

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
52857.1—  
2007

---

Сосуды и аппараты  
**НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА  
НА ПРОЧНОСТЬ**

Общие требования

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2009

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения» (ОАО НИИХИММАШ); Закрытым акционерным обществом «Петрохим Инжиниринг» (ЗАО Петрохим Инжиниринг); Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтяного машиностроения» (ОАО ВНИИНЕФТЕМАШ); Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 260 «Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 503-ст

4 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения следующих международных и европейских стандартов: Директивы 97/23 ЕС Европейского Парламента и Совета от 29 мая 1997 г. по сближению законодательств государств-членов, касающейся оборудования, работающего под давлением; EN 13445-3:2002 «Сосуды, работающие под давлением. Часть 3. Расчет» (EN 13445-3:2002 «Unfired pressure vessel — Part 3: Design»)

### 5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «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*

© Стандартиформ, 2009

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  | Расчетная температура . . . . .  | 3  |
| 6  | Рабочее, расчетное и пробное давление . . . . .                                      | 4  |
| 7  | Расчетные усилия и моменты . . . . .   | 4  |
| 8  | Допускаемые напряжения, коэффициенты запаса прочности . . . . .                      | 4  |
| 9  | Коэффициенты запаса устойчивости . . . . .   | 7  |
| 10 | Модули продольной упругости и коэффициенты линейного расширения . . . . .            | 7  |
| 11 | Коэффициенты прочности сварных швов . . . . .  | 7  |
| 12 | Прибавки к расчетным толщинам конструктивных элементов . . . . .                     | 7  |
|    | Приложение А (обязательное) Допускаемое напряжение для рабочих условий . . . . .     | 9  |
|    | Приложение Б (справочное) Расчетные механические характеристики материалов . . . . . | 14 |
|    | Приложение В (справочное) Расчетные значения модуля продольной упругости . . . . .   | 21 |
|    | Приложение Г (справочное) Коэффициенты линейного расширения . . . . .                | 21 |
|    | Приложение Д (обязательное) Коэффициенты прочности сварных и паяных швов . . . . .   | 22 |

## Сосуды и аппараты

## НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

## Общие требования

Vessels and apparatus.  
Norms and methods of strength calculation.  
General requirements

Дата введения — 2008—04—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы расчета на прочность сосудов и аппаратов из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов (алюминия, меди, титана и их сплавов), применяемых в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности, работающих в условиях однократных и многократных нагрузок под внутренним избыточным давлением, вакуумом или наружным давлением, под действием осевых и поперечных усилий и изгибающих моментов, инерционных нагрузок, а также устанавливает коэффициенты запаса прочности, допускаемых напряжений, модуля продольной упругости и коэффициентов прочности сварных швов. Нормы и методы расчета на прочность применимы, если свойства материалов, требования к конструкции, изготовлению и контролю отвечают требованиям ГОСТ Р 52630 и другим нормативным документам. Если отклонения от геометрической формы, неточности или качество изготовления отличаются от требований нормативных документов, то при расчете на прочность эти отступления должны быть учтены соответствующей корректировкой расчетных формул.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51273—99 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий

ГОСТ Р 52630—2006 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

ГОСТ Р 52857.2—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ Р 52857.3—2007 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 Р 52857.4—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

ГОСТ Р 52857.5—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок

ГОСТ Р 52857.6—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ Р 52857.7—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты

ГОСТ Р 52857.8—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками



ГОСТ Р 52857.9—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение напряжений в местах пересечений штуцеров с обечайками и днищами при воздействии давления и внешних нагрузок на штуцер

ГОСТ Р 52857.10—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами

ГОСТ Р 52857.11—2007 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 19281—89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 5949—75 Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические требования

ГОСТ 25054—81 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия

**П р и м е ч а н и е** — 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 ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт 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:

|                   |   |
|-------------------|---|
| $c$               | — сумма прибавок к расчетным толщинам, мм;  |
| $c_1$             | — прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм;   |
| $c_2$             | — прибавка для компенсации минусового допуска, мм;  |
| $c_3$             | — прибавка для компенсации утонения стенки при технологических операциях, мм;                                     |
| $E$               | — модуль продольной упругости при расчетной температуре, МПа;   |
| $n_B$             | — коэффициент запаса прочности по временному сопротивлению (пределу прочности);                                   |
| $n_T$             | — коэффициент запаса по пределу текучести;  |
| $n_D$             | — коэффициент запаса по пределу длительной прочности;   |
| $n_p$             | — коэффициент запаса по пределу ползучести;   |
| $n_y$             | — коэффициент запаса устойчивости;  |
| $n_{Bn}$          | — коэффициент запаса по пределу прочности для алюминия, меди и их сплавов;  |
| $n_{BT}$          | — коэффициент запаса по пределу прочности для титана и его сплавов;   |
| $p$               | — расчетное давление, МПа;  |
| $R_{e/t}$         | — минимальное значение предела текучести при расчетной температуре, МПа;  |
| $R_{e/20}$        | — минимальное значение предела текучести при температуре 20 °С, МПа;  |
| $R_{p0,2/t}$      | — минимальное значение условного предела текучести при остаточном удлинении 0,2 % при расчетной температуре, МПа; |
| $R_{p0,2/20}$     | — минимальное значение условного предела текучести при остаточном удлинении 0,2 % при температуре 20 °С, МПа;     |
| $R_{p1,0/t}$      | — минимальное значение предела текучести при остаточном удлинении 1,0 % для расчетной температуры, МПа;           |
| $R_{p1,0/20}$     | — минимальное значение предела текучести при остаточном удлинении 1,0 % для температуры 20 °С, МПа;               |
| $R_{m/t}$         | — минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при расчетной температуре, МПа;               |
| $R_{m/20}$        | — минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при температуре 20 °С, 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 %-ный предел ползучести за $10^n$ часов при расчетной температуре, МПа;                               |

- $s$  — исполнительная толщина стенки элемента сосуда, мм;  
 $s_p$  — расчетная толщина стенки элемента сосуда, мм;  
 $t$  — расчетная температура стенки элемента сосуда, °С;  
 $\alpha$  — коэффициент линейного расширения при температуре,  $10^6, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  
 $[\sigma]$  — допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;  
 $[\sigma]_{20}$  — допускаемое напряжение при температуре 20 °С, МПа;  
 $\varphi$  — коэффициент прочности сварных швов.

## 4 Общие положения

4.1 Расчет на прочность необходимо проводить для всех прогнозируемых состояний сосудов, возникающих во время их эксплуатации, испытания, транспортировки, монтажа. При этом следует учитывать все нагрузки и внешние факторы (температуру, коррозионные среды и т.п.), которые могут оказать влияние на прочность, и учитывать вероятность их одновременного воздействия.

В частности, необходимо учитывать следующие факторы:

- внутреннее / внешнее давление;
- температуры окружающей среды и рабочие температуры;
- статическое давление в рабочих условиях и условиях испытания, нагрузки от массы сосуда и содержимого в оборудовании;
- инерционные нагрузки при движении, остановках и колебаниях, нагрузки от ветровых и сейсмических воздействий;
- реактивные усилия (противодействия), которые передаются от опор, креплений, трубопроводов и т. д.;
- нагрузки от стесненности температурных деформаций;
- усталость при переменных нагрузках, коррозию и эрозию и т. д.

За правильность применения норм и методов расчета на прочность несет ответственность организация (предприятие или физическое лицо), выполнявшая соответствующие расчеты на прочность.

4.2 Методы расчета на прочность сосудов и аппаратов приведены в ГОСТ Р 52857.2 — ГОСТ Р 52857.11.

4.3 В основу методов расчета на прочность большинства элементов сосудов принят метод расчета по предельным нагрузкам. Для удобства расчета коэффициенты запаса прочности к предельным нагрузкам учитываются при определении допускаемых напряжений. Для отдельных элементов (например, фланцевых соединений) или условий нагружения, например при переменных нагрузках, расчет ведется по допускаемым напряжениям.

Допускаемые напряжения в этом случае определяются с учетом особенностей эксплуатации сосуда, опытных данных, характеристик материала.

При расчете на устойчивость допускаемые нагрузки определяют по нижним критическим напряжениям.

## 5 Расчетная температура

5.1 Расчетную температуру используют для определения физико-механических характеристик материала и допускаемых напряжений, а также при расчете на прочность с учетом температурных воздействий.

5.2 Расчетную температуру определяют на основании теплотехнических расчетов или результатов испытаний, или опыта эксплуатации аналогичных сосудов.

За расчетную температуру стенки сосуда или аппарата принимают наибольшую температуру стенки. При температуре ниже 20 °С за расчетную температуру при определении допускаемых напряжений принимают температуру 20 °С.

5.3 Если невозможно провести тепловые расчеты или измерения и если во время эксплуатации температура стенки повышается до температуры среды, соприкасающейся со стенкой, то за расчетную температуру следует принимать наибольшую температуру среды, но не ниже 20 °С.

При обогреве открытым пламенем, отработанными газами или электронагревателями расчетную температуру принимают равной температуре среды, увеличенной на 20 °С при закрытом обогреве и на 50 °С при прямом обогреве, если нет более точных данных.

5.4 Если сосуд или аппарат эксплуатируются при нескольких различных режимах нагружения или разные элементы аппарата работают в разных условиях, для каждого режима можно определить свою расчетную температуру.



## 6 Рабочее, расчетное и пробное давление

6.1 Под рабочим давлением для сосуда и аппарата следует понимать максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса, без учета гидростатического давления среды и допустимого кратковременного повышения давления во время действия предохранительного клапана или других предохранительных устройств.

6.2 Под расчетным давлением для элементов сосудов и аппаратов следует понимать давление, на которое проводят их расчет на прочность.

Расчетное давление для элементов сосуда или аппарата принимают, как правило, равным рабочему давлению или выше.

Расчетное давление должно учитывать:

- внутреннее / внешнее давление;
- гидростатическое давление от среды, содержащейся в сосуде;
- нестабильность перерабатываемых сред и технологического процесса;
- инерционные нагрузки при движении или сейсмических воздействиях.

Если на сосуде или подводящем трубопроводе к сосуду установлено устройство, ограничивающее давление, чтобы рабочее давление не превышало максимально допустимого рабочего давления, то при определении расчетного давления не учитывают кратковременное превышение рабочего давления в пределах 10 %.

Для элементов, разделяющих пространства с разными давлениями (например, в аппаратах с обогреваемыми рубашками), за расчетное давление следует принимать либо каждое давление в отдельности, либо давление, которое требует большей толщины стенки рассчитываемого элемента. Если обеспечивается одновременное действие давлений, то допускается проводить расчет на разность давлений. Разность давлений принимается в качестве расчетного давления также для таких элементов, которые отделяют пространства с внутренним избыточным давлением от пространства с абсолютным давлением, меньшим чем атмосферное. Если отсутствуют точные данные о разности между абсолютным давлением и атмосферным, то абсолютное давление принимают равным нулю.

6.3 Под пробным давлением в сосуде или аппарате следует понимать давление, при котором проводится испытание сосуда или аппарата.

6.4 Под расчетным давлением в условиях испытаний для элементов сосудов или аппаратов следует принимать давление, которому они подвергаются во время пробного испытания, включая гидростатическое давление.

## 7 Расчетные усилия и моменты

За расчетные усилия и моменты принимают действующие для соответствующего состояния нагружения (например, при эксплуатации, испытании или монтаже) усилия и моменты, возникающие в результате действия собственной массы, инерционных нагрузок, от присоединенных трубопроводов, сейсмической, ветровой, снеговой и других нагрузок.

Расчетные усилия и моменты от ветровой нагрузки и сейсмических воздействий на колонные аппараты определяют по ГОСТ Р 51273.

## 8 Допускаемые напряжения, коэффициенты запаса прочности

8.1 Допускаемое напряжение  $[\sigma]$  при расчете по предельным нагрузкам сосудов, работающих при статических однократных нагрузках, вычисляют по формулам:

- для углеродистых, низколегированных, ферритных, аустенитно-ферритных, мартенситных сталей и сплавов на железноникелевой основе:

$$[\sigma] = \eta \min \left( \frac{R_{e/t}}{n_T} \text{ или } \frac{R_{p0,2/t}}{n_T}; \frac{R_{m/t}}{n_B}; \frac{R_{m/10^n/t}}{n_D}; \frac{R_{p1,0/10^n/t}}{n_n} \right); \quad (1)$$

- для аустенитной хромоникелевой стали, алюминия, меди и их сплавов:

$$[\sigma] = \eta \min \left( \frac{R_{p1,0/t}}{n_T}; \frac{R_{m/t}}{n_B}; \frac{R_{m/10^n/t}}{n_D}; \frac{R_{p1,0/10^n/t}}{n_P} \right). \quad (2)$$

Предел ползучести используют для определения допускаемого напряжения в тех случаях, когда отсутствуют данные по пределу длительной прочности или по условиям эксплуатации необходимо ограничивать деформацию (перемещения).

При отсутствии данных об условном пределе текучести при 1 %-ном остаточном удлинении используют значение условного предела текучести при 0,2 %-ном остаточном удлинении.

При отсутствии данных о пределе текучести и длительной прочности допускаемое напряжение для алюминия, меди и их сплавов вычисляют по формуле

$$[\sigma] = \frac{R_{m/t}}{n_{вп}}. \quad (3)$$

Допускаемые напряжения для титановых сплавов вычисляют по формуле

$$[\sigma] = \frac{R_{m/t}}{n_{вт}}. \quad (4)$$

Для условий испытания сосудов из углеродистых, низколегированных, ферритных, аустенитно-ферритных мартенситных сталей и сплавов на железноникелевой основе допускаемое напряжение вычисляют по формуле

$$[\sigma]_{20} = \eta \left( \frac{R_{e/20}}{n_T} \text{ или } \frac{R_{p0,2/20}}{n_T} \right). \quad (5)$$

Для условий испытаний сосудов из аустенитных сталей, алюминия, меди и их сплавов допускаемое напряжение вычисляют по формуле

$$[\sigma]_{20} = \eta \left( \frac{R_{p0,2/20}}{n_T} \text{ или } \frac{R_{p1,0/20}}{n_T} \right). \quad (6)$$

Если допускаемое напряжение для рабочих условий определяют по формуле (4), то для сосудов из алюминия, меди и их сплавов допускаемое напряжение для условий испытания вычисляют по формуле

$$[\sigma]_{20} = \frac{R_{m/20}}{n_{вп}}. \quad (7)$$

Для условий испытаний сосудов из титановых сплавов допускаемое напряжение вычисляют по формуле

$$[\sigma]_{20} = \frac{R_{m/20}}{n_{вт}}. \quad (8)$$

8.2 Коэффициенты запаса прочности должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

| Условия нагружения       | Коэффициенты запаса прочности                                    |         |       |       |  |   |  |   |
|--------------------------|--|---------|-------|-------|--|---|--|---|
|                          | сталей, алюминия, меди и их сплавов [формулы (1), (2), (5), (6)] |         |       |       | алюминия, меди и их сплавов [формулы (3), (7)] | алюминиевых литейных сплавов [формулы (3), (7)] | титанового листового проката и прокатных труб [формулы (4), (8)] | титановых прутков и поковок [формулы (4),(8)] |
|                          | $n_T$  | $n_B^*$ | $n_D$ | $n_P$ | $n_{вп}$                                       | $n_{вп}$  | $n_{вт}$   | $n_{вт}$                                      |
| Рабочие условия          | 1,5  | 2,4     | 1,5   | 1,0   | 3,5  | 7,0   | 2,6  | 3,0   |
| Условия испытания:       |  |         |       |       |  |   |  |   |
| гидравлические испытания | 1,1  | —       | —     | —     | 1,8  | 3,5   | 1,8  | 1,8   |
| пневматические испытания | 1,2  | —       | —     | —     | 2,0  | 3,5   | 2,0  | 2,0   |
| Условия монтажа          | 1,1  | —       | —     | —     | 1,8  | 3,5   | 1,8  | 1,8   |

\* Для аустенитной хромоникелевой стали, алюминия, меди и их сплавов (формула 2)  $n_B = 3,0$ .



Если допускаемое напряжение для аустенитных сталей вычисляют по условному пределу текучести, коэффициент запаса прочности  $n_T$  по условному пределу текучести  $R_{p0,2/t}$  для рабочих условий допускается принимать равным 1,3.

8.3 Поправочный коэффициент  $\eta$  к допускаемым напряжениям должен быть равен единице, за исключением стальных отливок, для которых коэффициент  $\eta$  имеет следующие значения:

- 0,8 — для отливок, подвергающихся индивидуальному контролю неразрушающими методами;
- 0,7 — для остальных отливок.

8.4 Расчет на прочность цилиндрических обечаек и конических элементов, выпуклых и плоских днищ для условий испытания проводить не требуется, если расчетное давление в условиях испытания будет

меньше, чем расчетное давление в рабочих условиях, умноженное на  $1,35 \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}$ .

8.5 Для материалов, широко используемых в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, допускаемые напряжения для рабочих условий при  $\eta = 1$  приведены в приложении А.

8.6 Допускаемые напряжения для материалов, не приведенных в приложении А, определяют согласно 8.1. Расчетные механические характеристики, необходимые для определения допускаемых напряжений, определяют при нормальной температуре по соответствующим стандартам или техническим условиям, а при повышенных температурах после проведения испытаний представительного количества образцов, обеспечивающих гарантированные значения прочностных характеристик материала.

8.7 Для стальных элементов сосудов и аппаратов, работающих в условиях ползучести при разных за весь период эксплуатации расчетных температурах, в качестве допускаемого напряжения разрешается принимать эквивалентное допускаемое напряжение  $[\sigma]_{\text{экв}}$ , вычисляемое по формуле

$$[\sigma]_{\text{экв}} = \frac{[\sigma]_1}{\left[ \sum_1^n \frac{T_i}{T_0} \left( \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]_i} \right)^m \right]^{1/m}}, \quad (9)$$

где  $[\sigma]_i = [\sigma]_1, [\sigma]_2, \dots, [\sigma]_n$  — допускаемое напряжение для расчетного срока эксплуатации при температурах  $t_i$  ( $i = 1, 2 \dots$ );

$T_i$  — длительность этапов эксплуатации элементов с температурой стенки соответственно  $t_i$  ( $i = 1, 2 \dots$ ), ч;

$T_0 = \sum_1^n T_i$  — общий расчетный срок эксплуатации, ч;

$m$  — показатель степени в уравнениях длительной прочности стали (для легированных жаропрочных сталей рекомендуется принимать  $m = 8$ ).

Этапы эксплуатации при разной температуре стенки рекомендуется принимать по интервалам температуры в  $5^\circ\text{C}$  и  $10^\circ\text{C}$ .

Определение эквивалентных напряжений по приведенной упрощенной методике рекомендуется принимать по интервалам температур не более  $30^\circ\text{C}$ . При необходимости определения эквивалентных допускаемых напряжений для интервала температур более  $30^\circ\text{C}$  следует использовать среднее значение показателя степени согласно данным экспериментальных исследований с базой испытаний не более 0,1 от ресурса, но не менее  $10^4$  ч.

8.8 Допускаемое напряжение для сосудов из двухслойных сталей вычисляют по формуле

$$[\sigma] = \frac{[\sigma]_1 (s_1 - c) + [\sigma]_2 (s_2 - c)}{(s_1 - c) + (s_2 - c)}, \quad (10)$$

где  $[\sigma]_1, [\sigma]_2$  — допускаемые напряжения соответственно основного металла и коррозионно-стойкого слоя, определяемые по приложению А.

Учитывая допуск на толщину коррозионно-стойкого слоя при определении допускаемого напряжения по формуле (10), толщина коррозионно-стойкого слоя принимается минимальной, если  $[\sigma]_1 < [\sigma]_2$ . Если  $[\sigma]_1 > [\sigma]_2$ , то толщина коррозионно-стойкого слоя принимается максимальной.

Разрешается допускаемое напряжение определять по основному слою. В этом случае прибавка на коррозию принимается равной толщине коррозионно-стойкого слоя.

8.9 Для сосудов, работающих при многократных нагрузках, допускаемые напряжения определяются по ГОСТ Р 52857.5.

8.10 Для элементов сосудов, рассчитываемых не по предельным нагрузкам, а по допускаемым напряжениям, расчет проводят по условным упругим напряжениям.

$\sigma_m$  — общие мембранные напряжения;  
 $\sigma_{mL}$  — местные мембранные напряжения;  
 $\sigma_{и}$  — общие изгибные напряжения;  
 $\sigma_{иL}$  — местные изгибные напряжения;  
 $\sigma_t$  — общие температурные напряжения;  
 $\sigma_{tL}$  — местные температурные напряжения.

Условия статической прочности выполняются, если

$$\begin{aligned} \sigma_m &\leq [\sigma], \\ (\sigma_m \text{ или } \sigma_{mL}) + \sigma_{и} &\leq [\sigma]_M, \\ (\sigma_m \text{ или } \sigma_{mL}) + \sigma_{и} + \sigma_{иL} + \sigma_t + \sigma_{tL} &\leq [\sigma]_R, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $[\sigma]_M = 1,5[\sigma]$ ;  $[\sigma]_R = 3[\sigma]$ .

8.11 Расчетные механические характеристики материалов приведены в приложении Б.

## 9 Коэффициенты запаса устойчивости

Коэффициент запаса устойчивости  $n_y$  при расчете сосудов и аппаратов на устойчивость по нижним критическим напряжениям в пределах упругости следует принимать:

- 2,4 — для рабочих условий;
- 1,8 — для условий испытания и монтажа.

## 10 Модули продольной упругости и коэффициенты линейного расширения

10.1 Расчетные значения модулей продольной упругости приведены в приложении В.

10.2 Расчетные значения коэффициентов линейного расширения приведены в приложении Г.

## 11 Коэффициенты прочности сварных швов

При расчете на прочность сварных элементов сосудов допускаемые напряжения умножают на коэффициент прочности сварных швов  $\phi$ .

Числовые значения этих коэффициентов приведены в приложении Д. Для бесшовных элементов сосудов  $\phi = 1$ .

## 12 Прибавки к расчетным толщинам конструктивных элементов

12.1 При расчете сосудов и аппаратов необходимо учитывать прибавки  $c$  к расчетным толщинам элементов сосудов и аппаратов.

Исполнительную толщину стенки элемента сосуда вычисляют по формуле

$$s \geq s_p + c, \quad (12)$$

где  $s_p$  — расчетная толщина стенки элемента сосуда.

Прибавку к расчетным толщинам вычисляют по формуле

$$c = c_1 + c_2 + c_3. \quad (13)$$

Если в расчете рассматривается несколько элементов, отличающихся материалами, способом изготовления или толщинами, то сумма прибавок к расчетным толщинам стенок определяется для каждого элемента в отдельности.



При поверочном расчете прибавку вычитают из значений исполнительной толщины стенки.

Если известна фактическая толщина стенки, то при поверочном расчете можно не учитывать  $c_2$  и  $c_3$ .

12.2 Обоснование всех прибавок к расчетным толщинам должно быть приведено в технической документации.

12.3 Прибавка к расчетной толщине для компенсации коррозии (эрозии) назначается с учетом условий эксплуатации, расчетного срока службы, скорости коррозии (эрозии).

При двухстороннем контакте с коррозионной и (или) эрозионной средой прибавка  $c_1$  должна быть соответственно увеличена.

12.4 Технологическая прибавка  $c_3$  предусматривает компенсацию утонения стенки элемента сосуда при технологических операциях: вытяжке, штамповке, гибке труб и т. д. В зависимости от принятой технологии эту прибавку следует учитывать при разработке рабочих чертежей.

Прибавки  $c_2$  и  $c_3$  учитывают в тех случаях, когда их суммарное значение превышает 5 % номинальной толщины листа.

Технологическая прибавка не включает в себя округление расчетной толщины до стандартной толщины листа.

При расчете эллиптических днищ, изготавливаемых штамповкой, технологическую прибавку для компенсации утонения в зоне отбортовки не учитывают, если ее значение не превышает 15 % исполнительной толщины листа.

**Приложение А  
(обязательное)**

**Допускаемое напряжение для рабочих условий**

Т а б л и ц а А.1 — Допускаемые напряжения для углеродистых и низколегированных сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение [σ], МПа, для сталей марок |          |             |          |         |     |            |                     |
|--|---|----------|-------------|----------|---------|-----|------------|---------------------|
|  | Ст3   |          | 09Г2С, 16ГС |          | 20, 20К | 10  | 10Г2, 09Г2 | 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1 |
|  | толщина, мм                                       |          |             |          |         |     |            |                     |
|  | до 20   | свыше 20 | до 32       | свыше 32 | до 160  |     |            |                     |
| 20   | 154   | 140      | 196         | 183      | 147     | 130 | 180        | 183                 |
| 100  | 149   | 134      | 177         | 160      | 142     | 125 | 160        | 160                 |
| 150  | 145   | 131      | 171         | 154      | 139     | 122 | 154        | 154                 |
| 200  | 142   | 126      | 165         | 148      | 136     | 118 | 148        | 148                 |
| 250  | 131   | 120      | 162         | 145      | 132     | 112 | 145        | 145                 |
| 300  | 115   | 108      | 151         | 134      | 119     | 100 | 134        | 134                 |
| 350  | 105   | 98       | 140         | 123      | 106     | 88  | 123        | 123                 |
| 375  | 93  | 93       | 133         | 116      | 98      | 82  | 108        | 116                 |
| 400  | 85  | 85       | 122         | 105      | 92      | 77  | 92         | 105                 |
| 410  | 81  | 81       | 104         | 104      | 86      | 75  | 86         | 104                 |
| 420  | 75  | 75       | 92          | 92       | 80      | 72  | 80         | 92                  |
| 430  | 71*   | 71*      | 86          | 86       | 75      | 68  | 75         | 86                  |
| 440  | —   | —        | 78          | 78       | 67      | 60  | 67         | 78                  |
| 450  | —   | —        | 71          | 71       | 61      | 53  | 61         | 71                  |
| 460  | —   | —        | 64          | 64       | 55      | 47  | 55         | 64                  |
| 470  | —   | —        | 56          | 56       | 49      | 42  | 49         | 56                  |
| 480  | —   | —        | 53          | 53       | 46**    | 37  | 46**       | 53                  |

\* Для расчетной температуры стенки 425 °С.

\*\* Для расчетной температуры стенки 475 °С.

**П р и м е ч а н и я**

1 При расчетных температурах ниже 20 °С допускаемые напряжения принимают такими же, как при 20 °С, при условии допустимого применения материала при данной температуре.

2 Для промежуточных расчетных температур стенки допускаемое напряжение определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,5 МПа в сторону меньшего значения.

3 Для стали марки 20 при  $R_{e/20} < 220$  МПа допускаемые напряжения, указанные в настоящей таблице, умножают на отношение  $R_{e/20}/220$ .

4 Для стали марки 10Г2 при  $R_{p0,2/20} < 270$  МПа допускаемые напряжения, указанные в настоящей таблице, умножают на отношение  $R_{p0,2/20}/270$ .

5 Для стали марок 09Г2С, 16ГС классов прочности 265 и 296 по ГОСТ 19281 допускаемые напряжения независимо от толщины листа принимают равными указанным в графе, соответствующей толщине свыше 32 мм.

6 Допускаемые напряжения, расположенные ниже горизонтальной черты, действительны при ресурсе не более  $10^5$  ч.

Для расчетного срока эксплуатации до  $2 \cdot 10^5$  ч допускаемое напряжение, расположенное ниже горизонтальной черты, умножают на коэффициент: для углеродистой стали на 0,8; для марганцовистой стали на 0,85 при температуре < 450 °С и на 0,8 при температуре от 450 °С до 500 °С включительно.



Т а б л и ц а А.2 — Допускаемые напряжения для теплоустойчивых хромистых сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение $[\sigma]$ , МПа, для сталей марок |       |       |       |         |
|--|---|-------|-------|-------|---------|
|  | 12ХМ  | 12МХ  | 15ХМ  | 15Х5М | 15Х5М-У |
| 20   | 147   | 147   | 155   | 146   | 240     |
| 100  | 146,5   | 146,5 | 153   | 141   | 235     |
| 150  | 146   | 146   | 152,5 | 138   | 230     |
| 200  | 145   | 145   | 152   | 134   | 225     |
| 250  | 145   | 145   | 152   | 127   | 220     |
| 300  | 141   | 141   | 147   | 120   | 210     |
| 350  | 137   | 137   | 142   | 114   | 200     |
| 375  | 135   | 135   | 140   | 110   | 180     |
| 400  | 132   | 132   | 137   | 105   | 170     |
| 410  | 130   | 130   | 136   | 103   | 160     |
| 420  | 129   | 129   | 135   | 101   | 150     |
| 430  | 127   | 127   | 134   | 99    | 140     |
| 440  | 126   | 126   | 132   | 96    | 135     |
| 450  | 124   | 124   | 131   | 94    | 130     |
| 460  | 122   | 122   | 127   | 91    | 126     |
| 470  | 117   | 117   | 122   | 89    | 122     |
| 480  | 114   | 114   | 117   | 86    | 118     |
| 490  | 105   | 105   | 107   | 83    | 114     |
| 500  | 96  | 96    | 99    | 79    | 108     |
| 510  | 82  | 82    | 84    | 72    | 97      |
| 520  | 69  | 69    | 74    | 66    | 85      |
| 530  | 60  | 57    | 67    | 60    | 72      |
| 540  | 50  | 47    | 57    | 54    | 58      |
| 550  | 41  | —     | 49    | 47    | 52      |
| 560  | 33  | —     | 41    | 40    | 45      |
| 570  | —   | —     | —     | 35    | 40      |
| 580  | —   | —     | —     | 30    | 34      |
| 590  | —   | —     | —     | 28    | 30      |
| 600  | —   | —     | —     | 25    | 25      |

## П р и м е ч а н и я

1 При расчетных температурах ниже 20 °С допускаемые напряжения принимают такими же, как при 20 °С при условии допустимого применения материала при данной температуре.

2 Для промежуточных расчетных температур стенки допускаемое напряжение определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,5 МПа в сторону меньшего значения.

3 Допускаемые напряжения, расположенные ниже горизонтальной черты, действительны при ресурсе  $10^5$  ч.

Для расчетного срока эксплуатации до  $2 \cdot 10^5$  ч допускаемое напряжение, расположенное ниже горизонтальной черты, умножают на коэффициент 0,85.

Т а б л и ц а А.3 — Допускаемые напряжения для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного класса

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение [σ], МПа, для сталей марок |          |            |   |   |             |
|--|---|----------|------------|---|---|-------------|
|  | 03X21H21M4ГБ                                      | 03X18H11 | 03X17H14M3 | 08X18H10Т,<br>08X18H12Т,<br>08X17H13M2Т,<br>08X17H15M3Т | 12X18H10Т,<br>12X18H12Т,<br>10X17H13M2Т,<br>10X17H13M3Т | 10X14Г14Н4Т |
| 20   | 180   | 160      | 153        | 168   | 184   | 167         |
| 100  | 173   | 133      | 140        | 156   | 174   | 153         |
| 150  | 171   | 125      | 130        | 148   | 168   | 146         |
| 200  | 171   | 120      | 120        | 140   | 160   | 137         |
| 250  | 167   | 115      | 113        | 132   | 154   | 130         |
| 300  | 149   | 112      | 103        | 123   | 148   | 123         |
| 350  | 143   | 108      | 101        | 113   | 144   | 118         |
| 375  | 141   | 107      | 90         | 108   | 140   | 115         |
| 400  | 140   | 107      | 87         | 103   | 137   | 113         |
| 410  | —   | 107      | 83         | 102   | 136   | 112         |
| 420  | —   | 107      | 82         | 101   | 135   | 111         |
| 430  | —   | 107      | 81         | 100,5   | 134   | 110         |
| 440  | —   | 107      | 81         | 100   | 133   | 109         |
| 450  | —   | 107      | 80         | 99  | 132   | 108         |
| 460  | —   | —        | —          | 98  | 131   | —           |
| 470  | —   | —        | —          | 97,5  | 130   | —           |
| 480  | —   | —        | —          | 97  | 129   | —           |
| 490  | —   | —        | —          | 96  | 128   | —           |
| 500  | —   | —        | —          | 95  | 127   | —           |
| 510  | —   | —        | —          | 94  | 126   | —           |
| 520  | —   | —        | —          | 79  | 125   | —           |
| 530  | —   | —        | —          | 79  | 124   | —           |
| 540  | —   | —        | —          | 78  | 111   | —           |
| 550  | —   | —        | —          | 76  | 111   | —           |
| 560  | —   | —        | —          | 73  | 101   | —           |
| 570  | —   | —        | —          | 69  | 97  | —           |
| 580  | —   | —        | —          | 65  | 90  | —           |
| 590  | —   | —        | —          | 61  | 81  | —           |
| 600  | —   | —        | —          | 57  | 74  | —           |
| 610  | —   | —        | —          | —   | 68  | —           |
| 620  | —   | —        | —          | —   | 62  | —           |
| 630  | —   | —        | —          | —   | 57  | —           |
| 640  | —   | —        | —          | —   | 52  | —           |
| 650  | —   | —        | —          | —   | 48  | —           |
| 660  | —   | —        | —          | —   | 45  | —           |
| 670  | —   | —        | —          | —   | 42  | —           |
| 680  | —   | —        | —          | —   | 38  | —           |
| 690  | —   | —        | —          | —   | 34  | —           |
| 700  | —   | —        | —          | —   | 30  | —           |

## П р и м е ч а н и я

1 При расчетных температурах ниже 20 °С допускаемые напряжения принимают такими же, как и при 20 °С, при условии допустимого применения материала при данной температуре.

2 Для промежуточных расчетных температур стенки допускаемое напряжение определяют интерполяцией двух ближайших значений, указанных в таблице, с округлением результатов до 0,5 МПа в сторону меньшего значения.



## Окончание таблицы А.3

|    |   |
|----|---|
| 3  | Для поковок из стали марок 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, при температурах до 550 °С умножают на 0,83.  |
| 4  | Для сортового проката из стали марок 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, при температурах до 550 °С умножают на отношение $\frac{R_{p0,2/20}^*}{240}$ ( $R_{p0,2/20}^*$ — предел текучести материала сортового проката определен по ГОСТ 5949).  |
| 5  | Для поковок и сортового проката из стали марки 08Х18Н10Т допускаемые напряжения, приведенные в таблице 4, при температурах до 550 °С умножают на 0,95.  |
| 6  | Для поковок из стали марки 03Х17Н14М3 допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, умножают на 0,9.   |
| 7  | Для поковок из стали марки 03Х18Н11 допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, умножают на 0,9; для сортового проката из стали марки 03Х18Н11 допускаемые напряжения умножают на 0,8.   |
| 8  | Для труб из стали марки 03Х21Н21М4ГБ (ЗИ-35) допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, умножают на 0,88.   |
| 9  | Для поковок из стали марки 03Х21Н21М4ГБ (ЗИ-35) допускаемые напряжения, приведенные в настоящей таблице, умножают на отношение $\frac{R_{p0,2/20}^*}{250}$ ( $R_{p0,2/20}^*$ — предел текучести материала поковок, определен по ГОСТ 25054).  |
| 10 | Допускаемые напряжения, расположенные ниже горизонтальной черты, действительны при ресурсе не более $10^5$ ч.<br>Для расчетного срока эксплуатации до $2 \cdot 10^5$ ч допускаемое напряжение, расположенное ниже горизонтальной черты, умножают на коэффициент 0,9 при температуре < 600 °С и на коэффициент 0,8 при температуре от 600 °С до 700 °С включительно. |

Т а б л и ц а А.4 — Допускаемые напряжения для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного и аустенитно-ферритного класса

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение [σ], МПа, для сталей марок |                   |                    |                       |                      |                      |
|--|---|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|  | 08Х18Г8Н2Т (КО-3)                                 | 07Х13АГ20 (ЧС-46) | 02Х8Н22С6 (ЭП-794) | 15Х18Н12С4ТЮ (ЭИ-654) | 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ | 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т |
| 20   | 230   | 233               | 133                | 233                   | 147                  | 233                  |
| 100  | 206   | 173               | 106,5              | 220                   | 138                  | 200                  |
| 150  | 190   | 153               | 100                | 206,5                 | 130                  | 193                  |
| 200  | 175   | 133               | 90                 | 200                   | 124                  | 188,5                |
| 250  | 160   | 127               | 83                 | 186,5                 | 117                  | 166,5                |
| 300  | 144   | 120               | 76,5               | 180                   | 110                  | 160                  |
| 350  | —   | 113               | —                  | —                     | 107                  | —                    |
| 375  | —   | 110               | —                  | —                     | 105                  | —                    |
| 400  | —   | 107               | —                  | —                     | 103                  | —                    |

**П р и м е ч а н и я**

1 При расчетных температурах ниже 20 °С допускаемые напряжения принимают такими же, как и при 20 °С, при условии допустимого применения материала при данной температуре.

2 Для промежуточных расчетных температур стенки допускаемое напряжение определяют интерполяцией двух ближайших значений, указанных в настоящей таблице, с округлением до 0,5 МПа в сторону меньшего значения.

Т а б л и ц а А.5 — Допускаемые напряжения для алюминия и его сплавов

| Расчетная температура, °С | Допускаемое напряжение $[\sigma]$ , МПа, для алюминия и его сплавов марок |                 |       |              |              |
|---------------------------|---|-----------------|-------|--------------|--------------|
|                           | А85М, А8М   | АДМ, АД0М, АД1М | АМцСМ | АМр2М, АМр3М | АМр5М, АМр6М |
| 20                        | 16,0  | 20,0            | 33,0  | 47,0         | 73,0         |
| 50                        | 15,0  | 19,0            | 31,0  | 47,0         | 68,6         |
| 100                       | 14,0  | 17,0            | 28,0  | 45,0         | 61,0         |
| 120                       | 13,0  | 14,0            | 25,0  | 44,0         | 58,0         |
| 130                       | 12,0  | 13,0            | 24,0  | 40,0         | 52,0         |
| 140                       | 11,0  | 12,0            | 19,0  | 34,0         | 46,0         |
| 150                       | 11,0  | 11,0            | 16,0  | 31,0         | 40,0         |

**П р и м е ч а н и я**  
1 Допускаемые напряжения приведены для алюминия и его сплавов в отожженном состоянии.  
2 Допускаемые напряжения приведены для толщин листов и плит алюминия марок А85М, А8М не более 30 мм, остальных марок — не более 60 мм.  
3 Для промежуточных значений расчетных температур стенки допускаемые напряжения определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,1 МПа в сторону меньшего значения.

Т а б л и ц а А.6 — Допускаемые напряжения для меди и ее сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение $[\sigma]$ , МПа, для меди и ее сплавов марок |      |      |             |        |             |
|--|--|------|------|-------------|--------|-------------|
|  | М2   | М3   | М3р  | Л63, ЛС59-1 | ЛО62-1 | ЛЖМц 59-1-1 |
| 20   | 51,0   | 54,0 | 54,0 | 70,0        | 108,0  | 136,0       |
| 50   | 49,0   | 50,0 | 51,0 | 67,0        | 106,0  | 134,0       |
| 100  | 48,0   | 45,0 | 46,6 | 63,0        | 100,0  | 124,0       |
| 150  | 43,0   | 42,0 | 42,0 | 60,0        | 95,0   | 120,0       |
| 200  | 38,0   | 39,0 | 38,0 | 57,0        | 90,0   | 106,0       |
| 210  | —  | 38,0 | 37,0 | 55,0        | 80,0   | 97,0        |
| 220  | —  | 37,0 | 36,0 | 52,0        | 70,0   | 85,0        |
| 230  | —  | 36,0 | 35,0 | 42,0        | 60,0   | 69,0        |
| 240  | —  | 34,0 | 34,0 | 34,0        | 50,0   | 51,0        |
| 250  | —  | 33,0 | 33,0 | 33,0        | 40,0   | 30,0        |

**П р и м е ч а н и я**  
1 Допускаемые напряжения приведены для меди и ее сплавов в отожженном состоянии.  
2 Допускаемые напряжения приведены для толщин листов от 3 до 10 мм.  
3 Для промежуточных значений расчетных температур стенки допускаемые напряжения определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,1 МПа в сторону меньшего значения.

Т а б л и ц а А.7 — Допускаемое напряжение для титана и его сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Допускаемое напряжение $[\sigma]$ , МПа, для титанового листового проката и прокатных труб |       |     |        |
|--|--|-------|-----|--------|
|  | ВТ1-0  | ОТ4-0 | АТ3 | ВТ1-00 |
| 20   | 143  | 181   | 226 | 113    |
| 100  | 126  | 156   | 199 | 96     |
| 200  | 106  | 129   | 169 | 75     |
| 250  | 94   | 118   | 162 | 64     |
| 300  | 85   | 96    | 156 | 55     |
| 350  | —  | 94    | 143 | —      |
| 400  | —  | 92    | —   | —      |

**П р и м е ч а н и я**  
1 При расчетных температурах ниже 20 °С допускаемые напряжения принимают такими же, как при 20 °С, при условии допустимости применения материала при данной температуре.  
2 Для поковок и прутков допускаемые напряжения, указанные в настоящей таблице, умножаются на 0,8.



**Приложение Б**  
**(справочное)**

**Расчетные механические характеристики материалов**

Т а б л и ц а Б.1 — Расчетное значение предела текучести  $R_e/t$  для углеродистых и низколегированных сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_e$ , МПа, для сталей марок |          |             |          |          |     |            |                     |
|--|--|----------|-------------|----------|----------|-----|------------|---------------------|
|  | Ст3  |          | 09Г2С, 16ГС |          | 20 и 20К | 10  | 10Г2, 09Г2 | 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1 |
|  | толщина, мм  |          |             |          |          |     |            |                     |
|  | до 20  | свыше 20 | до 32       | свыше 32 | до 160   |     |            |                     |
| 20   | 250  | 210      | 300         | 280      | 220      | 195 | 270        | 280                 |
| 100  | 230  | 201      | 265,5       | 240      | 213      | 188 | 240        | 240                 |
| 150  | 224  | 197      | 256,5       | 231      | 209      | 183 | 231        | 231                 |
| 200  | 223  | 189      | 247,5       | 222      | 204      | 177 | 222        | 222                 |
| 250  | 197  | 180      | 243         | 218      | 198      | 168 | 218        | 218                 |
| 300  | 173  | 162      | 226,5       | 201      | 179      | 150 | 201        | 201                 |
| 350  | 167  | 147      | 210         | 185      | 159      | 132 | 185        | 185                 |
| 375  | 164  | 140      | 199,5       | 174      | 147      | 123 | 162        | 174                 |
| 400  | —  | —        | 183         | 158      | —        | —   | —          | 158                 |
| 410  | —  | —        | —           | 156      | —        | —   | —          | 156                 |
| 420  | —  | —        | —           | 138      | —        | —   | —          | 138                 |

Т а б л и ц а Б.2 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для углеродистых и низколегированных сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для сталей марок |          |             |          |          |     |                                 |  |
|--|---|----------|-------------|----------|----------|-----|---------------------------------|--|
|  | Ст3   |          | 09Г2С, 16ГС |          | 20 и 20К | 10  | 10Г2, 09Г2, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1 |  |
|  | толщина, мм   |          |             |          |          |     |                                 |  |
|  | до 20   | свыше 20 | до 32       | свыше 32 | до 160   |     |                                 |  |
| 20   | 460   | 380      | 470         | 440      | 410      | 340 | 440                             |  |
| 100  | 435   | 360      | 425         | 385      | 380      | 310 | 385                             |  |
| 150  | 460   | 390      | 430         | 430      | 425      | 340 | 430                             |  |
| 200  | 505   | 420      | 439         | 439      | 460      | 382 | 439                             |  |
| 250  | 510   | 435      | 444         | 444      | 460      | 400 | 444                             |  |
| 300  | 520   | 440      | 445         | 445      | 460      | 374 | 445                             |  |
| 350  | 480   | 420      | 441         | 441      | 430      | 360 | 441                             |  |
| 375  | 450   | 402      | 425         | 425      | 410      | 330 | 425                             |  |

Т а б л и ц а Б.3 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p0,2/t}$  для теплоустойчивых и хромистых сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p0,2}$ , МПа, для сталей марок |       |      |       |         |
|--|---|-------|------|-------|---------|
|  | 12МХ  | 12ХМ  | 15ХМ | 15Х5М | 15Х5М-У |
| 20   | 220   | 220   | 233  | 220   | 400     |
| 100  | 219   | 219   | 230  | 210   | 352,5   |
| 150  | 218   | 218   | 229  | 207   | 345     |
| 200  | 217,5   | 217,5 | 228  | 201   | 337,5   |
| 250  | 217,5   | 217,5 | 228  | 190   | 330     |
| 300  | 212   | 212   | 220  | 180   | 315     |
| 350  | 206   | 206   | 213  | 171   | 300     |
| 375  | 202   | 202   | 210  | 164   | 270     |
| 400  | 198   | 198   | 205  | 158   | 255     |
| 410  | 195   | 195   | 204  | 155   | 240     |
| 420  | 194   | 194   | 202  | 152   | 225     |

Т а б л и ц а Б.4 – Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для теплоустойчивых и хромистых сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для сталей марок |      |      |       |         |
|--|---|------|------|-------|---------|
|  | 12МХ  | 12ХМ | 15ХМ | 15Х5М | 15Х5М-У |
| 20   | 450   | 450  | 450  | 400   | 600     |
| 100  | 440   | 440  | 440  | 380   | 572     |
| 150  | 434   | 434  | 434  | 355   | 555     |
| 200  | 430   | 430  | 430  | 330   | 535     |
| 250  | 440   | 437  | 437  | 320   | 520     |
| 300  | 454   | 445  | 445  | 318   | 503     |
| 350  | 437   | 442  | 442  | 314   | 492     |
| 375  | 427   | 436  | 436  | 312   | 484     |
| 400  | 415   | 426  | 426  | 310   | 472     |
| 410  | 413   | 424  | 424  | 306   | 468     |
| 420  | 410   | 421  | 421  | 300   | 462     |

Т а б л и ц а Б.5 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p0,2/t}$  для аустенитного и аустенитно-ферритного класса сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p0,2}$ , МПа, для сталей марок |                   |                    |                       |                      |                      |
|--|---|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|  | 08Х18Г8Н2Т (КО-3)   | 07Х13АГ20 (ЧС-46) | 02Х8Н22С6 (ЭП-794) | 15Х18Н12С4ТЮ (ЭИ-654) | 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т | 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ |
| 20   | 350   | 350               | 200                | 350                   | 350                  | 220                  |
| 100  | 328   | 260               | 160                | 330                   | 300                  | 207                  |
| 150  | 314   | 230               | 150                | 310                   | 290                  | 195                  |
| 200  | 300   | 200               | 135                | 300                   | 283                  | 186                  |
| 250  | 287   | 190               | 125                | 280                   | 250                  | 175                  |
| 300  | 274   | 180               | 115                | 270                   | 240                  | 165                  |
| 350  | —   | 170               | —                  | —                     | —                    | 160                  |
| 375  | —   | 165               | —                  | —                     | —                    | 157,5                |
| 400  | —   | 160               | —                  | —                     | —                    | 155                  |

Т а б л и ц а Б.6 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для аустенитного и аустенитно-ферритного класса сталей

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для сталей марок |           |           |              |                      |
|--|---|-----------|-----------|--------------|----------------------|
|  | 08Х18Г8Н2Т  | 07Х13АГ20 | 02Х8Н22С6 | 15Х18Н12С4ТЮ | 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ |
| 20   | 600   | 670       | 550       | 700          | 550                  |
| 100  | 535   | 550       | 500       | 640          | 527,5                |
| 150  | 495   | 520       | 480       | 610          | 512,5                |
| 200  | 455   | 490       | 468       | 580          | 500                  |
| 250  | 415   | 485       | 450       | 570          | 490                  |
| 300  | 375   | 480       | 440       | 570          | 482,5                |
| 350  | —   | 465       | —         | —            | 478                  |
| 375  | —   | 458       | —         | —            | 474                  |
| 400  | —   | 450       | —         | —            | 470                  |

Т а б л и ц а Б.7 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p1,0/t}$  для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного класса

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p1,0}$ , МПа, для сталей марок |   |              |          |            |
|--|---|---|--------------|----------|------------|
|  | 12X18H10T,<br>12X18H12T,<br>10X17H13M2T,<br>10X17H13M3T                 | 08X18H10T,<br>08X18H12T,<br>08X17H13M2T,<br>08X17H15M3T | 03X21H21M4ГБ | 03X18H11 | 03X17H14M3 |
| 20   | 276   | 252   | 270          | 240      | 230        |
| 100  | 261   | 234   | 260          | 200      | 210        |
| 150  | 252   | 222   | 257          | 187,5    | 195        |
| 200  | 240   | 210   | 257          | 180      | 180        |
| 250  | 231   | 198   | 250          | 173      | 170        |
| 300  | 222   | 184,5   | 223          | 168      | 155        |
| 350  | 216   | 169,5   | 215          | 162      | 152        |
| 375  | 210   | 162   | 212          | 160      | 135        |
| 400  | 205,5   | 154,5   | 210          | 160      | 130        |
| 410  | 204   | 153   | —            | 160      | 125        |
| 420  | 202,5   | 151,5   | —            | 160      | 123        |
| 430  | 201   | 150,75  | —            | 160      | 122        |
| 440  | 199,5   | 150   | —            | 160      | 121        |
| 450  | 198   | 148,5   | —            | 160      | 120        |
| 460  | 196,5   | 147   | —            | —        | —          |
| 470  | 195   | 146   | —            | —        | —          |
| 480  | 193,5   | 145,5   | —            | —        | —          |
| 490  | 192   | 144   | —            | —        | —          |
| 500  | 190,5   | 142,5   | —            | —        | —          |
| 510  | 189   | 141   | —            | —        | —          |
| 520  | 187,5   | 139,5   | —            | —        | —          |
| 530  | 186   | 138   | —            | —        | —          |

П р и м е ч а н и е — Предел текучести для поковок, сортового проката и труб при 20 °С следует принимать:

- для поковок из стали марок 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T:

$$\frac{R_{p1,0} \text{ (листа)}}{1,2};$$

- для поковок и сортового проката из стали марки 08X18H10T:

$$\frac{R_{p1,0} \text{ (листа)}}{1,05};$$

- для сортового проката из стали марок 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T:

$$1,15R_{p0,2} \text{ (сорта)};$$

- для поковок из стали марок 03X17H14M3, 03X18H11:

$$\frac{R_{p1,0} \text{ (листа)}}{1,11};$$

- для сортового проката из стали марки 03X18H11:

$$\frac{R_{p1,0} \text{ (листа)}}{1,25};$$

- для труб из стали марки 03X21H21M4ГБ (ЗИ-35):

$$\frac{R_{p1,0} \text{ (листа)}}{1,14};$$

- для поковок из стали марки 03X21H21M42Б (ЗИ-35):

$$1,08R_{p0,2} \text{ (поковки)},$$

[ $R_{p0,2/20}$  — предел текучести материала поковок определен по ГОСТ 25054 (по согласованию)].



Т а б л и ц а Б.8 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p0,2/t}$  для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного класса

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p0,2}$ , МПа, для сталей марок |   |              |          |            |             |
|--|---|---|--------------|----------|------------|-------------|
|  | 12X18H10T,<br>12X18H12T,<br>10X17H13M2T,<br>10X17H13M3T                 | 08X18H10T,<br>08X18H12T,<br>08X17H13M2T,<br>08X17H15M3T | 03X21H21M4ГБ | 03X18H11 | 03X17H14M3 | 10X14Г14H4T |
| 20   | 240   | 210*  | 250          | 200      | 200        | 250         |
| 100  | 228   | 195   | 240          | 160      | 180        | 230         |
| 150  | 219   | 180   | 235          | 150      | 165        | 219         |
| 200  | 210   | 173   | 235          | 140      | 150        | 206         |
| 250  | 204   | 165   | 232          | 135      | 140        | 195         |
| 300  | 195   | 150   | 205          | 130      | 126        | 185         |
| 350  | 190   | 137   | 199          | 127      | 115        | 177         |
| 375  | 186   | 133   | 195          | 125      | 108        | 173         |
| 400  | 181   | 129   | 191          | 122,5    | 100        | 170         |
| 410  | 180   | 128   | —            | 121,5    | 98         | 168,4       |
| 420  | 180   | 128   | —            | 121      | 97,5       | 166,8       |
| 430  | 179   | 127   | —            | 120,5    | 97         | 165,2       |
| 440  | 177   | 126   | —            | 120      | 96         | 163,6       |
| 450  | 176   | 125   | —            | 120      | 95         | 162,0       |
| 460  | 174   | 125   | —            | —        | —          | —           |
| 470  | 173   | 124   | —            | —        | —          | —           |
| 480  | 173   | 123   | —            | —        | —          | —           |
| 490  | 171   | 122   | —            | —        | —          | —           |
| 500  | 170   | 122   | —            | —        | —          | —           |
| 510  | 168   | 120   | —            | —        | —          | —           |
| 520  | 168   | 119   | —            | —        | —          | —           |
| 530  | 167   | 119   | —            | —        | —          | —           |

\* Для сталей 08X17H13M2T, 08X17H15M3T предел текучести при 20 °С равен 200 МПа.

**П р и м е ч а н и я**

1 Для поковок из стали марок 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T пределы текучести, приведенные в настоящей таблице, умножают на 0,83.

2 Для сортового проката из стали марок 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T пределы текучести, приведенные в настоящей таблице, умножают на  $\frac{R_{p0,2/20}^*}{240}$  ( $R_{p0,2/20}^*$  — предел текучести материала сортового проката определен по ГОСТ 5949.)

3 Для поковок и сортового проката из стали марки 08X18H10T пределы текучести, приведенные в таблице 16, умножают на 0,95.

4 Для поковок из стали марки 03X17H14M3 пределы текучести, приведенные в таблице Б.8, умножают на 0,9.

5 Для поковок из стали марки 03X18H11 пределы текучести, приведенные в таблице Б.8, умножают на 0,9; для сортового проката из стали марки 03X18H11 пределы текучести умножают на 0,8.

6 Для труб из стали марки 03X21H21M4ГБ (ЗИ-35) пределы текучести, приведенные в таблице Б.8, умножают на 0,88.

7 Для поковок из стали марки 03X21H21M4ГБ (ЗИ-35) пределы текучести, приведенные в таблице 16, умножают на отношение  $\frac{R_{p0,2/20}^*}{250}$  [ $R_{p0,2/20}^*$  — предел текучести материала поковок определен по ГОСТ 25054 (по согласованию)].

ГОСТ Р 52857.1—2007

Т а б л и ц а Б.9 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких сталей аустенитного класса

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для сталей марок |                         |            |          |   |   |             |
|--|---|-------------------------|------------|----------|---|---|-------------|
|  | 03X21H21M4ГБ  | 08X22H6Т,<br>08X21H6M2Т | 03X17H14M3 | 03X18H11 | 08X18H10Т,<br>08X18H12Т,<br>08X17H13M2Т,<br>08X17H15M3Т | 12X18H10Т,<br>12X18H12Т,<br>10X17H13M2Т,<br>10X17H13M3Т | 10X14Г14Н4Т |
| 20   | 550   | 600                     | 500        | 520      | 520   | 540   | 600         |
| 100  | 540   | 583                     | 474        | 450      | 480   | 500   | 535         |
| 150  | 535   | 550                     | 453        | 433      | 455   | 475   | 498         |
| 200  | 535   | 515                     | 432        | 415      | 430   | 450   | 458         |
| 250  | 534   | 503                     | 412        | 405      | 424   | 443   | 432         |
| 300  | 520   | 500                     | 392        | 397      | 417   | 440   | 424         |
| 350  | 518   | —                       | 376        | 394      | 408   | 438   | 415         |
| 375  | 517   | —                       | 368        | 392      | 405   | 437   | 410         |
| 400  | 516   | —                       | 360        | 390      | 402   | 436   | 405         |
| 410  | —   | —                       | 358        | 388      | 400   | 434   | 401         |
| 420  | —   | —                       | 356        | 386      | 398   | 432   | 397         |
| 430  | —   | —                       | 354        | 384      | 396   | 431   | 393         |
| 440  | —   | —                       | 352        | 382      | 394   | 430   | 389         |
| 450  | —   | —                       | 350        | 380      | 392   | 428   | 385         |
| 460  | —   | —                       | —          | —        | 390   | 426   | —           |
| 470  | —   | —                       | —          | —        | 388   | 424   | —           |
| 480  | —   | —                       | —          | —        | 386   | 422   | —           |
| 490  | —   | —                       | —          | —        | 385   | 421   | —           |
| 500  | —   | —                       | —          | —        | 383   | 420   | —           |
| 510  | —   | —                       | —          | —        | 381   | 418   | —           |
| 520  | —   | —                       | —          | —        | 380   | 416   | —           |
| 530  | —   | —                       | —          | —        | 374*  | 412*  | —           |

\* Для расчетной температуры стенки 550 °С.

Т а б л и ц а Б.10 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p0,2/t}$  для алюминия и его сплавов в отожженном состоянии

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p0,2}$ , МПа, для алюминия и его сплавов |                    |              |                 |                 |
|--|---|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|  | A85M*,<br>A8M*  | АД0М,<br>АД1М, АДМ | АМц,<br>АМцС | АМг2М,<br>АМг3М | АМг5М,<br>АМг6М |
| 20   | 24,0  | 30,0               | 50,0         | 70,0            | 110,0           |
| 50   | 23,0  | 29,0               | 47,0         | 70,0            | 103,0           |
| 100  | 21,0  | 27,0               | 43,0         | 70,0            | 92,0            |
| 150  | 20,0  | 25,0               | 40,0         | 57,0            | 87,0            |

\* Для толщин более 30 мм, для остальных материалов — не более 60 мм.

П р и м е ч а н и е — Механические свойства труб из алюминия А85М, листов и плит из алюминия марок А85М, А8М толщиной свыше 30 мм и остальных марок свыше 60 мм должны соответствовать нормативным документам.

Т а б л и ц а Б.11 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для алюминия и его сплавов в отожженном состоянии

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для алюминия и его сплавов |                 |           |              |              |
|--|---|-----------------|-----------|--------------|--------------|
|  | А85М*, А8М*   | АДОМ, АД1М, АДМ | АМц, АМцС | АМг2М, АМг3М | АМг5М, АМг6М |
| 20   | 60,0  | 60,0            | 120,0     | 170,0        | 260,0        |
| 50   | 55,0  | 56,0            | 115,0     | 170,0        | 257,0        |
| 100  | 47,0  | 50,0            | 105,0     | 170,0        | 252,0        |
| 150  | 39,0  | 39,0            | 85,0      | 154,0        | 210,0        |

\* Для толщин не более 30 мм, для остальных материалов — не более 60 мм.

П р и м е ч а н и я

1 Механические свойства труб из алюминия А85М, листов и плит из алюминия марок А85М, А8М толщиной свыше 30 мм и остальных марок — свыше 60 мм должны соответствовать нормативным документам.

2 Значение  $R_{p0,2}$  и  $R_m$  для алюминия и его сплавов в отожженном состоянии.

Т а б л и ц а Б.12 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p1,0/t}$  для меди и ее сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение предела текучести $R_{p1,0}$ , МПа, для меди и ее сплавов* |      |      |             |        |            |
|--|---|------|------|-------------|--------|------------|
|  | М2  | М3   | МЗр  | Л63, ЛС59-1 | ЛО62-1 | ЛЖМц59-1-1 |
| 20   | 77,0  | 81,0 | 81,0 | 105,0       | 163,0  | 204,0      |
| 50   | 74,0  | 75,0 | 77,0 | 101,0       | 159,0  | 201,0      |
| 100  | 72,0  | 68,0 | 70,0 | 95,0        | 151,0  | 186,0      |
| 150  | 64,0  | 63,0 | 63,0 | 90,0        | 143,0  | 180,0      |
| 200  | 57,0  | 58,0 | 57,0 | 87,0        | 136,0  | 159,0      |
| 250  | 52,0  | 52,0 | 52,0 | 83,0        | 129,0  | 140,0      |

\* Значение  $R_{p1,0}$  для меди и ее сплавов приведены для толщин от 3 до 10 мм в отожженном состоянии.

Т а б л и ц а Б.13 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для меди и ее сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетное значение временного сопротивления $R_m$ , МПа, для меди и ее сплавов* |       |       |             |        |            |
|--|---|-------|-------|-------------|--------|------------|
|  | М2  | М3    | МЗр   | Л63, ЛС59-1 | ЛО62-1 | ЛЖМц59-1-1 |
| 20   | 217,0   | 218,0 | 219,0 | 340,0       | 409,0  | 503,0      |
| 50   | 208,0   | 209,0 | 209,0 | 337,0       | 399,0  | 481,0      |
| 100  | 192,0   | 194,0 | 195,0 | 326,0       | 384,0  | 445,0      |
| 150  | 178,0   | 180,0 | 181,0 | 316,0       | 369,0  | 419,0      |
| 200  | 165,0   | 167,0 | 167,0 | 307,0       | 355,0  | 370,0      |
| 250  | 153,0   | 155,0 | 157,0 | 272,0       | 342,0  | 355,0      |

\* Значение  $R_m$  для меди и ее сплавов приведены для толщин от 3 до 10 мм в отожженном состоянии.



**ГОСТ Р 52857.1—2007**

Т а б л и ц а Б.14 — Расчетное значение предела текучести  $R_{p0,2/t}$  для титана и его сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетные значения предела текучести $R_{p0,2}$ , МПа, для титана и его сплавов |       |     |        |
|--|---|-------|-----|--------|
|  | BT1-0   | OT4-0 | AT3 | BT1-00 |
| 20   | 304   | 392   | 530 | 245    |
| 100  | 255   | 324   | 466 | 196    |
| 200  | 206   | 235   | 394 | 147    |
| 250  | 189   | 196   | 380 | 123    |
| 300  | 172   | 177   | 367 | 113    |
| 350  | —   | 157   | 334 | —      |
| 400  | —   | 147   | —   | —      |

Т а б л и ц а Б.15 — Расчетное значение временного сопротивления  $R_{m/t}$  для титана и его сплавов

| Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С | Расчетные значения временного сопротивления $R_m$ , МПа, для титана и его сплавов |       |     |        |
|--|---|-------|-----|--------|
|  | BT1-0   | OT4-0 | AT3 | BT1-00 |
| 20   | 373   | 471   | 589 | 294    |
| 100  | 229   | 407   | 518 | 250    |
| 200  | 275   | 327   | 439 | 196    |
| 250  | 245   | 294   | 422 | 167    |
| 300  | 221   | 250   | 407 | 142    |
| 350  | —   | 245   | 372 | —      |
| 400  | —   | 240   | —   | —      |

**Приложение В  
(справочное)**

**Расчетные значения модуля продольной упругости**

Таблица В.1

| Сталь   | Модуль продольной упругости $10^{-5} E$ , МПа, при температуре, °С |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 20   | 100  | 150  | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 550  | 600  | 650  | 700  |
| Углеродистые и низколегированные стали                | 1,99   | 1,91 | 1,86 | 1,81 | 1,76 | 1,71 | 1,64 | 1,55 | 1,40 | —    | —    | —    | —    | —    |
| Теплоустойчивые и коррозионно-стойкие хромистые стали | 2,15   | 2,15 | 2,05 | 1,98 | 1,95 | 1,90 | 1,84 | 1,78 | 1,71 | 1,63 | 1,54 | 1,40 | —    | —    |
| Жаропрочные и жаростойкие аустенитные стали           | 2,00   | 2,00 | 1,99 | 1,97 | 1,94 | 1,90 | 1,85 | 1,80 | 1,74 | 1,67 | 1,60 | 1,52 | 1,43 | 1,32 |
| Алюминий и его сплавы                                 | 0,72   | 0,69 | 0,67 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Медь  | 1,24   | 1,21 | 1,19 | 1,17 | 1,15 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Сплавы на основе меди                                 | 1,05   | 1,02 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Титан   | 1,15   | 1,10 | 1,06 | 1,01 | 0,95 | 0,88 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Сплавы титана   | 1,10   | 1,06 | 1,02 | 0,96 | 0,90 | 0,83 | 0,76 | 0,70 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |

**Приложение Г  
(справочное)**

**Коэффициенты линейного расширения**

Таблица Г.1

| Марка материала   | Расчетное значение коэффициента линейного расширения $10^6 \alpha$ °С <sup>-1</sup> при температуре, °С |        |        |        |        |
|---|---|--------|--------|--------|--------|
|   | 20—100  | 20—200 | 20—300 | 20—400 | 20—500 |
| Ст3, 10, 20, 20К, 09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1, 10Г2, 09Г2  | 11,6  | 12,6   | 13,1   | 13,6   | 14,1   |
| 12ХМ, 12МХ, 15ХМ, 15Х5М, 15Х5М-У  | 11,9  | 12,6   | 13,2   | 13,7   | 14,0   |
| 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т  | 9,6   | 13,8   | 16,0   | 16,0   | 16,5   |
| 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 03Х17Н14М3, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 03Х18Н11, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х14Г14Н4Т | 16,6  | 17,0   | 18,0   | 18,0   | 18,0   |
| 03Х21Н21М4ГБ  | 14,9  | 15,7   | 16,6   | 17,3   | 17,5   |
| 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ  | 15,3  | 15,9   | 16,5   | 16,9   | 17,3   |
| 08Х18Г8Н2Т  | 12,3  | 13,1   | 14,4   | 14,4   | 15,3   |
| 07Х13АГ20   | 16,5  | 17,5   | 18,0   | 18,5   | —      |
| 02Х8Н22С6   | 12,3  | 13,9   | 14,9   | 15,7   | 16,2   |
| 20Х23Н18  | 15,7  | —      | 16,6   | 17,3   | 17,5   |
| А8, А85, АД0М, АД1М, АМц, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АДМ   | 24,8  | 24,8   | 14,4   | 14,4   | 15,3   |
| М2, М3, М3р, Л63, ЛС 59-1, ЛО 62-1, ЛЖМц 59-1-1   | 16,7  | 17,5   | —      | —      | —      |
| ВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0, АТ3   | 8,8   | 8,9    | 9,3    | —      | —      |

**Приложение Д  
(обязательное)**

**Коэффициенты прочности сварных и паяных швов**

Т а б л и ц а Д.1 — Коэффициенты прочности сварных швов для стальных сосудов и аппаратов

| Вид сварного шва и способ сварки  | Коэффициент прочности сварных швов для стальных сосудов и аппаратов |  | Вид сварного шва и способ сварки   | Коэффициент прочности сварных швов для стальных сосудов и аппаратов |  |
|---|---|--|--|---|--|
|   | Длина контролируемых швов от общей длины составляет 100 %*          | Длина контролируемых швов от общей длины составляет от 10 до 50 %* |  | Длина контролируемых швов от общей длины составляет 100 %*          | Длина контролируемых швов от общей длины составляет от 10 до 50 %* |
| Стыковой или тавровый с двусторонним сплошным проваром, выполняемый автоматической и полуавтоматической сваркой   | 1,0   | 0,9  | Втавр, с конструктивным зазором свариваемых деталей  | 0,8   | 0,65   |
| Стыковой с подваркой корня шва или тавровый с двусторонним сплошным проваром, выполняемый вручную   | 1,0   | 0,9  | Стыковой, выполняемый автоматической и полуавтоматической сваркой с одной стороны с флюсовой или керамической подкладкой | 0,9   | 0,8  |
| Стыковой, доступный сварке только с одной стороны и имеющий в процессе сварки металлическую подкладку со стороны корня шва, прилегающую по всей длине шва к основному металлу | 0,9   | 0,8  | Стыковой, выполняемый вручную с одной стороны  | 0,9   | 0,65   |
| * Объем контроля определяется техническими требованиями на изготовление.  |   |  |  |   |  |

Т а б л и ц а Д.2 — Коэффициенты прочности сварных швов для сосудов и аппаратов из алюминия и его сплавов

| Вид сварного шва и способ сварки  | Коэффициент прочности сварного шва |
|---|------------------------------------|
| Стыковой двусторонний, односторонний с технологической подкладкой, выполняемые сваркой в защитном газе или плазменной сваркой; угловой с двусторонним сплошным проваром таврового соединения, выполняемый сваркой в защитном газе | 0,90                               |
| Стыковой односторонний, тавровый с односторонним сплошным проваром, выполняемые сваркой в защитном газе   | 0,85                               |
| Стыковой с двусторонним сплошным проваром, выполняемый ручной дуговой сваркой   | 0,80                               |
| Стыковой односторонний, тавровый, выполняемые всеми способами сварки  | 0,75                               |



Т а б л и ц а Д.3 — Коэффициенты прочности сварных и паяных швов для сосудов и аппаратов из меди и ее сплавов

| Вид сварного шва или паяного соединения и способ сварки  | Коэффициент прочности сварного или паяного шва |
|--|--|
| Стыковой с двусторонним сплошным проваром, стыковой с подваркой корня шва, стыковой односторонний с технологической подкладкой, выполняемые автоматической дуговой сваркой неплавящимся электродом в защитном газе   | 0,92   |
| Стыковой с двусторонним сплошным проваром, стыковой с подваркой корня шва, стыковой односторонний с технологической подкладкой, выполняемые ручной или полуавтоматической сваркой открытой дугой неплавящимся электродом или автоматической сваркой под флюсом | 0,90   |
| Стыковой с двусторонним сплошным проваром, выполняемый ручной дуговой сваркой  | 0,85   |
| Стыковой односторонний с технологической подкладкой, выполняемый ручной дуговой сваркой  | 0,80   |
| Паяное внахлестку  | 0,85   |

Т а б л и ц а Д.4 — Коэффициент прочности сварных швов для сосудов и аппаратов из титана и его сплавов

| Вид сварного шва и способ сварки  | Коэффициент $\phi$   |  |
|---|--|--|
|   | Длина контролируемых швов от общей длины составляет 100 %* | Длина контролируемых швов от общей длины составляет от 10 % до 50 %* |
| Стыковой с двухсторонним проваром автоматической сваркой под флюсом, автоматическая или ручная сварка в среде аргона или гелия с двухсторонним сплошным проплавлением | 0,95   | 0,85   |
| Соединение втавр при обеспечении сплошного двухстороннего провара автоматической или ручной сваркой в среде аргона или гелия  | 0,90   | 0,80   |
| Соединение в тавр, сплошной провар не обеспечивается  | 0,80   | 0,65   |
| Стыковое соединение, доступное к сварке с одной стороны в защитной среде аргона или гелия и обеспечении защиты с обратной стороны                                     | 0,70   | 0,60   |
| * Объем контроля определяется техническими требованиями на изготовление.  |  |  |

УДК 66.023:006.354

ОКС 71.120  
75.200

Г02

ОКП 36 1500

Ключевые слова: сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на прочность, общие требования, допускаемые напряжения

Редактор *Р. Г. Говердовская*  
Технический редактор *В. Н. Прусакова*  
Корректор *Н. И. Гаврищук*  
Компьютерная верстка *З. И. Мартыновой*

Подписано в печать 20.05.2009. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,60. Тираж 73 экз. Зак. 970.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)  
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.