ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53679— 2009 (ИСО 15156-1:2001)

Нефтяная и газовая промышленность

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СРЕДАХ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРОВОДОРОД, ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Часть 1

Общие принципы выбора материалов, стойких к растрескиванию

(ISO 15156-1:2001, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ», ДОАО «ЦКБН», ЗАО «Петрохим Инжиниринг», ООО «ВНИИГАЗ», ЦТСК ЦНИИчермет, ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 1065-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 15156-1:2003 «Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа. Часть 1. Общие принципы выбора материалов, стойких к растрескиванию» (ISO 15156-1:2001 «Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production — Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials», MOD).

При этом дополнительные положения, учитывающие потребности национальной экономики Российской Федерации и особенности национальной стандартизации, выделены курсивом

5 В стандарте реализованы нормы федеральных законов от 21 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2001 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2011, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 2
4 Сокращения . . . 4
5 Общие требования . . . 4
6 Оценка и определение условий эксплуатации . . . 4
7 Выбор материалов, которые ранее были оценены как стойкие к SSC и HIC . . . 5
8 Оценка материалов для работы в средах, содержащих сероводород . . . 5
9 Отчет о методе выбора или оценки . . . 6
Библиография . . . 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СРЕДАХ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРОВОДОРОД, ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Часть 1

Общие принципы выбора материалов, стойких к растрескиванию

Petroleum and natural gas industries. Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production. Part 1. General principles for selection of cracking-resistant materials

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования и содержит рекомендации по выбору и квалификации металлических материалов, предназначенных для оборудования для добычи нефти и газа в средах, содержащих сероводород, а также для оборудования для очистки высокосернистого природного газа.

Требования стандарта дополняют, но не заменяют требования к материалам, содержащиеся в соответствующих стандартах на оборудование.

Настоящий стандарт не противоречит Правилам промышленной безопасности [1].

В настоящем стандарте рассмотрены следующие механизмы растрескивания, которые могут быть вызваны действием сероводородсодержащих сред:

- сероводородное растрескивание под напряжением (SSC);
- водородное растрескивание (HIC);
- водородное растрескивание, ориентированное по напряжению (SOHIC);
- растрескивание мягких зон (SZC);
- ступенчатое растрескивание (SWC);
- коррозионное растрескивание под напряжением (SCC).

Таблица 1 содержит перечень видов оборудования, на которое распространяются требования настоящего стандарта, а также допускаемые исключения.

Настоящий стандарт устанавливает требования к выбору и квалификации материалов для оборудования, проектируемого с использованием обычных критериев упругости.

Требования настоящего стандарта не распространяются на оборудование, используемое при переработке нефти и газа [2].

Примечание — Стали и сплавы, соответствующие требованиям настоящего стандарта, являются стойкими к растрескиванию в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа, но не обязательно являются стойкими в любых условиях эксплуатации.

Таблица 1 — Перечень видов оборудования, на которое распространяется действие настоящего стандарта

Наименование оборудования	Допустимые исключения
Оборудование буровых и скважинных сооружений, а также оборудование для ремонта скважин	Оборудование, подверженное воздействию только буровых растворов с контролируемым химическим составом[a]. Буровое долото.

Издание официальное

Окончание таблицы 1

Наименование оборудования	Допустимые исключения
Оборудование буровых и скважинных сооружений, а также оборудование для ремонта скважин	Ножевые полотна противовыбросовых превенторов[a]. Системы водоотделяющих колонн для бурения. Спусковые колонны. Вспомогательные канаты и оборудование для вспомогательных канатов[b]. Кондукторы и промежуточные обсадные колонны
Оборудование скважины, включая подземное оборудование, газлифтное оборудование, оборудование устья скважины	Штанговые насосы и насосные штанги[c]. Электрические погружные насосы. Другое механизированное насосно-компрессорное оборудование. Клинья
Выкидные линии, промысловые трубопроводы, оборудование и сооружения промысла и установки промысловой обработки	Установки для хранения и транспортирования сырой нефти, работающие под общим абсолютным давлением ниже 0,45 МПа
Оборудование для загрузки — разгрузки воды	Устройства для транспортирования воды, работающие под общим абсолютным давлением ниже 0,45 МПа. Водосливные-наливные устройства[d].
Оборудование установок по обработке природного газа	—
Трубопроводы для транспортирования жидких, газообразных и многофазных текучих сред	Газопроводные линии, предназначенные для общего коммерческого и бытового использования
Для всего вышеперечисленного оборудования	Детали, испытывающие только напряжения сжатия

[a] *См. ГОСТ Р 53678 для получения дополнительной информации.*
[b] *Лубрикаторы канатов и устройства, соединяющие лубрикаторы, не являются допустимыми исключениями.*
[c] *Для штанговых насосов и насосных штанг — см. [3].*
[d] *Для водосливных-наливных устройств — см. [4].*

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт.

ГОСТ Р 53678 (ИСО 15156-2:2003) Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа. Часть 2. Углеродистые и низколегированные стали, стойкие к растрескиванию, и применение чугунов

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **водородное растрескивание** (hydrogen-induced cracking; HIC): Плоское растрескивание углеродистых и низколегированных сталей, вызванное диффузией атомарного водорода с образованием молекулярного водорода в ловушках.

Примечание — Растрескивание вызывается ростом давления водорода в ловушках. Для возникновения водородного растрескивания приложения внешнего напряжения не требуется. Ловушки, способные вызвать водородное растрескивание, обычно возникают в сталях с высоким уровнем загрязнения, имеющих высокую плотность плоских включений и/или участки с аномальной микроструктурой вследствие сегрегации примесей и легирующих элементов. Эта форма водородного растрескивания не связана со сваркой.

3.2 **водородное растрескивание, ориентированное по напряжению** (stress oriented hydrogen induced cracking — SOHIC): Образование ступенчатых мелких трещин, расположенных примерно перпендикулярно к направлению основных напряжений, приводящих к образованию сетки с ранее существовавшими водородными трещинами.

Примечание — Этот вид растрескивания может рассматриваться как коррозионное растрескивание под напряжением, вызванное сочетанием внешнего напряжения и местной деформации вокруг водородных трещин. Таким образом растрескивание SOHIC связано с SSC и HIC/SWC. Оно наблюдалось в основном металле продольно-сварных труб и в зоне термического влияния сварных швов в сосудах, работающих под давлением. Это сравнительно редкое явление, обычно встречающееся в трубах и сосудах, работающих под давлением, изготовленных из низкопрочных ферритных сталей.

3.3 **коррозионно-стойкий сплав** (corrosion-resistant alloy): Сплав, стойкий к общей и местной коррозии в условиях нефтяного промысла, при которых возникает коррозия углеродистых сталей.

3.4 **коррозионное растрескивание под напряжением** (stress corrosion cracking; SCC): Растрескивание металла под влиянием анодных процессов локализованной коррозии и растягивающих напряжений (остаточных и внешних) в присутствии воды и сероводорода.

3.5 **микроструктура** (microstructure): Структура металла, обнаруживаемая при микроскопическом исследовании специально подготовленного образца.

3.6 **низколегированная сталь** (low alloy steel): Сталь с суммарным содержанием легирующих элементов менее 5 %, но больше, чем в углеродистой стали.

3.7 **парциальное давление** (partial pressure): Давление, создаваемое одним компонентом газовой смеси при той же температуре и в том же объеме, который занимает смесь.

Примечание — В смеси идеальных газов парциальное давление каждого компонента равно общему давлению, умноженному на его молярную долю в смеси, причем молярная доля равна объемной доле компонента.

3.8 **превентор** (blowout preventor): Устьевое оборудование, обеспечивающее перекрытие контактным управляемым уплотнителем стволового прохода.

3.9 **растрескивание мягкой зоны** (soft zone cracking SZC): Форма сероводородного растрескивания под напряжением, возникающего при наличии в стали местной мягкой зоны с низким пределом текучести.

Примечание — При рабочих нагрузках мягкие зоны могут деформироваться и накапливать пластические деформации, что повышает склонность к сероводородному растрескиванию под напряжением материала, обычно стойкого к этому виду разрушения. Такие мягкие зоны, как правило, связаны со сварными швами в углеродистых сталях.

3.10 **сероводородное растрескивание под напряжением** (sulfide stress cracking; SSC): Растрескивание металла под влиянием коррозии и растягивающих напряжений (остаточных и/или внешних) в присутствии воды и сероводорода.

3.11 **сварка** (weld): Соединение двух или более металлических деталей путем приложения тепла и/или давления с добавлением присадочного металла или без него в целях местного плавления материалов и их затвердевания в стыке.

3.12 **ступенчатое растрескивание** (stepwise cracking SWZ): Растрескивание, при котором водородные трещины в соседних плоскостях структуры стали соединяются.

Примечание — Этот термин описывает внешний вид трещин. Соединение водородных трещин с образованием ступенчатого растрескивания зависит от уровня местных деформаций между соседними трещинами и хрупкости матрицы, вызванной растворенным водородом. Водородное и ступенчатое растрескивания обычно свойственны низкопрочной толстолистовой стали, используемой для изготовления труб и аппаратов.

3.13 **твердость** (hardness): Свойство материала оказывать сопротивление пластической деформации, обычно измеряемое путем вдавливания.

3.14 **термическая обработка** (heat treatment): Нагрев или охлаждение твердого металла или сплава в целях придания им требуемых свойств.

Примечание — Нагрев в целях подготовки к горячей деформации не считается термической обработкой.

3.15 **углеродистая сталь** (carbon steel): Сплав железа и углерода, содержащий до 0,8 % углерода и до 0,8 % марганца, а также остаточные количества других элементов за исключением намеренно добавляемых в определенных количествах для раскисления (обычно кремний и/или алюминий).

3.16 **холодная деформация** (cold work): Пластическая деформация металла при температуре и скорости деформации, вызывающих деформационное упрочнение (обычно, но не обязательно) при комнатной температуре.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

- HIC — водородное растрескивание;
- SSC — сероводородное растрескивание под напряжением;
- SOHIC — водородное растрескивание, ориентированное по напряжению;
- SZC — растрескивание мягких зон;
- SWC — ступенчатое растрескивание;
- SCC — коррозионное растрескивание под напряжением.

5 Общие требования

Пользователь настоящего стандарта должен оценить предполагаемые условия эксплуатации оборудования и определить их соответствие или несоответствие области действия настоящего стандарта. Условия эксплуатации должны быть документально оформлены. После оценки и документального оформления условий эксплуатации выбор конкретного материала для изготовления оборудования проводится в соответствии с требованиями и рекомендациями, приведенными в соответствующей части стандарта *ГОСТ Р 53678*. В процессе выбора и квалификации материала для использования в средах, содержащих сероводород, производитель оборудования и/или материалов может предоставлять необходимую информацию потребителю.

Требования настоящего стандарта распространяются на материалы для оборудования, проектируемого на основе расчета по допускаемым напряжениям. Применение стандарта к материалам для оборудования, проектируемого на основе расчета по допускаемым деформациям и/или по предельным состояниям, может оказаться некорректным.

6 Оценка и определение условий эксплуатации

6.1 Потребитель должен оценить и документально оформить предполагаемые условия эксплуатации оборудования с указанием факторов, способных повлиять на склонность материала к растрескиванию под действием сероводородсодержащих сред, к которым, кроме свойств самого материала и *сварных соединений (если при изготовлении оборудования применяют сварку)*, относят:

- парциальное давление сероводорода;
- значение pH среды;
- концентрацию растворенных хлоридов и иных галогенидов;
- присутствие элементарной серы или других окислителей;
- температуру;
- гальванические явления;
- наличие механических напряжений;
- продолжительность контакта материала с жидкой водной фазой.

6.2 Документально оформленные условия эксплуатации используют для следующих целей:

a) для выбора материалов из числа квалифицированных к применению в средах, содержащих сероводород (см. раздел 7);

b) для выбора и квалификации материалов на основе документированного опыта эксплуатации (см. 8.2);

c) для установления требований к лабораторным испытаниям, проводимым в целях квалификации материалов для применения в средах, содержащих сероводород (см. 8.3);

d) в качестве основы для переоценки области применения известных материалов (см. раздел 7, 8.2 и 8.3) в случае фактического или планируемого изменения условий эксплуатации.

7 Выбор материалов, которые ранее были оценены как стойкие к SSC и HIC

Углеродистые и низколегированные стали, стойкие к действию в средах, содержащих сероводород, могут быть выбраны из числа материалов, приведенных в *ГОСТ Р 53678*.

Как правило, дополнительные лабораторные испытания материалов, ранее квалифицированных для применения в средах, содержащих сероводород, не требуются. Эти материалы обладают стойкостью в средах, содержащих сероводород, при определенных условиях, что установлено на основе опыта эксплуатации и/или подтверждено лабораторными испытаниями. Тем не менее потребитель должен рассмотреть целесообразность проведения дополнительных квалификационных испытаний материала, если существует опасность отказа оборудования.

8 Оценка материалов для работы в средах, содержащих сероводород

8.1 Описание материала

Металлургические факторы, которые могут повлиять на работоспособность материала в средах, содержащих сероводород, должны быть определены и соответствующим образом записаны. Такие факторы включают:

- химический состав материала;
- способ изготовления/производства;
- форму продукта;
- механические свойства (прочность, твердость);
- степень холодной деформации;
- режим термической обработки;
- микроструктуру.

Разброс данных в свойствах также должен быть описан и документально оформлен.

8.2 Квалификация материала на основе опыта эксплуатации

Квалификация материала может быть проведена на основе документально оформленных условий эксплуатации. Описание материала должно соответствовать требованиям 8.1. Описание условий эксплуатации, в которых накоплен опыт, должно отвечать требованиям 6.1. Продолжительность проведения наблюдений за эксплуатацией оборудования и ведения записей по оформлению результатов таких наблюдений должна составлять не менее двух лет. После завершения эксплуатации должно быть проведено полное исследование оборудования. Жесткость планируемых условий эксплуатации не должна превышать жесткость условий, для которых получены документальные данные.

8.3 Оценка на основе лабораторных испытаний

8.3.1 Общие положения

Лабораторные испытания воспроизводят реальные условия эксплуатации в ограниченной мере.

Лабораторные испытания в соответствии с требованиями настоящего стандарта и *ГОСТ Р 53678* используют для квалификации:

- металлических материалов в отношении их стойкости к SSC для условий эксплуатации не жестче, чем установлено для материалов аналогичного типа по *ГОСТ Р 53678*;
- металлических материалов в отношении их стойкости к SSC для эксплуатации в других условиях;
- углеродистых и низколегированных сталей в отношении их стойкости к HIC, SOHIC или SZC;
- материалов, которые не включены в *ГОСТ Р 53678*.

8.3.2 Отбор материалов для лабораторных испытаний

Метод отбора образцов для проведения лабораторных испытаний устанавливает потребитель.

Образцы для испытаний отбирают от серийно выпускаемых изделий.

При производстве нескольких партий изделий, изготовляемых по одной спецификации, оценивают свойства материала, влияющие на его поведение в средах, содержащих сероводород (см. 8.1). При отборе образцов для испытаний учитывают разброс свойств согласно требованиям *ГОСТ Р 53678*. Для отбора образцов используют материал в таком состоянии, в котором он обладает наибольшей склонностью к растрескиванию в средах, содержащих сероводород.

Место отбора образцов, способ подготовки поверхности и состояние поверхности образцов для испытаний должны быть документально оформлены.

8.3.3 Выбор методов лабораторных испытаний

Для углеродистых и низколегированных сталей методы испытания на SSC, HIC, SOHIC и/или SZC выбирают по *ГОСТ Р 53678*.

Для коррозионностойких сталей и сплавов методы испытаний на SSC и SCC выбирают по нормативным документам.

8.3.4 Условия проведения испытаний

Для квалификации углеродистых и низколегированных сталей для применения в средах, содержащих сероводород, используют методы испытаний, приведенные в *ГОСТ Р 53678*.

При проведении квалификации материала для конкретных условий эксплуатации потребитель должен обращать особое внимание на то, чтобы условия испытаний соответствовали конкретным условиям эксплуатации.

Условия при проведении испытаний для оценки стойкости к конкретному виду разрушения должны быть не мягче, чем фактические условия эксплуатации, определенные в соответствии с разделом 6. Значение pH при испытаниях должно соответствовать значению pH эксплуатационной среды. Состав среды и другие условия проведения испытаний документально оформляет потребитель.

8.3.5 Критерии приемки

Критерии приемки для каждого метода испытаний установлены в *ГОСТ Р 53678*.

9 Отчет о методе выбора или оценки

Метод выбора и/или квалификации материала, планируемого к применению в средах, содержащих сероводород, документально оформляют по одному из следующих вариантов:

a) для материалов, выбираемых из числа квалифицированных к применению в средах, содержащих сероводород, приводят ссылки на соответствующие подпункты *ГОСТ Р 53678*;

b) для материалов, выбираемых на основе документированного опыта эксплуатации, указывают следующее:

1) механизмы растрескивания, в отношении которых проводили оценку,

2) данные о материале (см. 8.1),

3) отчет об имеющемся опыте эксплуатации (см. 8.2);

c) для материалов, выбираемых на основе результатов лабораторных квалификационных испытаний, приводят отчеты об испытаниях со следующими сведениями:

1) механизмы растрескивания, в отношении которых проводили оценку,

2) сведения о материале, использованном для лабораторных испытаний (см. 8.1),

3) порядок отбора и подготовки образцов для испытаний (см. 8.3.2),

4) сведения об обосновании выбора среды и других условий испытаний (см. 8.3.3),

5) результаты испытаний, подтверждающие соответствие требованиям *ГОСТ Р 53678*.

Для всех материалов приводят сведения об оценке условий эксплуатации.

Подготовка документа о проведении квалификации и/или выборе материала для использования в средах, содержащих сероводород, является ответственностью потребителя.

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»

[2] NACE[1)] MR0103-NACE MR0103-05 Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refinning Environments

[3] Стандарт NACE[1)] MR0176 Металлические материалы для штанговых насосов для работы в агрессивной среде нефтяных промыслов

[4] Стандарт NACE RP0475 Выбор металлических материалов, предназначенных для использования во всех стадиях транспортирования воды для введения в нефтяные залежи

[1)] NACE International, 1440 South Creek Dr., Houston, TX 77084-4906-8340, USA.

УДК 622.24.05:006.354 ОКС 75.180.01

Ключевые слова: сероводородное растрескивание под напряжением, водородное растрескивание, квалификация материалов

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Ю. Каболова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 16.10.2019. Подписано в печать 25.11.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru stinfo.ru

gost.e-ecolog.ru