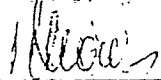
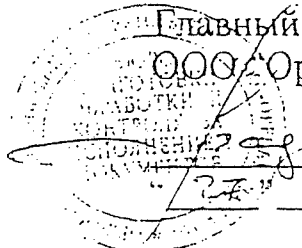


УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель генерального
директора ООО "ВНИИГАЗа"


В.И. Мурин
1999г.

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер
ООО "Оренбурггазпром"

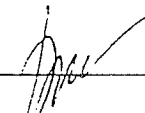

Н.А. Гафаров
2000г.

ИНСТРУКЦИЯ


по выбору и применению материалов изготовления
труб для трубопроводов, эксплуатирующихся
в сероводородосодержащих средах.



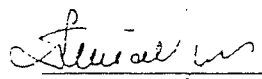
Начальник лаборатории
коррозионностойких
материалов и коррозии
ООО "ВНИИГАЗ"


В.Г. Антонов

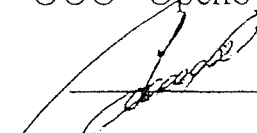
Главный механик
ООО "Оренбурггазпром"


Р.М. Яхин

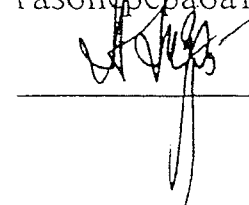
Главный инженер Управления
эксплуатации соединительных
газоконденсаторов
ООО "Оренбурггазпром"


А.И. Бауэр
16.05.2000г.

Главный инженер производствен-
ного газопромышленного управления
ООО "Оренбурггазпром"


А.В. Тен

Главный инженер Оренбургского
газоперерабатывающего завода


А.М. Трынов

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Область распространения	5
2 Коррозионные сероводородосодержащие среды.....	6
3 Виды разрушений стальных трубопроводов, вызываемых сероводородом	8
4 Основные факторы, влияющие на стойкость стальных труб против сероводородных разрушений	10
5 Методы определения стойкости труб против сероводородного растрескивания	16
6 Требования к трубам	20
7 Выбор труб	23
8 Расчет толщины стенки труб	29
9 Соединительные детали трубопроводов	32
10 Требования к монтажу и эксплуатации труб	33
11 Приложение 1. Примеры определения парциального давления сероводорода P_{H_2S} в трубопроводах.....	35
12 Приложение 2. Рекомендуемое применение труб с различной стойкостью против сероводородного растрес- кивания на участках трубопроводов с различными условиями работы.....	36

АННОТАЦИЯ.

В инструкции дана градация коррозионных сероводородосодержащих сред по степени их агрессивности применительно к трубопроводам в газовой отрасли, виды разрушений стальных труб, вызываемых этими средами, основные факторы, влияющие на стойкость труб против коррозионных разрушений, методы испытаний труб на стойкость против коррозионных разрушений, вызываемых сероводородом, основные факторы, влияющие на стойкость стальных труб против этих разрушений, требования к трубам, применяемым для строительства трубопроводов, транспортирующих сероводородосодержащие среды, рекомендуемый выбор труб для условий с различной агрессивностью рабочих сред и для участков трубопроводов с различной степенью ответственности (категорий), расчет толщин стенок труб с учетом категоричности участка и степени коррозионной агрессивности рабочей среды.

Инструкция разработана ВНИИГАЗом (начальник лаборатории Антонов В.Г., ответственный исполнитель Афанасьев В.П.) совместно со специалистами предприятия ООО "Оренбурггазпром".

Инструкция разработана впервые в качестве дополнительного руководящего документа и не отменяет действующие документы.

ВВЕДЕНИЕ.

При выборе труб для обустройства и реконструкции объектов добычи, транспортирования и переработки содержащего сероводород природного газа и сопутствующих компонентов (углеводородный конденсат, нефть, примеси пластовых вод и др. примесей) часто возникает необходимость в нормативном документе, позволяющем варьирование выбора труб с учетом, как условий работы конкретного трубопровода (степень агрессивности рабочей среды, температура, давление, рабочее напряжение, степень ответственности трубопровода или его участка, определяемая возможными последствиями его разрушения и т.д.), так и свойств труб, поставляемых по конкретным техническим условиям, с конкретными гарантируемыми свойствами и качеством (показатели, характеризующие стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением, против водородного растрескивания, прочностные и вязкопластические свойства, свариваемость, методы и объемы контроля свойств и качества труб при их изготовлении и т.д.). Если требования по механическим (прочностным, вязкопластическим) свойствам отражены в действующих нормативных документах (СНиП 2.05-06-85. Инструкция по применению стальных труб в газовой и нефтяной промышленности. Правила устройства газопроводов для трубопроводов с неагрессивными средами и др.), то по выбору труб, предназначенных для трубопроводов, транспортирующих сероводородосодержащие среды, практически нет нормативно-технических документов, позволяющих осуществлять выбор с учетом, как условий работы труб в составе трубопровода, так и свойства конкретных труб, характеризующих их стойкость против специфических разрушений, вызываемых сероводородом, конкретными величинами (пороговым напряжением при определении стойкости против сероводородного растрескивания под напряжением и показателями длины и толщины трещин при определении стойкости против водородного раст-

рескивания типа расслоения), определяемых по широко признанным методикам.

Настоящая инструкция предназначена для применения при выборе труб, предназначенных для обустройства, реконструкции и ремонта трубопроводов, транспортирующих сероводородосодержащие среды на Оренбургском газовом комплексе по добыче и переработке газа, содержащего сероводород при парциальном его давлении до 1,5 МПа, составлена на основании обобщения результатов исследований стойкости трубных сталей против сероводородного растрескивания, проводившихся ВНИИГАЗом в течение более 20 лет в процессе решения вопросов по обустройству Оренбургского ГКМ, месторождений Узбекистана, Туркмении, опыта эксплуатации трубопроводов на этих месторождениях, анализа литературных данных.

Инструкция предназначена для использования организациями, занимающимися проектированием обустройства, осуществлением строительства, эксплуатацией и ремонтом объектов добычи, переработки и транспортирования природного сероводородосодержащего газа.

В инструкции наряду с вопросами, рассмотренными действующими руководящими документами (ВСН 51-3-85; СП 34-116-97), такими, как расчет толщин стенки труб, перечень труб и др., которые в инструкции дополнены и расширены, содержатся также новые положения, отсутствовавшие в ранее созданных документах (градация стойкости против сероводородного растрескивания, основанная на результатах лабораторных испытаний по определенной методике (табл.1), рекомендуемый принцип выбора труб с определенной стойкостью против сероводородного растрескивания (табл. Прил.2) для участков трубопровода с определенными условиями работы (степень агрессивности рабочей среды, степень ответственности данного участка трубопровода). Настоящая инструкция не отменяет действующие руководящие документы и является дополнительным руководящим документом.

1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ.

Инструкция распространяется на трубопроводы стальные, транспортирующие сероводородосодержащие среды на объектах газовой отрасли:

- добыча природного газа: обвязка скважин газовых и газоконденсатных месторождений, газосборные промышленные сети, технологические трубопроводы на пунктах сбора и промышленной обработки (подготовка) газа и газового конденсата (за исключением труб внутри аппаратов и поставляемой в блочном исполнении наружной обвязки аппаратов), межпромышленные газо-и конденсатопроводы, трубопроводы в системах закачки в нагнетательные скважины промышленных сточных вод, закачки газового конденсата в подземные хранилища газового конденсата, закачки газа в скважины для поддержания пластового давления;

- транспортировка газа и газового конденсата от промыслов до перерабатывающих заводов, крупных потребителей сероводородосодержащего газа, в частности - ГРЭС;

- переработка газа и газового конденсата: расположенные на территории газоперерабатывающих заводов технологические трубопроводы сероводородосодержащего природного газа и газового конденсата, насыщенных сероводородосодержащим газом или содержащих примеси сероводородосодержащих жидких углеводородов, жидких реагентов (гликоли, амины и др.), за исключением труб внутри аппаратов, а также технологических конструкций и наружных обвязок аппаратов, поставляемых в блочном исполнении.

2 КОРРОЗИОННЫЕ СЕРОВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИЕ СРЕДЫ.

2.1 К сероводородосодержащим коррозионным средам (далее сероводородосодержащие среды) относятся применяемые на указанных в п.1 объектах газообразные и жидкие среды, а также газожидкостные смеси, способные, вследствие присутствия в них сероводорода и влаги, вызывать различные, указанные в п.3, виды разрушений стальных труб и изделий в результате электрохимической коррозии, в т.ч. сплошную (равномерную и локальную) коррозию, сероводородное растрескивание под напряжением (с.р.н.) и водородное растрескивание (в.р.) типа расслоения.

2.2 По способности вызывать сероводородное растрескивание сталей, а также интенсивности воздействия на окружающую среду при выходе в атмосферу сероводородосодержащие среды делятся на:

- среды с низким содержанием сероводорода;
- среды со средним содержанием сероводорода;
- среды с высоким содержанием сероводорода.

К средам с низким содержанием сероводорода относятся:

- газ, содержащий сероводород в концентрации, обуславливающей при рабочем общем давлении в трубопроводе парциальное давление сероводорода P_{H_2S} более 300 до 10 000 Па (0,003 до 0,1 кгс/см²):

- жидкости, находящиеся в равновесии с сероводородосодержащим газом под давлением, обуславливающим парциальное давление P_{H_2S} более 300 до 10 000 Па (0,003 до 0,1 кгс/см²):

- жидкости, содержащие растворенный сероводород в количестве, соответствующем его растворимости при P_{H_2S} более 300 до 10 000 Па (0,003 до 0,1 кгс/см²).

К средам со средним содержанием сероводорода относятся:

- газ, содержащий сероводород в концентрации, обуславливающей при рабочем общем давлении в трубопроводе парциальное давление сероводорода P_{H_2S} более 10000 Па до 1,5 МПа (0,1 до 15 кгс/см²):

- жидкости, находящиеся в равновесии с сероводородосодержащим газом под давлением, обуславливающим парциальное давление P_{H_2S} более 10000 Па до 1,5 МПа (0,1 до 15 кгс/см²):

- жидкости, содержащие растворенный сероводород в количестве, соответствующем его растворимости при парциальном давлении сероводорода P_{H_2S} более 10000 Па до 1,5 МПа (0,1 до 15 кгс/см²).

К средам с высоким содержанием сероводорода относятся:

- газ, содержащий сероводород в концентрации, обуславливающей при рабочем общем давлении в трубопроводе парциальное давление сероводорода P_{H_2S} более 1,5 МПа (15 кгс/см²):

- жидкости, находящиеся в равновесии с сероводородосодержащим газом под давлением, обуславливающим парциальное давление сероводорода P_{H_2S} более 1,5 МПа (15 кгс/см²):

- жидкости, содержащие растворенный сероводород в количестве, соответствующем его растворимости при парциальном давлении P_{H_2S} более 1,5 МПа (15 кгс/см²):

Среды с парциальным давлением менее 300 Па (0,003 кгс/см²) считаются не вызывающими сероводородное растрескивание.

Парциальное давление сероводорода определяется по формуле:

$$P_{H_2S} = \frac{P \cdot C_{H_2S}}{100}, \text{ МПа или кгс/см}^2 \quad (1)$$

где: P - общее давление газа, МПа или кгс/см²;

C_{H_2S} - содержание в газе сероводорода в объемных или мольных процентах.

Растворимость сероводорода в жидкостях определяется по справочникам или экспериментально (примеры в приложении 1).

3. ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ СЕРОВОДОРОДОМ.

Разрушающее воздействие сероводорода, содержащегося в природном газе и сопутствующих жидких средах, проявляется в двух видах: сплошной коррозии и растрескивании.

3.1 Сплошная коррозия (равномерная или локальная) происходит непосредственно на поверхности, контактирующей с влажной сероводородосодержащей средой и приводит к уменьшению толщин стенок труб и оборудования, образованию язв, питтингов, сквозных свищей, ослаблению конструкционной прочности.

Этот вид разрушения протекает сравнительно медленно и поддается контролю при вскрытии трубопровода визуально, а также с помощью выпускаемых промышленностью приборов, определяющих толщину стенок без вскрытия трубопровода (неразрушающие методы контроля) при доступе к наружной стенке трубопровода или при движении прибора внутри трубопровода.

3.2 Сероводородное растрескивание сталей является следствием наводороживания и снижения пластических свойств металла в процессе электрохимической сплошной коррозии в присутствии сероводорода. Этот вид разрушения может иметь различный механизм и проявляться в различных формах, основными из которых можно считать указанные в п.п. 3.2.1 и 3.2.2.

3.2.1 Водородное растрескивание (в.р.) проявляется возникновением многих, расположенных в плоскостях, параллельных поверхности трубы, видимых визуально мелких (видимые визуально и при небольшом до 100-кратном увеличении) трещин и мелких расслоений с последующим ростом

и соединением их в большие трещины и расслоения. Соединения расслоений, расположенных на различном удалении от поверхности трубы, образуют "ступени" - опасные поперечные трещины. На поверхности металла часто появляются мелкие вздутия ("пузыри") вследствие скопления водорода в подповерхностных несплошностях под давлением. Эта форма разрушения более характерна для относительно пластичных углеродистых и низколегированных листовых сталей с повышенной полосчатостью структуры. Расслоение стали под действием сероводорода может вызываться в отсутствие внешних механических напряжений металла. Механические напряжения ускоряют рост мелких трещин и их соединение в более крупные. Так как этот вид разрушения может развиваться на значительных участках, он, вследствие сравнительно медленного распространения по площади, может быть обнаружен при ревизиях трубопровода с помощью ультразвуковых или других приборов при доступе с наружной стороны или при внутритрубной инспекции.

3.2.2 Сероводородное растрескивание под напряжением (с.р.н.) проявляется в быстром (после достижения критической длины), по сравнению с процессом сплошной коррозии, развитии под напряжением одной, направленной перпендикулярно действующим напряжениям растяжения, трещины при отсутствии или слабом развитии других близлежащих. Эта форма разрушения более характерна для сталей с относительно высокими показателями твердости, механической прочности и низкими пластическими свойствами. Зарождение и развитие трещины вызывается напряжением, превышающим критическое для данной стали в данной сероводородной влажной среде. Вследствие быстрого развития и малой площади распространения, этот вид разрушения трудно поддается контролю и поэтому является наиболее опасным.

4. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОЙКОСТЬ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ПРОТИВ СЕРОВОДОРОДНЫХ РАЗРУШЕНИЙ.

Факторы, влияющие на стойкость стальных труб и оборудования против сероводородных разрушений, можно разделить на две группы: внутренние, присущие самому изделию, и внешние, присущие транспортируемой и окружающей среде.

4.1 Внутренние факторы.

4.1.1 Химический состав трубных сталей.

В данной инструкции в качестве "трубных" сталей рассматриваются углеродистые и низколегированные стали. При необходимости упоминания о высоколегированных ("нержавеющих") сталях, они будут названы.

Химический состав трубных сталей определяет возможность, при соответствующей технологии, получения структуры, сочетающей необходимые механические свойства со стойкостью против сероводородного растрескивания под напряжением и против явлений водородного растрескивания. Одновременно химический состав определяет количество вредных примесей: сера (S), фосфор (P), мышьяк (Sb) и др., ответственных за образование в стали неметаллических включений, влияет на форму включений, возможность выделений на межзеренных границах и др.

С повышением содержания вредных примесей (S,P,Sb) стойкость стали против сероводородного растрескивания снижается.

Химический состав сталей однозначно определяет их свариваемость, определяемую эквивалентом углерода, с повышением которого свариваемость ухудшается, снижается стойкость сварных швов против с.р.н.

Для возможности получения труб, сочетающих повышенные механические свойства и стойкость против сероводородного растрескивания, применяются трубные стали низколегированные с низким содержанием вредных примесей (серы менее 0.010%, фосфора менее 0.015%).

десульфурированные, обработанные кальцием или его аналогами по воздействию на качество. Такая обработка при плавке трубных сталей способствует дополнительному удалению вредных примесей, глобулизации оставшихся в стали неметаллических включений, чем достигается повышение стойкости стали против сероводородного растрескивания (с.р.н. и в.р.).

На стойкость к сплошной коррозии трубных сталей (углеродистых и низколегированных) химический состав влияет, как правило, незначительно. В слабокислых средах ($\text{pH} \geq 5$) во многих случаях (если степень и характер минерализации водной фазы потока благоприятны) стойкость к сплошной коррозии может быть повышена увеличением в составе стали меди до 0,4-0,5%, если при этом свариваемость стали будет удовлетворительной.

4.1.2 Структура металла, зависящая от химического состава стали, технологии изготовления и термической обработки изделий, является определяющим фактором получения требуемых механических свойств и стойкости против с.р.н. и против в.р. при данном химическом составе стали. Наиболее благоприятной структурой трубных сталей, в большинстве случаев, является мелкодисперсная, близкая к равновесной, структура, полученная в результате термической обработки низколегированной стали по режиму улучшения (закалка с последующим отпуском) или по другим специальным режимам, обеспечивающим сочетание требуемых механических свойств со стойкостью против сероводородного растрескивания.

Контролируемая прокатка (обычно листовой стали) в зависимости от конкретного режима и конкретного химического состава может обеспечивать или не обеспечивать стойкость стали против сероводородного растрескивания под напряжением и водородного растрескивания.

Для некоторых углеродистых и низколегированных сталей достаточная стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением в сочетании с хорошими механическими свойствами обеспечивается термической обработкой труб по режиму нормализации.

Наиболее склонной к растрескиванию под напряжением для низколегированных и углеродистых сталей является твердая хрупкая структура после закалки без последующего отпуска.

Повышенная полосчатость структуры может стимулировать водородное растрескивание (расслоение).

Трубы из нелегированных углеродистых качественных сталей с содержанием углерода до 0,2% могут иметь удовлетворительную стойкость после горячей прокатки без термической обработки или после холодной прокатки с последующей нормализацией. Фактическая стойкость труб против с.р.н. и в.р. должна быть подтверждена лабораторными испытаниями компетентной организацией (ВНИИГАЗ).

4.1.3 Механические свойства трубной стали во многом определяют стойкость труб против сероводородного растрескивания. Повышение твердости и прочности стали связано, как правило, с повышением склонности ее к растрескиванию под напряжением, поэтому твердость углеродистых и низколегированных трубных сталей ограничивается максимальной величиной не более 22 единиц по Роквеллу шкале С ($HRC \leq 22$). Сочетание повышенной прочности стали со стойкостью ее к сероводородному растрескиванию достигается выбором химического состава стали и технологией изготовления труб (изделий).

4.1.4 Остаточные напряжения после холодной или теплой обработки металла (холодная прокатка, гнутье, штамповка, ковка и др.) повышают склонность изделия к сероводородному растрескиванию под напряжением. Во многих случаях недопустимо высокие остаточные напряжения имеют место в сварных швах и зонах термического влияния сварки. Высокие

остаточные напряжения снимаются отпуском при температуре в интервале 550° - 650°С (в зависимости от химического состава стали и технологии производства изделия).

4.1.5 Форма, направление, размеры и количество дефектов в структуре металла влияют на процесс сероводородного растрескивания.

Наиболее интенсивно сероводородное растрескивание под напряжением вызывают дефекты, направленные перпендикулярно направлению действующих растягивающих рабочих напряжений, имеющие острые незакругленные формы. Скопление дефектов структуры в одной плоскости стимулирует водородное растрескивание.

4.1.6 Толщина стенки труб, изготовленных из определенной стали по определенной технологической схеме изготовления, влияет на качество структуры, ее однородность по сечению трубы и свойства стали. С увеличением толщины стенки труб (при равных прочих условиях изготовления), как правило, ухудшается структура металла, увеличиваются скопления неметаллических включений в срединных слоях толщины стенки листа или в зоне вблизи внутренней поверхности бесшовных труб, увеличивается степень разнородности по сечению толщины, снижаются прочностные и пластические свойства металла, повышается склонность (особенно листовой стали) к водородному растрескиванию (типа расслоения).

4.1.7 Способы производства труб, включая технологию выплавки стали и технологию изготовления труб, влияют на все служебные их свойства опосредованно, через формирование структуры металла.

4.1.8 Технология выплавки стали определяет фактический химический ее состав, вид, количество и распределение неметаллических включений, остатки газа, ликваций и др. металлургических факторов.

Технология производства труб определяет окончательную структуру металла труб, ее равновесность, однородность, полосчатость, величину и

форму зерен, форму неметаллических включений, наличие закалочных структур, твердость и др. факторы, влияющие на служебные свойства труб.

4.2 Внешние факторы

4.2.1 Парциальное давление сероводорода P_{H_2S} (определяется для газовой среды по формуле п.2.2.).

С повышением парциального давления сероводорода в рабочей влажной среде снижается рН среды, возрастает интенсивность наводороживания стали в процессе ее сплошной электрохимической коррозии, охрупчивание, а также сероводородного растрескивания под напряжением и водородного растрескивания.

4.2.2 Водородный показатель жидкой среды рН может изменяться примесями минерализованной воды и др. факторами. С повышением рН от нейтрального, равного 7, интенсивность сплошной коррозии и сероводородного растрескивания снижается, с понижением - возрастает; повышение рН до уровня более 10 может вызвать щелочную коррозию и хрупкость сталей, склонных к этому виду разрушения.

4.2.3 Температура оказывает существенное влияние на процесс сплошной коррозии и растрескивания стали. Наиболее интенсивно сероводородное растрескивание под напряжением происходит при температурах в интервале от плюс 20° до плюс 40°С. С повышением и понижением температуры от указанного интервала интенсивность сероводородного растрескивания под напряжением снижается. Интенсивность сплошной коррозии и водородного растрескивания с повышением температуры возрастает непрерывно, если не создаются условия образования на корродирующей поверхности плотной пленки продуктов коррозии, тормозящей процесс.

4.2.4 Внешние растягивающие (и приводимые к ним) напряжения от давления, веса, монтажные напряжения и др. определяют, во многом, долговечность работы труб и оборудования, работающих в контакте с

сероводородосодержащими средами. При длительно действующих напряжениях растяжения, равных или выше предела текучести, все исследованные углеродистые и низколегированные стали подвергаются быстрому сероводородному растрескиванию под напряжением.

С увеличением растягивающих напряжений возрастает вероятность зарождения трещин и скорость их роста, а также меняется характер разрушения труб. Наиболее опасные виды разрушения происходят от высоких напряжений, обусловленных внутренним давлением газа в трубах больших диаметров в связи с большим запасом упругой энергии в сжатом газе, способным обусловить (после достижения трещиной критической длины) взрывообразное разрушение трубопровода с большим его раскрытием, отрывом кусков металла труб, образованием искр, возгоранием, повреждением близлежащих трубопроводов, сооружений.

Взрывообразное разрушение изделий трубных сталей не вызывается давлением неупругих жидкостей и невысокими напряжениями (менее 0,2 - 0,1 от предела текучести металла), вызываемыми давлением газа.

4.2.5 Общее давление влияет как фактор, определяющий напряжения в металле, характер разрушения трубопровода и парциальное давление сероводорода в среде (п.4.2.4, 4.2.1).

4.2.6 Степень и характер минерализации водной фазы влияет неоднозначно, в зависимости от химического состава растворенных солей и кислот, вида стали, температуры и др. Соль NaCl, например, может снижать интенсивность сероводородного растрескивания под напряжением углеродистых сталей и вызывать хлоридное растрескивание и сплошную коррозию некоторых нержавеющих сталей с образованием питтингов (особенно при повышенной температуре).

4.2.7 Влажность газа и жидких углеводородов, содержащих сероводород, определяют возможность образования на поверхности металла

пленки влаги, являющейся электролитом в процессе электрохимической коррозии.

В отсутствие капельной влаги, при высокой относительной влажности газа, пленка воды может образовываться на внутренней поверхности трубопровода путем сорбции влаги из газа поверхностью труб, покрытой окалиной, продуктами коррозии и др. Способность поверхности сорбировать влагу из газа зависит от многих факторов, в том числе от химического состава и структуры отложений на поверхности труб и относительной влажности газа. Газ с относительной влажностью менее 60% можно считать не агрессивным, так как при этом пленка электролита не образуется и процесс заторможен.

5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОЙКОСТИ ТРУБ ПРОТИВ СЕРОВОДОРОДНОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ.

5.1 Лабораторные испытания.

5.1.1 Лабораторные испытания стойкости металла и сварных швов труб против сероводородного растрескивания под напряжением.

В качестве основного метода определения стойкости металла и сварных швов труб против сероводородного растрескивания под напряжением (п.3.2.2) в лабораторных условиях принята "Методика испытания сталей на стойкость против сероводородного растрескивания" - МСКР-01-85 (ГКНТ СССР, Москва 1985) с применением в качестве испытательной среды насыщенного при атмосферном давлении сероводородом водного раствора (5% NaCl + 0.5% CH₃COOH).

При этом определяется условное пороговое напряжение $\sigma_{пор}$ - максимальное напряжение растяжения, при котором образцы не разрушаются в испытательной среде за 720 часов испытания.

Допускается применение методики Национальной Американской Ассоциации инженеров коррозионистов (NACE/TM-01-77) (в редакции 1996г) с применением аналогичного указанному выше раствора в качестве испытательной среды, нагрузкой образцов постоянным растяжением (метод А).

5.1.2 Лабораторные испытания стойкости металла труб против водородного растрескивания.

В связи с отсутствием утвержденной отечественной методики для испытания в лабораторных условиях сталей на стойкость против водородного растрескивания типа расслоения (п.3.2.1) временно принята разработанная NACE методика ТМ 02-84-96 с применением в качестве испытательной среды указанного в п. 5.1.1 раствора.

Ненапряженные образцы металла определенной формы выдерживаются в течение 96 часов в испытательной среде, затем определяются показатели трещин:

- показатель длины трещин CLR- выраженное в процентах усредненное отношение суммы длины трещин в сечении испытанных образцов к ширине сечения образцов;

- показатель толщины трещин CTR - выраженное в процентах усредненное отношение суммы толщин трещин и соединяющих их по высоте образца (толщине листа или стенки трубы) ступенек к высоте образца (толщине листа или стенки труб) после снятия с обеих поверхностей - наружной и внутренней - "черного" слоя по 1 мм).

5.1.3 Классификация стойкости стальных труб против сероводородного растрескивания по результатам лабораторных испытаний.

По стойкости против сероводородного растрескивания под напряжением (с.р.н.) и водородного растрескивания типа расслоения (в.р.), определяемых в лабораторных условиях, металл готовых труб делится на 5 групп, указанных в таблице 1.

Таблица 1.

Стойкость металла труб против сероводородного растрескивания под напряжением (с.р.п.)
и водородного растрескивания (в.р.)*

Группы стойкости	Показатели стойкости		C'TR % не более → 0**
	с.р.п.	в.р.	
	$\sigma_{\text{нр}}$ в долях от $\sigma_{0.2}$ МПа не менее	C'I.R % не более	
C-1	0.8	3	
C-2	0.7	6	1
C-3	0.6	12	2
C-4	0.5	20	3
нестойкие	менее 0.5	более 20	более 3

* К бесшовным трубам из качественных сталей с толщиной стенки до 12 мм могут предъявляться только требования по $\sigma_{\text{нр}}$ к электросварным и толстостенным бесшовным трубам предъявляются требования: $\sigma_{\text{нр}}$; C'I.R; C'TR.

** Имеющиеся отдельные мелкие трещины расположены в одной плоскости или, располагаясь в плоскостях, разноразличных от поверхности, не соединяются поперечной трещиной между собой с образованием "ступенек" и удалены друг от друга на расстоянии более 0.5 мм.

Применимыми для работы в контакте с сероводородосодержащими средами под давлением, в зависимости от условий работы и категории участка трубопровода, являются первые четыре группы (от С-1 до С-4).

Трубы, группы стойкости ниже "С-4" не рекомендуются к применению для работы в контакте с сероводородосодержащими средами под давлением.

5.2 Испытание труб на полигоне и стендах промышленных предприятий.

5.2.1 Испытания осуществляются (при наличии положительных результатов лабораторных испытаний) на испытательном полигоне предприятия по добыче, транспортировке или переработке сероводородосодержащего газа.

Испытуемые трубы монтируются с применением их сварки между собой и, если необходимо, с трубами из другой, применяемой для обустройства данного объекта с рабочими сероводородосодержащими средами, стали по технологии, предполагаемой для осуществления сварочно-монтажных работ.

5.2.2 Полигонные (стендовые) испытания труб осуществляются по программе испытаний, утвержденной организацией-владельцем полигона, согласованной с заинтересованными организациями (производителем, потребителем труб), содержащей методику испытаний, их продолжительность, критерии и методы оценки соответствия труб требованиям технических условий на их производство и, при целесообразности, дополнительным требованиям потребителя.

5.2.3 Акты полигонных (стендовых) промышленных испытаний, согласованные со службами государственного технического надзора, являются, совместно с результатами лабораторных испытаний, основанием применения труб для обустройства объектов добычи.

транспорта и переработки сероводородосодержащего газа в газовой отрасли.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБАМ.

6.1 Для строительства трубопроводов, работающих под давлением сероводородосодержащих сред, должны применяться, как правило, трубы из качественных спокойных углеродистых и низколегированных сталей, удовлетворительная стойкость против сероводородного растрескивания которых установлена лабораторными исследованиями (организацией, имеющей соответствующих специалистов и необходимое оборудование для испытаний) и подтверждена, включая монтажную сварку, испытанием в промышленных условиях на полигоне или промышленным применением на объектах газовой отрасли с сероводородосодержащими средами.

Трубы из сталей обыкновенного качества допускается применять на участках трубопроводов невысокой ответственности с невысокими напряжениями от давления среды.

Трубы из новых качественных сталей, не прошедшие промышленное испытание, могут допускаться к применению, при наличии положительного заключения по результатам лабораторных испытаний, к опытно-промышленному применению на участках газосборных сетей и транспортных трубопроводов пониженной ответственности (участки категорий III и IV по СНиП 2.05.06-85, СП 34-116-97) или при рабочих давлениях, обуславливающих невысокие растягивающие напряжения в металле труб от давлений (не более 20% от минимального предела текучести) на участках трубопроводов, расположенных на территории газосборных пунктов и газоперерабатывающих заводов и на участках категорий выше III категории.

При этом должна иметься технология монтажной сварки этих труб, обеспечивающая удовлетворительную стойкость против сероводородного

растрескивания под напряжением, подтвержденную лабораторными испытаниями компетентной организации.

6.2 Качество труб, предназначенных для работы под давлением сероводородосодержащих сред, должно быть проверено (кроме визуального осмотра и поверхностной дефектоскопии) надежными неразрушающими методами (УЗК) на наличие скрытых внутренних дефектов на заводе-изготовителе труб, что отмечается в сертификате на поставку труб.

Все трубы должны иметь сертификатные данные, указывающие завод-изготовитель, технические условия или ГОСТ, по которому изготавливались, марку стали, химический состав, вид термообработки (для термообработанных труб), номера партий труб, результаты испытаний механических свойств, твердости, результаты гидравлического испытания с указанием давления испытания, испытания на загиб, других испытаний, предусмотренных техническими условиями, ГОСТ или требуемых в заказе на трубы.

6.3 Определение механических свойств на растяжение должно производиться на заводе-изготовителе по ГОСТ 10006-80.

Испытания на твердость металла труб должно производиться по ГОСТ 9012-59.

Не допускается при проведении на заводе - изготовителе труб замена испытаний механических свойств растяжением и прямого замера твердости на определение этих показателей неразрушающими методами.

6.4 Бесшовные трубы должны быть, как правило, испытаны на загиб по ГОСТ 3728-78.

6.5 Бесшовные трубы должны изготавливаться из катаной или кованой заготовки. Бесшовные трубы, прокатанные из литой заготовки "в слиток", характеризующиеся часто более грубой структурой без специальной, отдельно проведенной (не с прокатного нагрева)

термообработки и большим (по сравнению с катаной или ковальной заготовкой) количеством дефектов, должны применяться, как правило, на участках трубопроводов менее ответственных и с меньшими напряжениями от внутреннего давления газа.

Допускается применение на участках трубопроводов повышенной ответственности под давлением сероводородосодержащего газа (категории В. I. II по СНиП 2.-5.06-85, СП 34-116-97) бесшовных труб из качественных сталей, изготовленных из трубных заготовок, отлитых в слиток, при условии выполнения мер, обеспечивающих повышение качества труб (технологические меры по снижению содержания в стали вредных примесей, по улучшению макро- и микроструктуры слитка, по технологии изготовления труб, включая дополнительную термообработку, дефектоскопию и др.), что должно быть отражено в технических условиях на трубы и подтверждено в сертификатах на поставленные трубы. Применение труб, изготовленных из слитка допускается после положительного заключения специализированной организации.

Трубные заготовки, получаемые на установках непрерывной разливки стали должны изготавливаться из сталей повышенной чистоты (содержание серы не должно превышать 0,010%, фосфора - не более 0,015%). Трубы из таких заготовок допускаются к применению при наличии положительного заключения специализированной организации (ВНИИГАЗ).

6.6 Все бесшовные трубы должны подвергаться на заводе-изготовителе гидравлическому испытанию на давление, соответствующее не менее 80% от номинального предела текучести, с указанием факта гидротестирования в сертификате на поставленные трубы.

6.7 В сертификатных данных на импортные бесшовные трубы из углеродистых и низколегированных сталей должны иметься (кроме

обязательных данных для работы под давлением газа в условиях эксплуатации трубопроводов) также данные по результатам испытаний металла труб на стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением с указанием порогового напряжения по методике NACE TM 01-77-96 (метод А).

6.8 Электросварные трубы должны применяться, как правило, для трубопроводов диаметром более 426 мм, прямошовные импортные (до начала выпуска отечественных). Применение спиральных электросварных труб для трубопроводов под давлением сероводородосодержащего газа, не допускается. Допускается применение электросварных спиральношовных труб при невысоких давлениях газа, обуславливающих напряжение растяжения в трубах не более 20% от номинального предела текучести материала (стали) труб.

В технических условиях на изготовление и в сертификатах на поставку импортных электросварных труб, кроме обязательных данных по марке стали, химическому составу, термообработке листа или труб, результатам испытаний по определению механических свойств, гидравлическому испытанию, неразрушающему контролю качества и др., должны быть указаны результаты лабораторных испытаний основного металла и сварного заводского шва на стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением, с указанием порогового напряжения (методика NACE TM 01-77 метод А), и против водородного растрескивания (типа расслоения) с указанием показателей длины трещин (CLR) и толщины трещин (CTR) при испытании по методике NACE TM 02-84-96.

7 ВЫБОР ТРУБ.

7.1 Выбор труб осуществляется проектной организацией с учетом требуемой пропускной способности трубопровода и условий его работы

(включая парциальное давление сероводорода, максимальное рабочее давление, температуру рабочих сред и окружающей среды, характер и величину максимальных рабочих напряжений и др.), требований настоящей инструкции, а также действующих нормативных документов к трубам, распространяющихся на конкретный данный трубопровод (СНиП 2.05.06-85, СП 34-116-97, ПБ 03-108-96, РД 38.13.004-86, Инструкции по применению стальных труб в газовой промышленности и др.) в части, не противоречащей настоящей инструкции, с учетом стойкости труб против сероводородного растрескивания под напряжением и против водородного растрескивания (табл.1).

7.2 Бесшовные трубы.

Учитывая, что бесшовные трубы из спокойных и мерзистых и низколегированных сталей (за исключением толстостенных труб диаметром более 200 мм, изготовленных из литых трубных заготовок) практически не подвержены (как показала практика их применения) водородному растрескиванию типа расслоения в сероводородосодержащих средах, следует применять нижеперечисленные трубы, для которых удовлетворительная стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением определена лабораторными исследованиями ($\sigma_{\text{кр}}$ колеблется от 80 до 60% от минимального предела текучести) и подтверждена практикой применения на объектах добычи сероводородосодержащего газа или испытаниями в промышленных условиях:

7.2.1 ТУ 14-3-460-75 (Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов) из стали 20, нормализованные - для всех категорий участков трубопроводов и всех сероводородосодержащих сред (см.п.2.2.).

7.2.2 ТУ 14-3-1128-82 (Трубы бесшовные для газопроводов газлифтных систем и обустройства газовых месторождений, из стали 20 по ГОСТ 1050-74 нормализованные (подвергающиеся у~~з~~) - для всех

участков трубопроводов, сред с низким и средним содержанием сероводорода.

7.2.3 ТУ 14-157-60-98 (Трубы бесшовные горячедеформированные нефтегазопроводные в сероводородостойком исполнении производства Таганрогского мет.завода) - для участков трубопроводов всех категорий на месторождениях с низким и средним содержанием сероводорода.

7.2.4 ТУ 14-3-1518-87 (Трубы бесшовные горячедеформированные) из стали 12ГФ. II категории прочности (σ_T миним 2960 кгс/см²) размером 114x10 мм (опытная партия)^{1*}. или по ТУ 14-3-1831-92 (на серийную поставку) трубы наружным диаметром от 89 до 159 мм включительно. нормализованные или после термомеханической обработки в условиях Синарского трубного завода - на всех участках трубопроводов сред с низким, средним и высоким содержанием сероводорода.

7.2.5 ТУ 14-3-1963-95 (Трубы бесшовные сероводородостойкие диаметром до 325 мм включительно, производства Волжского трубного завода) при условии 100% УЗК на отсутствие внутренних несплошностей:

а) из стали 12ГФ в улучшенном (термообработанные путем закалки с последующим отпуском) состоянии II категории прочности (σ_T миним 2960 кгс/см²) подвергнутые 100% контролю качества неразрушающими методами - на всех участках трубопроводов для сред с низким, средним и высоким содержанием сероводорода:

б) из стали 20 в нормализованном или улучшенном состоянии I категории прочности (σ_T миним. 2460 кгс/см²) . на всех участках трубопроводов для сред с низким и средним содержанием сероводорода:

7.2.6 ГОСТ 8731-74 (Трубы стальные бесшовные горячедеформированные общего назначения) группы В. изготовленные из

¹относится к имеющемуся запасу труб, изготовленных до начала производства труб по ТУ 14-3-1831-92

катаной или кованой заготовки. сталь 20 и сталь 10 при условиях выполнения требований:

а) контроль качества неразрушающими методами (УЗД);

б) гидравлическое испытание давлением, соответствующим 80% от минимального предела текучести:

- для участков всех категорий на трубопроводах с рабочими средами с низким и средним содержанием сероводорода.

Трубы изготавливаемые из недеформированных трубных заготовок (заготовка "в слитке") должны подвергаться 100%-ному (каждая труба по всей длине) контролю качества методом УЗД. Допускается применение таких труб без УЗД для работы при давлениях, обуславливающих напряжения в металле труб не более 30% от минимального предела текучести, на участках трубопроводов не выше II категории:

7.2.7 ГОСТ 8733-74 (Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные общего назначения) группы В и группы Г с наружным диаметром до 89 мм включительно* из стали 20 и стали 10 из катаной или кованой заготовки при условиях выполнения требований:

- контроль качества неразрушающими методами:

- гидравлическое испытание давлением, соответствующим 80% от минимального предела текучести, могут применяться на участках всех категорий для трубопроводов с низким и средним содержанием сероводорода.

7.2.8 Допускается применение импортных бесшовных труб из углеродистых (типа ст.20 и ст.10) и низколегированных сталей с ограничением:

- категории прочности не выше X52 (номинальный предел текучести не более 3640 кгс/см²);

* Применение труб с наружным диаметром более 89 мм по ГОСТ 8733-74 не рекомендуется.

- химического состава: марганца - не более 1%; никеля - не более 0.1%; хрома и меди - не более 0,30% каждого; молибдена - не более 0.25%; ванадия - не более 0.08%; ниобия - не более 0,05%. серы - не более 0.01%; фосфора - не более 0.015%;

- эквивалента углерода по формуле:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Co} + \text{Mo} + \text{V} + \text{Ti} + \text{Nb}}{5} + \frac{\text{Cu} + \text{Ni}}{15} \quad (2)$$

не более 0.38%.

В технических условиях на поставку импортных бесшовных труб должно быть указание о применимости их для трубопроводов, транспортирующих сероводородосодержащие среды, соответствии требованиям стандарта NACE MR 01-75-97, а в сертификатных данных - о результатах испытания на стойкость против сероводородного растрескивания под напряжением по методике NACE TM 01-77-96 (метод А), с указанием условного порогового напряжения.

7.3 Электросварные трубы.

Трубы отечественного производства удовлетворительная стойкость против сероводородного растрескивания которых установлена как при лабораторных испытаниях (ВНИИГАЗ), так и в промышленных условиях эксплуатации в составе трубопроводов, транспортирующих сероводородосодержащих газ:

7.3.1 ТУ 14-3Р-21-96 "Трубы стальные электросварные диаметром 530-1020 мм, стойкие против сероводородного растрескивания (взамен ТУ 14-3-1547-88) производства Выксунского металлургического завода из стали 14ГБ-Ш, минимальный предел текучести 32 МПа, толщина стенки до 32 мм для участков I, II, III, IV категорий трубопроводов, транспортирующих среды с низким и средним содержанием сероводорода.

7.3.2 ТУ 14-3-1270-84 (трубы электросварные диаметром 530 мм прямошовные из нормализованной листовой стали 17ГС производства

Челябинского трубного завода) - для участков I, II, III, IV, категорий трубопроводов с низким содержанием сероводорода:

7.3.3 ТУ 14-3-1424-86 (трубы электросварные диаметром 1020 мм, прямошовные из стали 17ГС-У - нормализованной или нормализация с отпуском) - для участков I, II, III, IV категорий трубопроводов с низким содержанием сероводорода.

Импортные. Япония.

7.3.4 ТУ Х46SS - 28/40-83 (трубы электросварные прямошовные из листа контролируемой прокатки) - для участков трубопроводов I, II, III, IV категорий сероводородосодержащих сред с высоким, средним и низким содержанием сероводорода:

7.3.5 По "Дополнению к ТУ-SX46SS - 28/40-83 от 28.07.87 (трубы электросварные прямошовные из листа, термообработанного по режиму "нормализация" или "закалка с последующим отпуском" для всех участков трубопроводов с высоким, средним и низким содержанием сероводорода.

7.3.6 ТУ 28-79Х52 (трубы электросварные прямошовные из листа контролируемой прокатки) - для всех участков трубопроводов сероводородосодержащих сред с низким содержанием сероводорода:

7.3.7 ТУ Х SS - 40-77 ЯС (трубы электросварные прямошовные из нормализованного листа) для всех участков трубопроводов с высоким, средним, и низким содержанием сероводорода.

7.3.8. Допускается применение других, кроме указанных в п.7.3.4 - 7.3.7, импортных электросварных труб прямошовных (спиральношовные не допускаются) при наличии положительного заключения на технические условия труб организации, компетентной в вопросах сероводородного растрескивания электросварных труб в системе трубопроводов на объектах газовой отрасли.

7.3.9. Материал изготовления всех электросварных труб (листовая сталь) должен быть проконтролирован методом УЗД на сплошность (наличие расслоений, неметаллических крупных включений, пустот и т.д.) по методике завода - изготовителя листа с условием, что расстояние между дорожками прохода датчиков не превышало 100мм. В технических условиях на изготовление труб и в сертификатных данных должна иметься запись с 100% УЗД материала труб.

7.4. При общем давлении в трубопроводе менее 5 кгс/см² и рабочих напряжениях в металле труб от давления не более 10% от $\sigma_{0.2}$ миним., (см.п.5.1.3 и табл.1) допускается на всех участках трубопроводов сероводородосодержащих сред применение бесшовных труб по ГОСТ 8731-74 и 8733-74 из углеродистых сталей ст.10, ст.20, Вст.3 сп., Вст.3 не из литой трубной заготовки без контроля качества труб УЗД, а также электросварных труб из стали 17ГС и 17ГС-У, не прошедших УЗД-контроль.

8 РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ТРУБ.

8.1 Расчет толщины стенок трубопроводов осуществляется по формуле:

$$\delta = \frac{P \cdot D_{\text{н}}}{2(K \cdot \sigma_{\text{т}} - P)} + C_1 + C_2 \quad \text{см} \quad (3)$$

где δ - толщина стенки, см:

P - расчетное общее давление в трубопроводе, МПа или кгс/см²:

$D_{\text{н}}$ - наружный диаметр труб, см:

K - коэффициент допустимого напряжения в долях от предела текучести металла принимается по табл.2:

$\sigma_{\text{т}}$ - минимальный предел текучести металла труб, гарантируемый техническими условиями на поставку труб, МПа или кгс/см²:

C_1 - минусовой допуск на изготовление бесшовных труб или на изготовление листа для электросварных труб, см:

C_2 - добавка к толщине стенок труб на сплошную коррозию, определяемая экспериментально или расчетом, исходя из расчетной скорости коррозии трубной стали в данной среде с учетом проектируемых средств защиты (ингибиторы коррозии, осушка газа, применение защитных покрытий и др.). проектируемого срока эксплуатации трубопровода.

При отсутствии возможности определения скорости сплошной коррозии расчетным или опытным путем, допускается приближенное определение C_2 по аналогии с другими, ранее запроектированными объектами с близкими по условиям эксплуатации труб параметрами.

Во всех случаях величина добавки C_2 должна быть не менее 2мм.

8.2 При определении допустимости по толщине стенки применения труб, не прошедших УЗД, для трубопроводов сероводородосодержащего газа (см. п. 7.4) в условиях, когда напряжения в металле труб не превышают 10% от $\sigma_{0.2}$ миним., принимается в расчет полная толщина стенки труб, включающая добавку к толщине на сплошную коррозию C_2 , за вычетом отрицательного допуска на изготовление труб C_1 .

8.3 В приложении 2 приведены в виде таблицы рекомендуемые принципы выбора труб по их стойкости против сероводородного растрескивания для участков трубопроводов с различными условиями работ. При выборе труб для конкретных трубопроводов и их участков возможны отклонения в ту или другую сторону от указанной таблицы с учетом конкретных дополнительных характеристик трубопровода, проектных условий его работы: диаметр труб, давление среды и её агрегатное состояние (жидкость, газ, смесь), напряжения в металле труб от давления, условия прокладки (надземное, в траншее и др.), возможные монтажные и др. нагрузки кроме давления среды, близость (удаленность) от оборудования (аппаратов, сосудов) с учетом степени их взрывоопасности, наличия (отсутствия) постоянно обслуживающего персонала и других не упомянутых условий.

Таблица 2

Значения коэффициента допустимых напряжений для разных категорий участков трубопроводов

Категория участка трубопровода	Значение K в зависимости от содержания сероводорода в рабочей среде		
	низкое	среднее	высокое
В	0.5	0.4	0,4
I, II	0.6	0.5	0,5
III, IV	0.65	0.6	0,6

9 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

9.1 Соединительные детали (тройники, отводы, переходы, днища) трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие среды должны изготавливаться из материалов и по технологии, обеспечивающих стойкость готовых изделий против сероводородного растрескивания под напряжением и против водородного растрескивания (типа расслоения). Стойкость против сероводородного растрескивания соединительных деталей должна быть определена каждым производителем деталей из каждой стали при отработке технологии изготовления и отражаться в паспорте или сертификатах качества на поставляемые детали. Заказчиком или, по его поручению, компетентной организацией допускается определение стойкости против сероводородного растрескивания деталей после поставки.

9.2 Конструкция приварных соединительных деталей должна, как правило, соответствовать требованиям "Инструкции по проектированию и применению соединительных деталей для трубопроводов, транспортирующих газ, содержащий сероводород" (Миннефтегазстрой, Мингазпром, Москва, 1986г). Допускается применение других конструкций (отечественного производства и импортных) при наличии подтверждения их стойкости против сероводородного растрескивания компетентной организацией.

9.3 Рекомендуется преимущественное применение деталей, изготовленных ковкой, штампованием, гнутьем (отводы), в штампо-сварном исполнении (сваренных из двух штампованных "скорлуп") с последующей термообработкой готовых изделий (послековки, штампования, гнутья, сварки) по режиму "нормализация" или "закалка с последующим отпуском".

9.4 При заказе приварных деталей для участков трубопроводов, на которых обязательна послесварочная термообработка сварных соединений, концы деталей, подлежащие приварке должны иметь прямые участки длиной, позволяющей обеспечить плотное прилегание нагреваемого элемента к сварному соединению.

10. ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБ.

10.1 Требования к монтажу. При монтаже следует руководствоваться нормативными документами по сварке с учетом положений, изложенных в настоящей инструкции.

Проведение монтажных работ по обустройству и реконструкции объектов с рабочими сероводородосодержащими средами должно осуществляться по действующим нормам и правилам с выполнением положений настоящего раздела.

10.1.1 Монтажная сварка трубопроводов сероводородосодержащих сред должна осуществляться из труб, имеющих сертификаты на изготовление и поставку, данные о положительных результатах входного контроля в соответствии с "Временными методическими рекомендациями по входному контролю качества газопроводных труб, соединительных деталей, фланцевой запорной арматуры, предназначенных для работы в сероводородосодержащих средах" (ВНИИГАЗ, М., 1988г).

Технология сварки должна быть согласована с ВНИИСТом.

10.1.2 При проведении монтажной сварки трубопроводов сероводородосодержащих сред необходимо строгое соблюдение требований по нагреву концов труб перед сваркой в необходимых случаях и термообработке монтажных сварных швов после сварки для снятия остаточных сварочных напряжений и снижения твердости в зонах возможного образования закалочных структур повышенной твердости, усиливающих склонность к сероводородному растрескиванию под действием сварных соединений.

Термообработка монтажных сварных швов на участках категории В и площадках промыслов и газоперерабатывающих заводов обязательна, независимо от марки сталей труб и их размера.

н-
ения

ого
а

10.1.3 При прокладке трубопроводов на эстакадах и опорах не допускается приварка к трубам креплений (хомутов, скоб и др.), особенно - электросварным трубам из листа контролируемой прокатки.

10.1.4 При прокладке труб в траншеях должно строго соблюдаться требование к отсутствию неровностей дна траншеи, вызывающих изгибы проложенных труб, возникновение в металле труб дополнительных (к проектным рабочим) напряжений, способных провоцировать сероводородное растрескивание под напряжением.

10.1.5 Не допускаются удары труб при их транспортировке. Погрузка и выгрузка труб должна осуществляться подъемными механизмами (кранами и др.), не допуская выгрузку труб путем сбрасывания с транспортных средств.

10.2 Требования к эксплуатации.

10.2.1 Учитывая, что все трубы из углеродистых и низколегированных сталей не являются стойкими против сплошной сероводородной коррозии, защита от этого вида разрушения должна обеспечиваться применением ингибиторов коррозии, покрытий, осушкой газа и др. методами, а контроль за процессом ее развития должен осуществляться в течение всего периода эксплуатации в соответствии с регламентом эксплуатации.

10.2.2 Периодичность и методы контроля коррозионного состояния трубопроводов сероводородосодержащих сред должны включать контроль как сплошной коррозии, так и сероводородного растрескивания, определяться регламентом эксплуатации трубопроводов. Следует в обязательный контроль состояния включать места возможного скопления жидкости в трубопроводе (застойные зоны, зоны пониженных участков и др.) . Т-образные сварные швы на электросварных трубах, места резкого изменения направления и/или скорости потока, места вероятных повышенных напряжений в металле труб (провисающие участки, участки на перегибах профиля трассы, поворотах и др.)