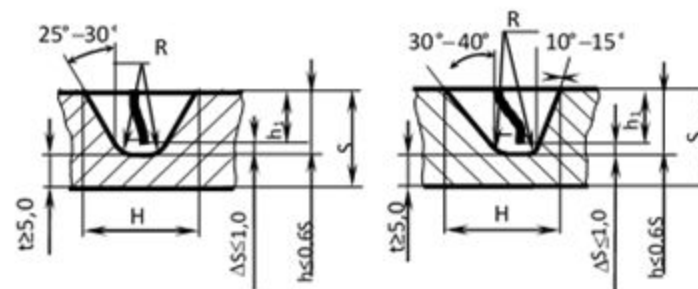
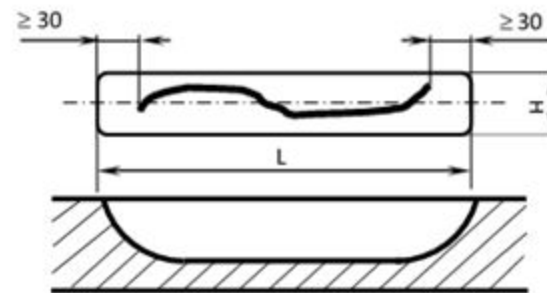
Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов коррозионного растрескивания под напряжением

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов коррозионного растрескивания под напряжением

Ремонту наплавкой подлежат дефекты КРН:

- трещины КРН на расстоянии более 100 мм от заводского продольного шва, имеющие в плане прямолинейные или криволинейные границы;
- трещины КРН, примыкающие к заводскому продольному или кольцевому швам или пересекающие заводской продольный или кольцевой шов, имеющие в плане прямолинейные или криволинейные границы, за исключением трещин КРН, находящихся в зоне пересечения заводского продольного и кольцевого швов на расстоянии не ближе 300 мм от сварных швов (продольного, кольцевого);
- сочетание дефектов КРН с коррозионными дефектами в границах одной выборки.

Ремонт дефектного участка с остаточной толщиной стенки менее 5,0 мм, в местах пересечений кольцевого шва с продольным сварным швом на расстоянии радиусом менее 300 мм, а также на участках трубопровода с недопустимыми дефектами труб и сварных швов, вмятинами, расслоениями, гофрами труб следует выполнять с применением других методов ремонта в соответствии с настоящим стандартом.



L - длина выборки по поверхности, H - ширина выборки по поверхности, h - глубина выборки, h_1 - глубина трещины, t - остаточная толщина стенки трубы, s - толщина стенки трубы, R = 4,0-5,0 мм

**Параметры выборки дефектного участка
прямолинейной формы в продольном и поперечном
сечении**



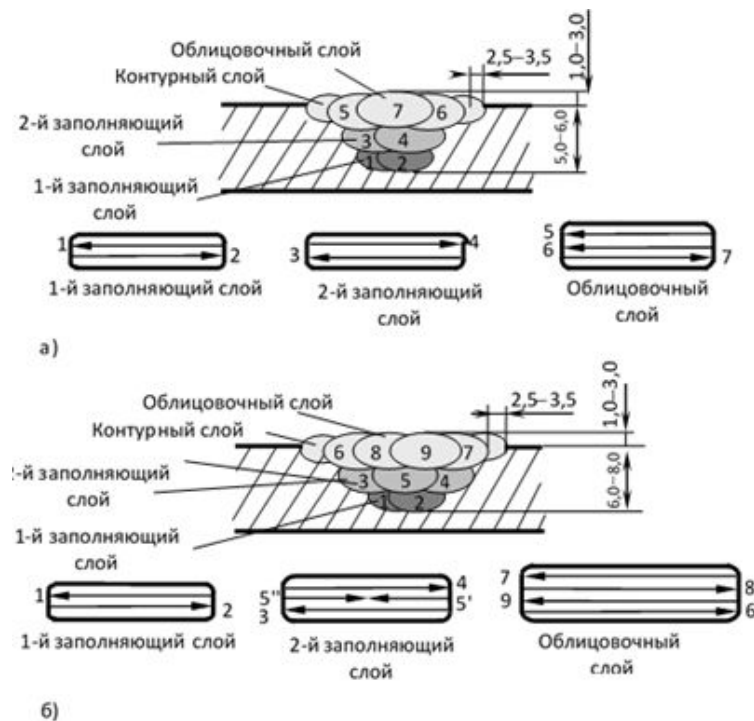
Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов коррозионного растрескивания под напряжением

Ремонт наплавкой поверхностных несквозных дефектов коррозионного растрескивания под напряжением (окончание)

Наплавку заполняющих слоев выборки овальной или прямолинейной формы следует производить узкими валиками (стрингерными швами) по встречно-симметричной схеме с перекрытием от 2,0 до 3,0 мм. Направление швов в каждом последующем слое должно быть противоположно предыдущему. Ширина первых заполняющих слоев должна быть от 4,0 до 6,0 мм, последующих заполняющих слоев - от 8,0 до 10,0 мм. Рекомендуемая последовательность и направление слоев шва при сварке (наплавке) выборки прямолинейной формы приведена на рисунке.

Контурный шов должен выполняться перед облицовочным слоем шва с колебаниями в направлении нормальном (перпендикулярном) к граничной линии выборки. Контурный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь ширину от 8,0 до 12,0 мм и перекрывать основной металл на расстояние от 2,5 до 3,5 мм.

Наплавку выборки дефектного участка допускается выполнять длиной до 300 мм за один этап, длиной свыше 300 до 500 мм - за два этапа, длиной от 500 до 650 мм - за три этапа.



а) при глубине выборки менее 6,0 мм;
б) при глубине выборки от 6,0 до 8,0 мм

Рекомендуемая последовательность и направление слоев шва при сварке (наплавке) выборки прямолинейной формы



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений

Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений

Максимальная длина единовременной сквозной выборки дефектного участка продольного заводского шва не должна превышать 350 мм, выборки по наружной поверхности – 500 мм на любых двух метрах сварного шва. Ремонтные сварные швы должны находиться на расстоянии не менее 500 мм друг от друга.

До начала ремонтных работ с целью уточнения границ несквозных внутренних и поверхностных дефектов (далее – дефектных участков) кольцевого или продольного сварных швов, толщины стенки и выявления возможных расслоений металла трубы должен быть проведен:

- ВИК, УЗК основного металла трубы на расстоянии не менее 100 мм от контура предполагаемой выборки;
- РК или УЗК длины продольного заводского шва в границах дефектного участка;
- РК или УЗК полного периметра кольцевого сварного шва.

После просушки перед выполнением несквозной выборки усиление наружного облицовочного сварного шва должно быть удалено механическим способом шлифмашинкой с абразивными зачистными кругами «заподлицо» с наружной поверхностью трубопровода с плавным выходом на усиление сварного шва на расстояние не менее 15 мм от границ предполагаемой выборки.

Параметры сквозных и несквозных выборок (представлено для DN ≥ 1020 мм)

Наружный диаметр трубы, мм	Максимальная длина единовременной сквозной выборки, мм	Максимальная длина единовременной выборки по наружной поверхности, мм
1420	350	500
1220	250	430
1020	150	360

Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений

Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений (продолжение)

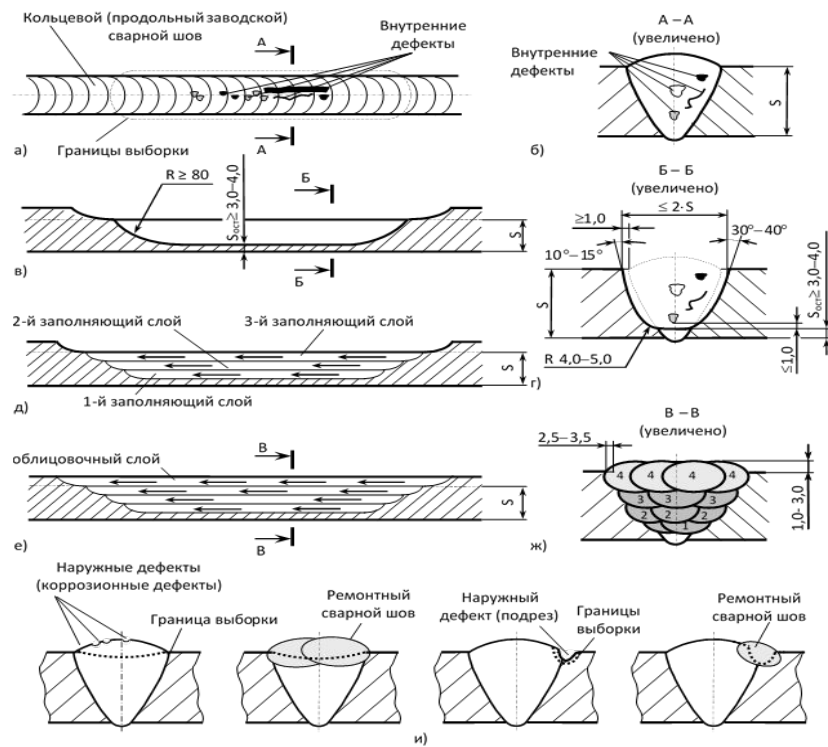
Форма и параметры несквозной выборки дефектного участка сварных швов, последовательность и направление слоев шва, параметры сварного шва при сварке (заварке) несквозной выборки приведены на рисунке.

Форма и параметры выборки дефектного участка с внутренними дефектами должны иметь:

а) в продольном сечении - чашеобразную форму с плавным выходом на наружную поверхность сварного шва, а длина выборки должна превышать фактическую длину дефектного участка не менее чем на 30 мм в каждую сторону;

б) в поперечном сечении - U-образную форму с симметричной или несимметричной формой выборки шириной не более двух толщин стенок ($2S$).

Угол скоса кромки симметричной выборки должен быть в интервале от 25° до 30° , угол скоса крутой кромки несимметричной выборки должен быть в интервале от 10° до 15° , пологой - в интервале от 30° до 40° . Выборка ремонтируемого дефектного сварного шва должна быть не менее 1,0 мм в обе стороны основного металла.



а) разметка дефектного участка; б) разрез дефектного участка в сечении А-А; в) геометрические параметры выборки в продольном направлении; г) геометрические параметры выборки в поперечном сечении (Б-Б); д) сварка (заварка) заполняющих слоев; е) сварка облицовочного слоя; ж) геометрические параметры сварного шва в поперечном сечении (В-В); и) границы выборки поверхностных дефектов и параметры сварного шва

Форма и параметры выборки дефектного участка сварных швов, последовательность и направление слоев шва, параметры шва при сварке (заварке) несквозной выборки



Методы ремонта дефектов труб и сварных соединений с применением технологий сварки. Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений

Ремонт заваркой несквозных и сквозных дефектов сварных соединений (продолжение)

Форма и параметры несквозной выборки дефектного участка сварных швов, последовательность и направление слоев шва, параметры сварного шва при сварке (заварке) несквозной выборки приведены на рисунке.

Форма и параметры выборки дефектного участка с внутренними дефектами должны иметь:

а) в продольном сечении - чашеобразную форму с плавным выходом на наружную поверхность сварного шва, а длина выборки должна превышать фактическую длину дефектного участка не менее чем на 30 мм в каждую сторону;

б) в поперечном сечении - U-образную форму с симметричной или несимметричной формой выборки шириной не более двух толщин стенок ($2S$).

Угол скоса кромки симметричной выборки должен быть в интервале от 250 до 300, угол скоса крутой кромки несимметричной выборки¹⁾ должен быть в интервале от 100 до 150, пологий \square в интервале от 300 до 400. Выборка ремонтируемого дефектного сварного шва должна быть не менее 1,0 мм в обе стороны основного металла.

а) разметка дефектного участка; б) разрез дефектного участка в сечении А-А; в) геометрические параметры выборки в продольном направлении; г) геометрические параметры выборки в поперечном сечении (Б-Б); д) сварка (заварка) заполняющих слоев; е) сварка облицовочного слоя; ж) геометрические параметры сварного шва в поперечном сечении (В-В); и) границы выборки поверхностных дефектов и параметры сварного шва

Форма и параметры выборки дефектного участка сварных швов, последовательность и направление слоев шва, параметры шва при сварке (заварке) несквозной выборки



Термическая обработка сварных соединений

Термическая обработка сварных соединений

Термическую обработку сварных соединений применяют согласно СТО Газпром 2-2.2-798, настоящего стандарта, а также требованиями НД по технологиям сварки, в том числе технических требований и технологических инструкций по сварке на конкретный объект ПАО «Газпром».

Термообработку необходимо проводить индукционным, радиационным и комбинированным способами. Для энергопитания применяют передвижные энергетические установки. Параметры режимов термообработки назначаются в соответствии с СТО Газпром 2-2.2-798.

В процессе аттестационных (квалификационных) испытаний технологии сварки уточняются параметры термической обработки сварных соединений трубопроводов, а в отдельных случаях (при неудовлетворительных результатах механических испытаний образцов из сварных соединений после ТО) и необходимость ее проведения.

Основным видом термической обработки на объектах ПАО «Газпром» является высокотемпературный (высокий) отпуск. Если проектом на строительство и ремонт объекта ПАО «Газпром» предусмотрены иные виды термообработки, то их выполняют в соответствии с НД ПАО «Газпром».

Сварные соединения, выполненные контактной сваркой оплавлением, подвергаются термической обработке согласно требованиям соответствующих технологических инструкций.

Допустимое максимальное время между окончанием сварки и началом термообработки устанавливают в соответствии с требованиями НД по термической обработке сварных соединений ПАО «Газпром».



БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ!