МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 34233.10— 2017

Сосуды и аппараты

НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами

(ISO 16528-1:2007, NEQ)
(ISO 16528-2:2007, NEQ)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 523 «Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа»; Закрытым акционерным обществом «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ» (ЗАО «ПХИ»), Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтяного машиностроения» (АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»), Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-техническое предприятие ЦЕНТРХИММАШ» (ООО «НТП ЦЕНТРХИММАШ»), Акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения» (АО «НИИХИММАШ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 июля 2017 г. № 101-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2017 г. № 1998-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34233.10—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 августа 2018 г.

5 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения следующих международных стандартов:

- ISO 16528-1:2007 «Котлы и сосуды, работающие под давлением. Часть 1. Требования к рабочим характеристикам» («Boilers and pressure vessels — Part 1: Performance requirements», NEQ);
- ISO 16528-2:2007 «Котлы и сосуды, работающие под давлением. Часть 2. Процедуры выполнения требований ISO 16528-1» («Boilers and pressure vessels — Part 2: Procedures for fulfilling the requirements of ISO 16528-1», NEQ)

6 Стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 52857.10—2007*

7 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

8 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2019 г.

---

* Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2017 г. № 1998-ст ГОСТ Р 52857.10—2017 отменен с 1 августа 2018 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2018, 2019

В Российской Федерации 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 1
3 Обозначения 2
4 Общие положения 3
5 Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности 4
6 Прибавки к расчетным толщинам элементов, работающих под внутренним давлением в контакте с коррозионно-активными сероводородсодержащими средами 5

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью соблюдения требований безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, и устанавливает требования к сосудам и аппаратам из углеродистых и низколегированных сталей, предназначенным для работы в средах, содержащих сероводород.

Настоящий стандарт применяют в целях предотвращения растрескивания под действием влажных сред, содержащих сероводород, по механизмам SSC (сероводородное коррозионное растрескивание под напряжением), SOHIC (направленное водородное растрескивание), SZC (растрескивание мягкой зоны), HIC (водородное растрескивание) и SWC (ступенчатое растрескивание).

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Сосуды и аппараты

НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами

Vessels and apparatus. Norms and methods of strength calculation.
Vessels and apparatus involving hydrogen sulphide media

Дата введения — 2018—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к расчету на прочность сосудов и аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей, работающих в условиях воздействия статических и повторно-статических нагрузок под внутренним избыточным давлением в коррозионно-активных сероводородсодержащих влажных средах.

Общий принцип подхода к расчету, использованный в настоящем стандарте, состоит в ограничении растягивающих напряжений в элементах, контактирующих с коррозионно-активными сероводородсодержащими влажными средами, в дополнение к обычному расчету по предельным нагрузкам, выполняемому в соответствии с действующими нормативными документами.

Настоящий стандарт применяется совместно с ГОСТ 34233.1 — ГОСТ 34233.9, ГОСТ 34233.11, ГОСТ 34233.12.

Свойства материалов, требования к конструкции, изготовлению и контролю должны отвечать требованиям ГОСТ 34347 и других нормативных технических документов*.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 34233.1 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 34233.2 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ 34233.3 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер

ГОСТ 34233.4 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

* В Российской Федерации действуют ГОСТ Р 53678—2009/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» и СТО 00220575.063—2005 «Сосуды, аппараты и блоки технологических установок подготовки и переработки нефти и газа, содержащих сероводород и вызывающих коррозионное растрескивание».

Издание официальное

ГОСТ 34233.5 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок

ГОСТ 34233.6 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ 34233.7 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты

ГОСТ 34233.8 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками

ГОСТ 34233.9 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа

ГОСТ 34233.11 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек

ГОСТ 34233.12 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Требования к форме представления расчетов на прочность, выполняемых на ЭВМ

ГОСТ 34347 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

c_1 — прибавка для компенсации коррозии, мм;

$n_т$ — коэффициент запаса прочности по пределу текучести, определяемый по таблице 2;

$n_в$ — коэффициент запаса прочности по временному сопротивлению (пределу прочности), определяемый по таблице 2;

p — расчетное давление для элемента сосуда или аппарата, МПа;

p_{H_2S} — парциальное давление сероводорода, МПа;

$p_{общ.(абс)}$ — абсолютное общее давление для элемента сосуда или аппарата при рабочей температуре среды, МПа;

$R_{e/t_{пр}}$ — минимальное значение предела текучести при температуре $t_{пр}$, МПа;

$R_{p0,2/t_{пр}}$ — минимальное значение условного предела текучести при остаточном удлинении 0,2 % при температуре $t_{пр}$, МПа;

$R_{m/t_{пр}}$ — минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при температуре $t_{пр}$, МПа;

$R_{e/t}$ — минимальный предел текучести при расчетной температуре, МПа;

$R_{p0,2/t}$ — минимальный условный предел текучести при остаточном удлинении 0,2 % при расчетной температуре, МПа;

$R_{m/t}$ — минимальное временное сопротивление (предел прочности) при расчетной температуре, МПа;

$R_{m/10^n/t}$ — среднее значение предела длительной прочности за 10^n часов при расчетной температуре, МПа;

$R_{p1,0/10^n/t}$ — средний 1 % предел ползучести за 10^n часов при расчетной температуре, МПа;

r_{H_2S} — мольная доля сероводорода (H_2S) в рабочей среде в объемных процентах, %;

t — расчетная температура стенки для элемента сосуда или аппарата, °С;

$t_{пр}$ — предельная температура коррозионной активности рабочей среды, °С;

pH — водородный показатель кислотности рабочей среды;

[σ] — допускаемое напряжение для материала элемента при расчетной температуре в рабочих условиях, МПа;

$[\sigma]_M$ — допускаемое значение общих мембранных и общих изгибных напряжений при расчетной температуре в соответствии с ГОСТ 34233.1 (пункт 8.10), МПа;

$[\sigma]_R$ — допускаемое значение суммарных общих и местных мембранных и изгибных напряжений при расчетной температуре в соответствии с ГОСТ 34233.1 (пункт 8.10), МПа.

4 Общие положения

4.1 Расчет на прочность сосудов и аппаратов, предназначенных для эксплуатации в коррозионно-активных сероводородсодержащих влажных средах, имеет особенности, обусловленные специфическим коррозионным воздействием этих сред на металл конструктивных элементов.

Рабочие среды с содержанием сероводорода в концентрации, обуславливающей парциальное давление газовой фазы сероводорода от 0,0003 МПа и более, могут вызывать растрескивание, расслоение и изменение физико-механических свойств металла. Предельная концентрация растворенного сероводорода в воде, при которой возникает растрескивание, составляет 40 ppm.

В целях предотвращения сероводородного коррозионного растрескивания для сосудов и аппаратов, работающих в коррозионно-активных сероводородсодержащих влажных средах, применяют специальные материалы, стойкие к коррозионному растрескиванию, а также используют ингибиторы.

4.2 Сероводородное коррозионное растрескивание возникает при рабочих температурах сероводородсодержащих сред, при которых может происходить конденсация влаги. Предельная температура коррозионной активности сероводородсодержащих рабочих сред $t_{пр}$ является максимальной температурой насыщения водяного пара, зависящей от его парциального давления и массовой доли воды в рабочей среде.

При отсутствии более точных сведений о наличии влаги в рабочей среде принимают предельную температуру коррозионной активности сероводородсодержащих рабочих сред $t_{пр}$, равной 250 °С.

4.3 Сосуды и аппараты, работающие в контакте с коррозионно-активными сероводородсодержащими средами, в зависимости от парциального давления сероводорода p_{H_2S} и водородного показателя pH жидкой фазы рабочей среды, подразделяют на пять категорий в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Категории сосудов по содержанию сероводорода в рабочей среде

Категория по содержанию сероводорода в рабочей среде	Парциальное давление сероводорода p_{H_2S}, МПа	Водородный показатель кислотности среды pH
I	$p_{H_2S} \geq 1$	Независимо
II	$0,1 \leq p_{H_2S} < 1$	pH ≤ 5
III	$0,01 \leq p_{H_2S} < 1$	pH > 5
IV	$0,01 \leq p_{H_2S} < 0,1$	pH ≤ 5
V	$0,0003 < p_{H_2S} < 0,01$	Независимо

Парциальное давление газовой фазы сероводорода p_{H_2S} вычисляют по формуле

$$p_{H_2S} = p_{общ.(абс)} \cdot \frac{r_{H_2S}}{100}, \quad (1)$$

где $p_{общ.(абс)}$ — абсолютное общее давление в сосуде или аппарате, МПа, при рабочей температуре среды;

r_{H_2S} — мольная доля сероводорода (H_2S) в рабочей среде в объемных процентах.

4.4 Если рабочая температура среды в процессе эксплуатации всегда более $t_{пр}$, расчет выполняют по ГОСТ 34233.1 — ГОСТ 34233.9, ГОСТ 34233.11 при установленной расчетной температуре.

Если возможна работа сосуда при температуре ниже $t_{пр}$, то проводят два расчета по определению основных размеров элементов, контактирующих с сероводородсодержащей средой:

1) при расчетной температуре с допускаемыми напряжениями по ГОСТ 34233.1;

2) при температуре, равной $t_{пр}$, с допускаемыми напряжениями согласно разделу 5 в зависимости от парциального давления сероводорода p_{H_2S} и водородного показателя pH жидкой фазы рабочей среды.

5 Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности

5.1 Допускаемые напряжения в рабочих условиях [σ] при расчете по ГОСТ 34233.1 — ГОСТ 34233.9, ГОСТ 34233.11 элементов сосудов и аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей, работающих при статических и повторно-статических нагрузках в коррозионно-активных сероводородсодержащих средах, вычисляют по формуле

$$[\sigma] = \min\left\{\frac{R_{e/t}}{n_т} \text{ или } \frac{R_{p0,2/t}}{n_т}; \frac{R_{m/t}}{n_в}\right\}, \quad (2)$$

где $n_т$ и $n_в$ определяют в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Коэффициенты запаса прочности

Категория сосуда или аппарата по содержанию сероводорода в рабочей среде	Коэффициенты запаса прочности	
	по пределу текучести $n_т$	по временному сопротивлению $n_в$
I	2	3
II	1,8	3
III, IV	1,6	2,6
V	1,5	2,4

5.2 Расчетные значения предела текучести и временного сопротивления для сталей принимаются по ГОСТ 34233.1 (таблицы Б.1 и Б.2).

5.3 Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности для условий монтажа и условий испытаний определяют по ГОСТ 34233.1.

5.4 Коэффициенты запаса устойчивости для элементов сосудов и аппаратов, работающих в коррозионно-активных сероводородсодержащих средах, определяют по ГОСТ 34233.1.

5.5 Пределы текучести, временные сопротивления и коэффициенты линейного расширения сталей марок 20Юч*, 20КА** и 09ГСНБЦ***, используемых для изготовления сосудов и аппаратов I, II и

---

* В Российской Федерации действуют ТУ 14-1-4853—90 «Прокат толстолистовой стойкий к коррозионному растрескиванию. Технические условия»; ТУ 14-3-1652—89 «Трубы холоднодеформированные из стали марки 20Юч»; ТУ 14-3Р-54—2001 «Трубы бесшовные горячедеформированные из стали марки 20Юч. Технические условия»; ТУ 26-0303-1532—84 «Поковки из стали 20Юч. Технические условия».

** В Российской Федерации действуют ТУ 05764417-013—93 «Заготовки из стали марок 09ГСНБЦ, 09ХГН2АБ, 20КА,08Г2МФА. Технические условия».

*** В Российской Федерации действуют ТУ 14-1-5307—95 «Прокат толстолистовой из сталей марок 09ХГН2АБ и 09ГСНБЦ. Опытная партия» и ТУ 14-105-845—2008 «Прокат толстолистовой из сталей марок 09ХГН2АБ и 09ГСНБЦ для сосудов сварных, работающих под давлением в газовой промышленности».

IV категорий по таблице 1, принимают такими же, как для сталей марок 20 и 09Г2С соответственно, по ГОСТ 34233.1 (таблицы Б.1 и Б.2).

5.6 Допускаемые напряжения для сталей, не приведенных в ГОСТ 34233.1 (таблицы Б.1 и Б.2), но рекомендованных для изготовления сосудов и аппаратов, предназначенных для эксплуатации в коррозионно-активных сероводородсодержащих влажных средах, принимают по гарантируемым значениям механических характеристик в соответствии со стандартами или техническими условиями на стали или сертификатами на материалы.

5.7 При проверке условий статической прочности элементов сосудов и аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей, работающих в коррозионно-активных сероводородсодержащих средах и рассчитываемых не по предельным нагрузкам, а на основании численного анализа напряженного состояния, отдельно оценивают напряжения на поверхности, контактирующей с сероводородсодержащей средой, и отдельно — на поверхностях, не контактирующих с сероводородсодержащей средой.

Критерии прочности, допускаемые напряжения и коэффициенты запаса для элементов с не контактирующими с сероводородсодержащей средой поверхностями определяют по соответствующим нормативно-техническим документам.

Для элементов с контактирующей с коррозионно-активной сероводородсодержащей средой поверхностью допускаемые напряжения определяют с учетом коэффициентов запаса прочности в соответствии с 5.1.

5.8 Для оценки условно упругих напряжений, полученных численными методами, такими как метод конечных элементов, используют условия прочности по ГОСТ 34233.1 (пункт 8.10).

Допускаемые напряжения [σ] для общих растягивающих мембранных напряжений, действующих по всему сечению элемента с контактирующей с сероводородсодержащей средой поверхностью, определяют в соответствии с 5.1.

Допускаемые напряжения [σ] для общих сжимающих мембранных напряжений, действующих по всему сечению элемента с контактирующей с сероводородсодержащей средой поверхностью, определяют по ГОСТ 34233.1.

В зонах краевых эффектов используют допускаемые напряжения $[\sigma]_M = 1{,}5[\sigma]$ и $[\sigma]_R = 3[\sigma]$, где [σ] определяют в соответствии с 5.1 для оценки только растягивающих местных мембранных, общих и местных изгибных напряжений в элементе сосуда или аппарата на поверхности, контактирующей с сероводородсодержащей средой.

Оценку напряжений на остальных поверхностях проводят так же, как для обычных сосудов и аппаратов, работающих в тех же условиях, но не подверженных воздействию коррозионно-активных сероводородсодержащих сред.

6 Прибавки к расчетным толщинам элементов, работающих под внутренним давлением в контакте с коррозионно-активными сероводородсодержащими средами

6.1 При расчете элементов сосудов и аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей, работающих под внутренним давлением в контакте с коррозионно-активными сероводородсодержащими средами, необходимо учитывать прибавку для компенсации коррозии не менее $c_1 = 3$ мм. Остальные прибавки принимают в соответствии с ГОСТ 34233.1 (раздел 12).

УДК 66.023:006.354 МКС 71.120, 75.200 NEQ

Ключевые слова: сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на прочность, сероводород

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *А.А. Ворониной*

Сдано в набор 01.04.2019. Подписано в печать 11.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

IBE34233.10-2017