

Американский национальный стандарт

**Система технологических
трубопроводов**

**Сборник правил ASME для трубопроводов,
работающих под давлением, B31
ASME B31.3-2002
(пересмотренная редакция ASME B31.3-1999)**

Дата выпуска 30 апреля 2002 года.
Дата вступления в силу 30 октября 2002 года.

Эта редакция была одобрена Американским институтом национальных стандартов и получила номер ASME B31.3-2002 14 февраля 2002 года.

Следующая редакция этого Сборника правил запланирована на 2004 год. Не будет каких-либо приложений, выпущенных для ASME B31.3-2002.

ASME выпускает письменные ответы на запросы, которые касаются толкований технических аспектов этого Сборника правил. Толкования публикуются как отдельный документ.

Периодически некоторые действия Комитета B31 ASME будут публиковаться как Частные случаи. Хотя эти Частные случаи не будут представлять собой официальное переиздание этого Сборника правил, они могут использоваться при разработке требований или могут считаться отдельным мнением Комитета. Частные случаи не являются частью этого сборника правил или приложений к нему и публикуются как отдельный документ.

ASME – зарегистрированная торговая марка Американского Общества Инженеров-механиков.

Этот стандарт был разработан в соответствии с процедурами, получившими аккредитацию как отвечающие критериям Американских Национальных Стандартов. Согласительный комитет, который одобрил этот стандарт, был составлен таким образом, чтобы гарантировать возможность участия в его работе представителям компетентных и заинтересованных сторон. Предложенный стандарт был представлен на публичное рассмотрение и обсуждение, что обеспечивает возможность получения дополнительных комментариев со стороны промышленных предприятий, академических кругов, надзорных органов и широкой общественности.

ASME не «одобряет», не «оценивает» и не «рекомендует» никакие изделия, конструкции, устройства или виды деятельности.

ASME не занимает никакой позиции в отношении действительности любых авторских прав и патентов, заявляемых в отношении любых изделий, упомянутых в этом документе, и не берет на себя каких-либо обязательств по ограждению кого-либо, использующего данный стандарт, от ответственности за нарушение каких-либо применимых норм патентного законодательства, равно как не допускает какой-либо подобной ответственности. Пользователи стандарта предупреждаются о том, что определение действительности любых таких авторских прав и риск нарушения таких прав являются их личной и полной ответственностью.

Участие представителей федерального агентства или лиц, связанных с промышленностью, не должно восприниматься как рекомендация данного стандарта правительством или промышленностью.

ASME принимает ответственность только за те интерпретации, которые были выпущены в соответствии с руководящими процедурами и политикой ASME, которые запрещают выпуск разъяснений отдельными лицами.

Ни одна часть этого документа не может быть воспроизведена в какой-либо форме, в электронных поисковых системах или иным образом, без предварительного письменного разрешения издателя.

The American Society of Mechanical Engineers
Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990

Копирайт (с) 2002
The American Society of Mechanical Engineers
Все права защищены
Отпечатано в США.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие		xviii
Персонал		xx
Введение		xxiii
Резюме изменений в ASME B31.3-2002		xxv
Глава I. Сфера действия и определения		1
300	Общие заявления	1
300.1	Сфера действия	1
300.2	Определения	2
300.3	Условные обозначения	9
300.4	Статус приложений	9
Рисунок		
300.1.1	Диаграмма, иллюстрирующая применение трубопроводов B31.3 к оборудованию	3
Таблица		
300.4	Статус приложений к B31.3	10
Глава II. Проектирование		
Часть I Условия и критерии		11
301	Условия проектирования	11
301.1	Квалификация проектировщика	11
301.2	Расчетное давление	11
301.3	Расчетная температура	11
301.4	Влияние окружающей среды	12
301.5	Динамические эффекты	12
301.6	Весовые эффекты	12
301.7	Эффекты термического расширения и сжатия	13
301.8	Эффекты смещения опоры, якоря и терминала	13
301.9	Эффекты пониженной эластичности	13
301.10	Циклические эффекты	13
301.11	Эффекты конденсации воздуха	13
302	Проектные критерии	13
302.1	Общие положения	13
302.2	Проектные критерии по давлению-температуре	13
302.3	Допустимые напряжения и другие ограничения по напряжению	14
302.4	Допуски	19
Часть 2 Проектирование компонентов трубопроводных систем по давлению		19
303	Общие положения	19
304	Проектирование компонентов по давлению	19
304.1	Прямая труба	19
304.2	Искривленные сегменты труб и составные трубные колена	20
304.3	Патрубки	22
304.4	Запорные элементы	28
304.5	Проектирование фланцев и заглушек по давлению	28
304.6	Редукторы	29

Глава II. Проектирование (продолжение)

304.7	Проектирование других компонентов по давлению	30
Часть 3	Требования по технологической среде для компонентов трубопроводных систем	30
305	Труба	30
305.1	Общие положения	30
305.2	Особые требования	30
306	Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки	31
306.1	Трубные фитинги	31
306.2	Трубные колена	31
306.3	Составные колена	31
306.4	Нахлестки	31
306.5	Собранные патрубки	32
307	Клапаны и специализированные компоненты	32
307.1	Общие положения	32
307.2	Особые требования	33
308	Фланцы, заглушки, фланцевая торцовка и прокладки	33
308.1	Общие положения	33
308.2	Особые требования для фланцев	33
308.3	Фланцевая торцовка	33
308.4	Прокладки	33
309	Болтовое крепление	33
309.1	Общие положения	34
309.2	Особые виды болтового крепления	34
309.3	Резьбовые отверстия	34
Часть 4	Требования по технологической среде для трубных соединений	34
310	Общие положения	34
311	Сварные соединения	34
311.1	Общие положения	34
311.2	Особые требования	34
312	Фланцевые соединения	35
312.1	Соединения, использующие фланцы различных номинальных характеристик	35
312.2	Фланцевые соединения металла к неметаллу	35
313	Раструбные стыки	35
314	Резьбовые соединения	35
314.1	Общие положения	35
314.2	Особые требования	36
315	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	36
315.1	Общие положения	36
315.2	Соединения, соответствующие перечисленным стандартам	36
315.3	Соединения, несоответствующие перечисленным стандартам	36
316	Законопаченные швы	36
317	Соединения, паянные мягким и твердым припоем	36
317.1	Соединения, паянные мягким припоем	36
317.2	Соединения, паянные твердым припоем, и соединения, сваренные с твердым припоем	37
318	Особые виды соединений	37
318.1	Общие положения	37
318.2	Особые требования	37
Часть 5	Гибкость и опоры	37
319	Гибкость трубопровода	37
319.1	Требования	37

Раздел II. Проектирование (продолжение)		37
319.2	Концепция	39
319.3	Свойства для анализа гибкости	39
319.4	Анализ гибкости	39
319.5	Реакции	41
319.6	Расчеты смещений	42
319.7	Средства увеличения гибкости	42
321	Опоры для трубопроводов	42
321.1	Общие положения	43
321.2	Арматура	43
321.3	Конструкционные крепления	44
321.4	Конструкционные присоединения	44
Часть 6 Системы		44
322	Особые трубопроводные системы	44
322.3	Трубопроводные системы контрольно-измерительных приборов	44
322.6	Трубопроводные системы для спуска давления	45
Рисунки		
304.2.1	Условные обозначения для трубных колен	21
304.2.3	Условные обозначения для составных колен	21
304.3.3	Условные обозначения для патрубков	23
304.3.4	Условные обозначения для прессованных выпускных коллекторов	26
304.5.3	Заглушки	29
319.4.4A	Моменты в коленах	40
319.4.4B	Моменты в патрубковых присоединениях	41
Таблицы		
302.3.3C	Повышенные коэффициенты качества литья, E_c	16
302.3.3D	Приемлемые уровни для литых компонентов	17
302.3.4	Коэффициент качества продольных сварных соединений, E_j	18
302.3.5	Коэффициенты уменьшения диапазона напряжений, f	19
304.1.1	Значения коэффициента Y для $t < D/6$	20
304.4.1	Ссылки на Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением для запорных элементов	28
308.2.1	Допустимые размеры/классы номинальных показателей для съемных фланцев, используемых в роли фланцев внахлестку	33
314.2.1	Минимальная толщина компонентов с наружной резьбой	36
Глава III Материалы		
323	Общие требования	46
323.1	Материалы и технические требования	46
323.2	Ограничения по температуре	46
323.3	Методы проведения испытаний на ударную вязкость и критерии приемлемости	46
323.4	Требования к материалам в зависимости от условий эксплуатации по технологической среде	55
323.5	Разрушение материалов при эксплуатации	56
325	Материалы – разное	56
325.1	Материалы соединений и вспомогательные материалы	56
Рисунки		
323.2.2A	Минимальные температуры без испытаний на ударную вязкость для материалов из углеродистой стали	50
323.2.2B	Уменьшение минимальной расчетной температуры металла без испытаний на ударную вязкость	51

Глава III	Материалы (продолжение)	
Таблицы		
323.2.2	Требования к испытаниям на вязкость при низкой температуре для металлов	47
323.2.2A	Табличные значения для минимальных температур без испытания на ударную вязкость для материалов из углеродистой стали	49
323.3.1	Требования к испытаниям на ударную вязкость для металлов	52
323.3.4	Уменьшение температуры испытания на ударную вязкость по методу Шарпи	53
323.3.5	Минимальные требуемые значения ударной вязкости по Шарпи	54
Глава IV	Стандарты для компонентов трубопроводных систем	
326	Размеры и номинальные характеристики компонентов	57
326.1	Требования к размерам	57
326.2	Номинальные характеристики компонентов	57
326.3	Ссылочные документы	57
Таблица		
326.1	Стандарты для компонентов	58
Глава V	Изготовление, сборка и монтаж	
327	Общие положения	60
328	Сварка	60
328.1	Ответственность за сварку	60
328.2	Сварочные квалификации	60
328.3	Материалы для сварки	61
328.4	Подготовка к сварке	61
328.5	Требования к сварке	63
328.6	Устранение дефектов с помощью сварки	66
330	Предварительный нагрев	67
330.1	Общие положения	67
330.2	Особые требования	67
331	Термическая обработка	67
331.1	Общие требования	67
331.2	Особые требования	71
332	Гибка и формовка	72
332.1	Общие положения	72
332.2	Гибка	72
332.3	Формовка	72
332.4	Требуемая термическая обработка	72
333	Паяние твердым припоем и паяние мягким припоем	73
333.1	Квалификация	73
333.2	Материалы для паяния твердым припоем и паяния мягким припоем	73
333.3	Подготовка	73
333.4	Требования	73
335	Сборка и монтаж	73
335.1	Общие положения	73
335.2	Фланцевые соединения	73
335.3	Резьбовые соединения	73
335.4	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	74
335.5	Законопаченные швы	74
335.6	Раструбные соединения и особые виды соединений	74
335.9	Чистка трубопроводных систем	74

Глава V	Изготовление, сборка и монтаж (продолжение)	
Рисунки		
328.3.2	Типовые подкладочные кольца и плавкие вставки	62
328.4.2	Типичная подготовка торца для стыковой сварки	63
328.4.3	Подравнивание и допустимая невыверенность	63
328.4.4	Подготовка патрубков	64
328.5.2A	Размер углового сварного шва	64
328.5.2B	Типичные характеристики двухшовных сварных швов для крепления съемных фланцев и фланцев, сваренных муфтовым способом	64
328.5.2C	Минимальные сварочные размеры для компонентов, сваренных муфтовым способом, отличных от фланцев	65
328.5.4A, B, C	Типовые сварные патрубки	65
328.5.4D	Приемлемые характеристики для сварных швов для крепления патрубков	66
328.5.4E	Приемлемые характеристики для сварных швов для крепления патрубков, пригодных для 100% радиографического исследования	66
328.5.5	Типовые сборные нахлестки	67
335.3.3	Типовые резьбовые соединения, использующие цилиндрическую резьбу	74
Таблицы		
330.1.1	Температуры предварительного нагрева	68
331.1.1	Требования к термической обработке	69
Глава VI	Осмотр, исследование и испытание	
340	Осмотр	75
340.1	Общие положения	75
340.2	Ответственность за проведение осмотра	75
340.3	Права инспектора, работающего у владельца	75
340.4	Квалификации инспектора, работающего у владельца	75
341	Исследование	75
341.1	Общие положения	75
341.2	Ответственность за проведение исследования	75
341.3	Требования к исследованию	75
341.4	Глубина требуемого исследования	76
341.5	Вспомогательное исследование	81
342	Персонал, задействованный на исследованиях	82
342.1	Квалификация и сертификация персонала	82
342.2	Особые требования	82
343	Процедуры исследования	82
344	Типы исследований	82
344.1	Общие положения	82
344.2	Визуальное исследование	82
344.3	Исследование магнитными частицами	82
344.4	Исследование проникающей жидкостью	83
344.5	Радиографическое исследование	83
344.6	Ультразвуковое исследование	83
344.7	Контроль в процессе производства	83
345	Испытания	84
345.1	Требуемые испытания на утечку	84
345.2	Общие требования к испытаниям на утечку	84
345.3	Подготовка к испытаниям на утечку	85
345.4	Гидростатическое испытание на утечку	85
345.5	Пневматическое испытание на утечку	86

Глава VI	Осмотр, исследование и испытание (продолжение)	
345.6	Гидростатически-пневматическое испытание на утечку	86
345.7	Испытание на утечку в начальный период эксплуатации	86
345.8	Чувствительное испытание на утечку	86
345.9	Альтернативное испытание на утечку	86
346	Отчеты	87
346.2	Ответственность	87
346.3	Сохранение отчетов	87
Рисунок		
341.3.2	Типичные изъяны сварки	80
Таблица		
341.3.2	Критерии приемлемости для сварных швов и методом исследований для оценки изъянов сварных швов	77
Глава VII	Трубопроводы из неметаллов и трубопроводы, облицованные неметаллами	
A300	Общие заявления	88
Часть 1	Условия и критерии	88
A301	Условия проектирования	88
A301.2	Расчетное давление	88
A301.3	Расчетная температура	88
A302	Критерии проектирования	88
A302.1	Общие положения	88
A302.2	Критерии проектирования по давлению-температуре	88
A302.3	Допустимые напряжения и другие проектные ограничения для неметаллов	89
A302.4	Допуски	90
Часть 2	Проектирование трубопроводных компонентов по давлению	90
A303	Общие положения	90
A304	Проектирование трубопроводных компонентов по давлению	90
A304.1	Прямая труба	90
A304.2	Искривленные сегменты труб и составные колена	91
A304.3	Патрубки	91
A304.4	Запорные элементы	91
A304.5	Проектирование фланцев и заглушек по давлению	91
A304.6	Редукторы	91
A304.7	Проектирование по давлению других компонентов	91
Часть 3	Требования для компонентов трубопроводных систем в зависимости от технологической среды	92
A305	Труба	92
A305.1	Общие положения	92
A305.2	Особые требования	92
A306	Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки	92
A306.1	Трубные фитинги	92
A306.2	Трубные колена	92
A306.3	Составные колена	92
A306.4	Нахлестки	92
A306.5	Собранные патрубки	92
A307	Клапаны и специализированные компоненты	93
A307.1	Общие положения	93
A307.2	Особые требования	93
A308	Фланцы, заглушки, фланцевая торцовка и прокладки	93
A308.1	Общие положения	93
A308.2	Особые требования для фланцев	93
A308.3	Фланцевая торцовка	93
A308.4	Прокладки	93
A309	Болтовое крепление	93

Глава VII	Трубопроводы из неметаллов и трубопроводы, облицованные неметаллами (продолжение)	
A309.1	Общие положения	93
A309.2	Особые виды болтового крепления	93
A309.3	Резьбовые отверстия	93
Часть 4	Требования для трубных соединений в зависимости от технологической среды	93
A310	Общие положения	93
A311	Сварные соединения	93
A311.1	Общие положения	93
A311.2	Особые требования	93
A312	Фланцевые соединения	93
A313	Раструбные стыки	94
A314	Резьбовые соединения	94
A314.1	Общие положения	94
A314.2	Особые требования	94
A315	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	94
A316	Законопаченные соединения	94
A318	Особые виды соединений	94
A318.1	Общие положения	94
A318.2	Особые требования	94
A318.3	Трубопроводы, облицованные неметаллами	94
A318.4	Гибкие эластомерные герметизированные соединения	94
Часть 5	Гибкость и опоры	95
A319	Гибкость неметаллического трубопровода	95
A319.1	Требования	95
A319.2	Концепция	95
A319.3	Свойства для анализа гибкости	95
A319.4	Анализ	96
A319.5	Реакции	96
A319.6	Движения	96
A319.7	Средства увеличения гибкости	96
A321	Опора трубопровода	96
A321.5	Опоры для неметаллического трубопровода	96
Часть 6	Системы	97
A322	Особые трубопроводные системы	97
A322.3	Трубопроводные системы для контрольно-измерительных приборов	97
A322.6	Системы для спуска давления	97
Часть 7	Материалы	97
A323	Общие требования	97
A323.1	Материалы и технические требования	97
A323.2	Ограничения по температуре, неметаллы	98
A323.4	Требования к неметаллическим материалам в зависимости от технологической среды	98
A323.5	Разрушение материалов во время эксплуатации	100
A325	Материалы – разное	100
Часть 8	Трубопроводные компоненты, стандарты	100
A326	Размеры и номинальные характеристики компонентов	100
A326.1	Требования	100
A326.4	Сокращения в Таблице A326.1 и в Приложении В	100
Часть 9	Изготовление, сборка и монтаж	100
A327	Общие положения	100

Глава VII	Трубопроводы из неметаллов и трубопроводы, облицованные неметаллами (продолжение)	
A328	Склеивание пластиков	100
A328.1	Ответственность за склеивание	100
A328.2	Квалификации склеивания	100
A328.3	Клеящие материалы и оборудование	104
A328.4	Подготовка к склейке	104
A328.5	Требования к склеиванию	104
A328.6	Устранение дефектов с помощью склеивания	105
A328.7	Герметичная склейка	105
A329	Изготовление трубопроводов, облицованных неметаллами	105
A329.1	Сварка металлического трубопровода	105
A329.2	Развальцовка неметаллической облицовки	105
A332	Гибка и формовка	107
A332.1	Общие положения	107
A332.2	Гибка	107
A332.3	Формовка	107
A334	Соединение неметаллических труб	107
A334.1	Трубопроводы из боросиликатного стекла	107
A334.2	Устранение дефектов	107
A335	Сборка и монтаж	107
A335.1	Общие положения	107
A335.2	Фланцевые и механические соединения	107
A335.3	Резьбовые соединения	107
A335.4	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	107
A335.5	Законопаченные соединения	107
A335.6	Особые виды соединений	107
A335.8	Сборка хрупких труб	108
A335.9	Чистка трубопроводов	108
Часть 10	Осмотр, исследование и испытание	108
A340	Осмотр	108
A341	Исследование	108
A341.1	Общие положения	108
A341.2	Ответственность за проведение исследования	108
A341.3	Требования к исследованию	108
A341.4	Глубина требуемого исследования	108
A341.5	Вспомогательное исследование	109
A342	Персонал, задействованный на исследованиях	109
A343	Процедуры исследования	109
A344	Типы исследований	109
A344.1	Общие положения	109
A344.2	Визуальное исследование	109
A344.5	Радиографическое исследование	109
A344.6	Ультразвуковое исследование	109
A344.7	Контроль в процессе производства	109
A345	Испытания	109
A345.1	Требуемые испытания на утечку	109
A345.2	Общие требования к испытаниям на утечку	109
A345.3	Подготовка к испытаниям на утечку	110
A345.4	Гидростатическое испытание на утечку	110
A345.5	Пневматическое испытание на утечку	110
A345.6	Гидростатически-пневматическое испытание на утечку	110

Глава VII	Трубопроводы из неметаллов и трубопроводы, облицованные неметаллами (продолжение)	
A345.7	Испытание на утечку в начальный период эксплуатации	110
A345.8	Чувствительное испытание на утечку	110
A346	Отчеты	110
Рисунок		
A328.5	Типичные соединения пластиковых труб	106
Таблицы		
A323.2.2	Требования к испытаниям на вязкость при низкой температуре для неметаллов	97
A323.4.2C	Рекомендуемые температурные ограничения для труб из армированного термоусадочного пластика	99
A323.4.3	Рекомендуемые температурные ограничения термопластики, используемые в роли облицовки	99
A326.1	Стандарты для компонентов	101
A341.3.2	Критерии приемлемости для склейки	109
Глава VIII	Трубопроводы для Категории М условий эксплуатации по технологической среде	
M300	Общие заявления	111
Часть 1	Условия и критерии	111
M301	Условия проектирования	111
M301.3	Расчетная температура, металлический трубопровод	111
M301.5	Динамические эффекты	111
M302	Критерии проектирования	111
M302.1	Общие положения	111
M302.2	Критерии проектирования по давлению-температуре	111
M302.3	Допустимые напряжения и другие ограничения по напряжениям для металлических трубопроводов	112
M302.4	Допуски	112
Часть 2	Проектирование компонентов металлических трубопроводов по давлению	112
M303	Общие положения	112
M304	Проектирование металлических компонентов по давлению	112
Часть 3	Требования для компонентов металлических трубопроводов в зависимости от технологической среды	112
M305	Труба	112
M305.1	Общие положения	112
M305.2	Особые требования к металлической трубе	112
M306	Металлические фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки	112
M306.1	Трубные фитинги	112
M306.2	Трубные колена	112
M306.3	Составные колена	112
M306.4	Сборные патрубки	112
M306.6	Запорные элементы	113
M307	Металлические клапаны и особые компоненты	113
M307.1	Общие положения	113
M307.2	Особые требования	113
M308	Фланцы, заглушки, торцовка фланцев и прокладки	113
M308.2	Особые требования к металлическим фланцам	113
M308.3	Торцовка фланцев	113
M308.4	Прокладки	113
M308.5	Заглушки	113
M309	Болтовое крепление	
Часть 4	Требования к металлическим трубным соединениям в зависимости от технологической среды	113
M310	Металлические трубопроводы, общие положения	113

Глава VIII	Трубопроводы для Категории М условий эксплуатации по технологической среде (продолжение)	
M311	Сварные соединения в металлических трубопроводах	113
M311.1	Общие положения	114
M311.2	Особые требования	114
M12	Фланцевые соединения в металлических трубопроводах	114
M313	Раструбные стыки в металлических трубопроводах	114
M14	Резьбовые соединения в металлических трубопроводах	114
M14.1	Общие положения	114
M314.2	Особые требования	114
M315	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб в металлических трубопроводах	114
M316	Законопаченные соединения	114
M317	Соединения, паянные твердым и мягким припоем	114
M318	Особые виды соединений	114
Часть 5	Гибкость и опоры металлических трубопроводов	114
M319	Гибкость неметаллического трубопровода	114
A321	Опора трубопровода	114
Часть 6	Системы	114
M322	Особые трубопроводные системы	114
M322.3	Трубопроводные системы для контрольно-измерительных приборов	114
M322.6	Системы для спуска давления	115
Часть 7	Материалы	115
M323	Общие требования	115
M323.1	Материалы и технические требования	115
M323.2	Ограничения по температуре	115
M323.4	Требования к неметаллическим материалам, работающим с жидкостью	115
M323.3	Методы проведения испытаний на ударную вязкость и критерии приемлемости	115
M323.4	Требования к металлическим материалам, работающим с жидкостями	115
M323.5	Разрушение материалов во время эксплуатации	115
M325	Материалы – разное	115
M325.1	Материалы соединений и вспомогательные материалы	115
Часть 8	Трубопроводные компоненты, стандарты	115
M326	Размеры и номинальные характеристики компонентов	115
M326.1	Требования к размерам	115
M326.2	Номинальные характеристики компонентов	115
M326.3	Ссылочные документы	115
Часть 9	Изготовление, сборка и монтаж металлических трубопроводов	115
M327	Общие положения	116
M328	Сварка металлов	116
M328.3	Материалы для сварки	116
M330	Предварительный нагрев металлов	116
M331	Термическая обработка металлов	116
M332	Гибка и формовка металлов	116
M335	Сборка и монтаж металлических трубопроводов	116
M335.1	Общие положения	116
M335.2	Фланцевые соединения	116
M335.3	Резьбовые соединения	116
M335.4	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	116
M335.6	Особые виды соединений	116
M335.9	Чистка трубопроводов	116
Часть 10	Осмотр, исследование, испытания и отчеты по металлическим трубопроводам	116

Глава VIII	Трубопроводы для Категории М условий эксплуатации по технологической среде (продолжение)	
M340	Осмотр	116
M341	Исследование	116
M341.4	Глубина требуемого исследования	117
M342	Персонал, проводящий исследование	117
M343	Процедуры исследования	117
M344	Типы исследований	117
M345	Испытания	117
M346	Отчеты	117
Части с 11 по 20, соответствующие Главе VII		117
MA300	Общие заявления	117
Часть 11	Условия и критерии	117
MA301	Условия проектирования	117
MA302	Критерии проектирования	117
MA302.2	Критерии проектирования по давлению-температуре	117
MA302.3	Допустимые напряжения и другие проектные ограничения для неметаллов	117
MA302.4	Допуски	117
Часть 12	Проектирование неметаллических трубопроводных компонентов по давлению	117
MA303	Общие положения	117
MA304	Проектирование неметаллических трубопроводных компонентов по давлению	118
Часть 13	Требования для неметаллических компонентов трубопроводных систем в зависимости от технологической среды	118
MA305	Труба	118
MA306	Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки	118
MA306.3	Составные колена	118
MA306.4	Нахлестки	118
MA306.5	Собранные патрубки	118
MA307	Неметаллические клапаны и специализированные компоненты	118
MA308	Фланцы, заглушки, фланцевая торцовка и прокладки	118
MA308.2	Особые требования для фланцев	118
MA309	Болтовое крепление	118
Часть 14	Требования для неметаллических трубных соединений в зависимости от технологической среды	118
MA310	Общие положения	118
MA311	Клеенные соединения	118
MA311.1	Общие положения	118
MA311.2	Особые требования	118
MA312	Фланцевые соединения	118
MA313	Раструбные стыки	118
MA314	Резьбовые соединения	118
MA314.1	Общие положения	118
MA315	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб неметаллических трубопроводов	118
MA316	Законопаченные соединения	118
MA318	Особые виды соединений	119
Часть 15	Гибкость и опоры неметаллических трубопроводов	119
MA319	Гибкость неметаллического трубопровода	119
MA321	Опора трубопровода	119
Часть 16	Неметаллические и неметаллические облицованные трубопроводы	119
MA322	Особые трубопроводные системы	119
Часть 17	Неметаллические материалы	119

Глава VIII	Трубопроводы для Категории М условий эксплуатации по технологической среде (продолжение)	
МА323	Общие требования	119
МА323.4	Требования к неметаллическим материалам в зависимости от технологической среды	119
Часть 18	Стандарты для неметаллических и неметаллических облицованных трубопроводных компонентов	119
МА326	Размеры и номинальные характеристики компонентов	119
Часть 19	Изготовление, сборка и монтаж неметаллических и неметаллических облицованных трубопроводов	119
МА327	Общие положения	119
МА328	Склеивание пластика	119
МА329	Изготовление трубопроводов, облицованных неметаллами	119
МА332	Гибка и формовка	119
МА334	Соединение непластиковых трубопроводов	119
МА335	Сборка и монтаж	119
Часть 20	Осмотр, исследование, испытание и отчеты по неметаллическим и неметаллическим облицованным трубопроводам	119
МА340	Осмотр	120
МА341	Исследование	120
МА342	Персонал, проводящий исследования	120
МА343	Процедуры исследования	120
МА344	Типы исследования	120
МА345	Испытания	120
МА346	Отчеты	120
Глава IX	Трубопроводы высокого давления	
К300	Общие заявления	121
К300.1	Сфера применения	121
К300.2	Определения	121
К300.3	Условные обозначения	121
К300.4	Статус приложений	121
Часть 1	Условия и критерии	121
К301	Условия проектирования	121
К301.1	Общие положения	121
К301.2	Расчетное давление	121
К301.3	расчетная температура	122
К301.5	Динамические эффекты	122
К302	Критерии проектирования	122
К302.1	Общие положения	122
К302.2	Критерии проектирования по давлению-температуре	122
К302.3	Допустимые напряжения и другие ограничения при проектировании	123
К302.4	Допуски	124
Глава 2	Проектирование трубопроводных компонентов по давлению	124
К304	Проектирование по давлению компонентов, находящихся под большим давлением,	124
К304.1	Прямая труба	125
К304.2	Искривленные сегменты трубы и составные колена	126
К304.3	Патрубки	126
К304.4	Запорные элементы	126
К304.5	Проектирование по давлению фланцев и заглушек	126

Глава IX	Трубопроводы высокого давления (продолжение)	
K304.6	Редукторы	127
K304.7	Проектирование по давлению других компонентов	127
K304.8	Усталостный анализ	127
Часть 3	Требования к трубопроводным компонентам в зависимости от технологической среды	128
K305	Труба	128
K305.1	Требования	128
K306	Фитинги, колена и патрубки	128
K306.1	Трубные фитинги	128
K306.2	Трубные колена	129
K306.3	Составные колена	129
K306.4	Сборные или развальцованные соединения внахлестку	129
K306.5	Сборные патрубки	129
K307	Клапаны и особые компоненты	129
K307.1	Общие положения	129
K308	Фланцы, заглушки, фланцевая торцовка и прокладки	129
K308.1	Общие положения	129
K308.2	Особые фланцы	129
K308.3	Фланцевая торцовка	129
K308.4	Прокладки	129
K308.5	Заглушки	129
K309	Болтовое крепление	129
Часть 4	Требования к трубопроводным соединениям в зависимости от технологической среды	129
K310	Общие положения	129
K311	Сварные соединения	129
K311.1	Общие положения	129
K311.2	Особые требования	129
K312	Фланцевые соединения	130
K312.1	Соединения, использующие фланцы различных номинальных характеристик	130
K313	Раструбные соединения	130
K314	Резьбовые соединения	130
K314.1	Общие положения	130
K314.2	Особые резьбовые соединения	130
K314.3	Другие резьбовые соединения	130
K315	Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб	130
K316	Законопаченные соединения	130
K317	Соединения, паянные твердым и мягким припоем	130
K317.1	Соединения, паянные мягким припоем	130
K317.2	Соединения, паянные твердым припоем	130
K318	Особые соединения	131
K318.1	Общие положения	131
K318.2	Особые требования	131
Часть 5	Гибкость и опора	131
K319	Гибкость	131
K321	Опора трубопровода	131
Часть 6	Системы	131
K322	Особые трубопроводные системы	131
K322.3	Трубопроводные системы для контрольно-измерительных приборов	131
K322.6	Системы для спуска давления	131

Глава IX	Трубопроводы высокого давления (продолжение)	
Часть 7	Материалы	132
K323	Общие требования	132
K323.1	Материалы и технические требования	132
K323.2	Температурные ограничения	132
K323.3	Методы проведения испытаний на ударную вязкость и критерии приемлемости	133
K323.4	Требования к материалам	133
K323.5	Разрушение материалов во время эксплуатации	135
K325	Разные материалы	135
Часть 8	Стандарты для трубопроводных компонентов	135
K326	Размеры и номинальные характеристики компонентов	135
Часть 9	Изготовление, сборка и монтаж	136
K327	Общие положения	136
K328	Сварка	136
K328.1	Ответственность за сварку	136
K328.2	Квалификация сварки	136
K328.3	Материалы	138
K328.4	Подготовка к сварке	138
K328.5	Требования к сварке	138
K328.6	Устранение дефектов с помощью сварки	139
K330	Предварительный нагрев	139
K330.1	Общие положения	140
K330.2	Особые требования	140
K331	Термическая обработка	140
K331.1	Общие положения	140
K331.2	Особые требования	140
K332	Гибка и формовка	140
K332.1	Общие положения	140
K332.2	Гибка	140
K332.3	Формовка	141
K332.4	Требуемая термическая обработка	141
K333	Паяние твердым и мягким припоем	141
K335	Сборка и монтаж	141
K335.1	Общие положения	141
K335.2	Фланцевые соединения	141
K335.3	Резьбовые соединения	141
K335.4	Особые соединения	141
K335.5	Чистка трубопровода	141
Часть 10	Осмотр, исследование и испытание	141
K340	Осмотр	141
K341	Исследование	141
K341.3	Требования к исследованию	141
K341.4	Глубина требуемого исследования	142
K341.5	Вспомогательные исследования	142
K342	Персонал, проводящий исследование	142
K343	Процедуры исследования	142
K344	Типы исследования	142
K344.1	Общие положения	142
K344.2	Визуальное исследование	142
K344.3	Исследование магнитными частицами	142

Глава IX	Трубопроводы высокого давления (продолжение)	
K344.4	Исследование проникающей жидкостью	144
K344.5	Радиографическое исследование	144
K344.6	Ультразвуковое исследование	144
K344.7	Контроль во время производства	144
K344.8	Исследование вихревым током	144
K345	Испытание	144
K345.1	Требуемые испытания на утечку	144
K345.2	Общие требования к испытаниям на утечку	145
K345.3	Подготовка к испытаниям на утечку	145
K345.4	Гидростатическое испытание на утечку	145
K345.5	Пневматическое испытание на утечку	145
K345.6	Гидростатически-пневматическое испытание на утечку для компонентов и сварных швов	145
A346	Отчеты	145
K346.1	Ответственность	145
K346.2	Требуемые отчеты	145
K346.3	Сохранение отчетов	145
Рисунки		
K323.3.3	Пример приемлемого испытательного образчика для проведения испытания на ударную вязкость	135
K328.4.3	Труба, просверленная для выравнивания: подравнивание и допустимая невыверенность	138
K328.5.4	Некоторые приемлемые сварные патрубки, пригодные для 100-процентной радиографии	139
Таблицы		
K302.3.3D	Приемлемые уровни тяжести дефектов для стальных литых изделий	124
K305.1.2	Требуемое ультразвуковое исследование или исследование вихревым током трубы и трубок для обнаружения продольных дефектов	128
K323.3.1	Требования к испытаниям на ударную вязкость	134
K323.3.5	Минимальные требуемые значения ударной вязкости по Шарпи	136
K326.1	Стандарты для компонентов	137
K341.3.2	Критерии приемлемости для сварных швов	143
Приложения		
Приложение А	Допустимые напряжения и коэффициенты качества для материалов металлических трубопроводов и болтовых креплений	147
Приложение В	Таблицы напряжений и таблицы допустимого давления для неметаллов	219
Приложение С	Физические свойства материалов трубопроводных систем	225
Приложение D	Коэффициенты гибкости и усиления напряжения	241
Приложение E	Ссылочные стандарты	245
Приложение F	Превентивные меры	251
Приложение G	Меры безопасности	256
Приложение H	Пример расчета усиления патрубка	258
Приложение J	Условные обозначения	263
Приложение K	Допустимые напряжения для трубопроводов высокого давления	273
Приложение L	Трубные фланцы из алюминиевого сплава	288
Приложение M	Руководство по классификации условий эксплуатации с жидкостями	291
Приложение Q	Программа системы качества	293
Приложение V	Допустимые вариации в высокотемпературных условиях эксплуатации	294
Приложение X	Раструбные соединения металлических сильфонов	296
Приложение Z	Подготовка технических запросов	301
Указатель		302

ПРЕДИСЛОВИЕ.

В ответ на очевидную потребность и запросы Американского общества инженеров-механиков, Американская ассоциация стандартов в марте 1926 года запустила Проект В31, в котором ASME выступило единственным административным спонсором. Широкий размах поставленного вопроса потребовал, чтобы был создан секционный комитет из представителей почти 40 инженерных обществ, промышленных организаций, правительственных бюро, институтов и торговых ассоциаций.

Первая публикация в 1935 году была сделана как Временный американский сборник стандартов для трубопроводов, работающих под давлением. Ревизии сборника с 1842 по 1955 годы публиковались как Американский сборник стандартов для трубопроводов, работающих под давлением, ASA В31.1. Затем было решено публиковать, как отдельные документы, различные промышленные разделы, начиная с ASA В31.8-1955 "Трубопроводные системы для транспортировки и распределения газа". Первый Раздел Сборника по трубопроводным системам для нефтепереработки получил код ASA В31.3-1959. Ревизии ASA В31.3 публиковались в 1962 и 1966 годах.

В 1967-1969 годах, Американская ассоциация стандартов стала первым Институтом стандартов Соединенных Штатов Америки, затем Американским институтом национальных стандартов. Секционный комитет стал Комитетом по американским национальным стандартам В31, и Сборник получил новое название Сборник американских национальных стандартов для трубопроводов, работающих под давлением. Следующая версия В31.3 получила код ANSI В31.3-1973. Приложения публиковались до 1975 года.

Проект Раздела Сборника для трубопроводных систем химических производств, подготовленный Секционным комитетом В31.6, был готов к одобрению в 1974 году. Было решено вместо того, чтобы иметь два близко связанных Раздела Сборника, объединить Секционные комитеты и разработать объединенный Раздел Сборника, озаглавленный как Трубопроводные системы для химических и нефтеперерабатывающих производств. Первое издание было опубликовано как ANSI В31.3-1976.

В этом Сборнике, ответственность за проектирование трубопроводной системы была концептуально интегрирована с ответственностью за все перерабатывающее производство, при чем, меры безопасности признавались как эффективное средство защиты. Три категории условий эксплуатации в зависимости от обрабатываемой среды были определены, а для категории М условий эксплуатации со средой была выделена отдельная Глава. В Сборник были введены положения для неметаллических трубопроводных систем. Новые концепции были лучше определены в пяти Дополнениях, последнее из которых добавило Приложение М как графическую помощь в выборе правильной категории условий эксплуатации в зависимости от среды.

Комитет по стандартам был реорганизован в 1978 году и стал Комитетом, работающим в соответствии с процедурами ANSI с аккредитацией ANSI. Теперь это уже Комитет В31 по разработке Сборника правил для трубопроводных систем, работающих под давлением ASME. Структура секционных комитетов остается практически не измененной.

Второе издание Сборника правил для трубопроводных систем химических и нефтеперерабатывающих производств было составлено из Издания 1976 года, с его пятью Дополнениями, в которых требования к неметаллам были

перенесены без исправлений в отдельную Главу. Новый код для документа – ANSI/ASME В31.3-1980.

Секционный комитет В31.10 подготовил к одобрению проект Сборника правил для криогенных трубопроводных систем в 1981 году. Снова было решено слить два Секционных комитета и разработать более всеобъемлющий Сборник правил, с таким же названием. Работа по консолидации была частично завершена в Издании ANSI/ASME В31.3-1984.

Существенные изменения были сделаны в Дополнениях к Изданию 1984 года: было завершено слияние требований к криогенным трубопроводным системам; была добавлена новая отдельная Глава по трубопроводам высокого давления; и были реорганизованы положения по изготовлению, осмотру, испытаниям и допустимым напряжениям. Новое Издание получило код ASME/ANSI В31.3-1987.

Дополнения к последующим редакциям, публиковавшимся с трехгодичным интервалом, имели целью в первую очередь, делать Сборник соответствующим современным требованиям. Однако, были добавлены новые Приложения по требованиям к сильфонным раструбным соединениям, оценке срока службы, подаче запросов, алюминиевым фланцам и контролю качества в изданиях 1990, 1993 и 1996 года, которые все имели код ASME В31.3.

В соответствии с программой по разъяснению условий применения всех Разделов Сборника правил для трубопроводных систем, работающих под давлением, изменения вносятся в Введение и Сферу действия В31.3, а его название меняется на Системы технологических трубопроводов.

Под руководством Комитета по правилам и стандартам ASME, делает упор на указание измерений в метрических единицах. За некоторыми исключениями, метрические единицы СИ указываются первыми в Издании 1996 года и становятся стандартными единицами измерения. Инструкции по переводу единиц измерения даются там, где не имеется метрических данных. Традиционные единицы измерения США также приводятся. По соглашению, может использоваться любая система единиц измерения.

В этом Издании Сборника правил, первыми даются метрические единицы измерения СИ, а в скобках даются традиционные единицы измерения США. Приложения Н и Х, таблицы в Приложениях А и К.

и таблицы С-1, С-3 и С-6 в Приложении С являются исключениями. Значения в метрических единицах измерения должны рассматриваться как стандартные, если иное не оговорено между договаривающимися сторонами. В таблицах, которые не были переведены, даются инструкции по переводу табличных данных из традиционных единиц измерения США в соответствующие единицы измерения СИ.

Толкования публикуются на веб-сайте ASME. (Зайдите на страницу www.asme.org; кликните на Codes and Standards, кликните на Committee Pages; кликните на В31 Code for Pressure Piping; затем кликните на В31.3 Process Piping Section Committee.)

Частные случаи Сборника публикуются на веб-сайте ASME. (Зайдите на страницу www.asme.org; кликните на Codes and Standards, кликните на Committee Pages; кликните на В31 Code for Pressure Piping; затем кликните на В31.3 Process Piping Section Committee.)

СБОРНИК ПРАВИЛ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ASME В31.

(ниже приведен список членов Комитета на дату одобрения этого Сборника)

ПЕРСОНАЛ КОМИТЕТА

L. E. Hayden, Jr., Председатель
B. P. Holbrook, Вице-председатель
P. D. Stumpf, Секретарь
H. A. Ainsworth, Консультант
R. J. Appleby, Exxonmobil Upstream Res Co.
A. E. Beyer, Bechtel Corp., Houston, Texas
K. C. Bodenhamer, Williams Energy Service
P. A. Bourquin, Консультант
J. D. Byers, Консультант
J. S. Chin, ANR Pipeline Co.
P. D. Flenner, Consumers Energy Co.
D. M. Fox, TXU-Pipeline Services
J. W. Frey, Reliant Energy Co.
D. R. Frikken, Solutia, Inc.
P. H. Gardner, Консультант
R. W. Haupt, Pressure Piping Engineering Associates, Inc.
L. E. Hayden, Jr., Victaulic Co. of America
R. R. Hoffmann, Federal Energy Regulatory Commission
B. P. Holbrook, D B Riley, Babcock Borsig Power
G. A. Jolly, Edward Vogt Valve Co.
J. M. Kelly, Willbros Engineers, Inc.
W. J. Koves, UOP
K. K. Kyser, York Refrigeration Frick
W. B. McGehee, Консультант
J. E. Meyer, Middough Association
E. Michalopoulos, General Engineering and Commercial Co.
A. D. Nance, A D Nance Associates, Inc.
T. J. O'Grady, Veco Alaska, Inc.
R. G. Payne, Alstom Power
P. Pertuit III, Black Mesa Pipeline, Inc.
J. T. Powers, Parsons Energy & Chemicals
W. V. Richards, Консультант
E. H. Rinaca, Virginia Power Co.
M. J. Rosenfeld, Kiefner & Associates, Inc.
R. J. Silvia, Process Engineers and Constructors, Inc.
W. J. Sperko, Sperco Engineering Services, Inc.
G.W. Spohn III, Coleman Spohn Corp.
P. D. Stumpf, The American Society of Mechanical Engineers
A. L. Watkins, The Peny Nuclear Power Plant
R. B. West, National Board of Boiler & Pressure Vessel Inspectors

СЕКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ПО СИСТЕМАМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В31.3

J. D. Byers, Председатель, Консультант
W. J. Koves, Вице-Председатель, UOP LLC
K. Ennis, Секретарь, The American Society of Mechanical Engineers
B. L. Agee, GE Gas Turbines
J. L. Andreani, Mechanical and Materials Engineering
J. J. Ardner, Консультант
C. Becht IV, Becht Engineering Co.
D. D. Christian, Victaulic Co. of America
D. L. Coym, Parsons Energy & Chemicals Group
J. A. D'Avanzo, Dupont Engineering
C. E. Davila, Crane Valves
D. R. Edwards, Phillips Petroleum Co.
J. P. Ellenberger, WFI International, Inc.
R. W. Engle, The Dow Chemical Co.
D. J. Fetzner, BPX Alaska, Inc.
D. R. Frikken, Solutia, Inc.
P. H. Gardner, Консультант
D. C. Glover, Halliburton Tech Service Co.
O. R. Greulich, NASA Ames Research Center
R. A. Gnychuk, Fluor Daniel, Inc.
B. S. Harris, Crane Resistoflex
R. W. Haupt, Pressure Piping Engrg. Associates, Inc.
R. C. Hawthorne, FT&P US Bellows
R. B. Hinkley, Консультант
R. D. Hookway, Hookway Engineering
D. B. Kadakia, TD Williamson, Inc.
W. N. McLean, Newco Valves
J. E. Meyer, Middough Associates, Inc.
T. M. Miller, Eastman Kodak Co. Materials Laboratory
V. B. Molina III, Air Products and Chemicals, Inc.
G. Nariani, Foster Wheeler USA
R. G. Nichols, Exxon Mobil Research and Engineering Co.
J. R. Offutt, Texaco Inc.
D. W. Raho, CCM 2000
A. P. Rangus, Bechtel Savannah River
R. W. Rapp, Jr., Консультант
Z. Romoda, Chevron Research and Tech Co.
R. A. Sierra, Fluor Daniel
R. J. Silvia, Process Engineers and Constructors, Inc.
A. R. Simmons, Pipe Fabricating and Supply Co.
J. L. Smith, Washington Group International
F. W. Tatar, FM Global
H. Thielsch, Thielsch Engrg., Inc.
Q. N. Truong, Kellogg Brown and Root, Inc.
L. J. Weibeler, Air Products and Chemicals, Inc.
G. E. Woods, Technip USA
R. J. Young, Консультант
C. G. Ziu, Orion Fittings, Inc.
W. G. Canham, Почетный член, Консультант
J. T. Wier, Почетный член

**ПОДГРУППА КОМИТЕТА В31.3 ПО
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ**

B. C. Bassett, Phillips Petroleum Co.
R. K. Broyies, Flexonics, Inc.
R. B. Davis, Ershigs, Inc.
D. W. Diehl, Coade, Inc.
W. H. Eskridge, Jr., Kvaerner E & C
G. Guerra, J. Ray McDermott Engineering
T. W. Johnson, ABB Lummus Global, Inc.
J. C. Luf, Washington Group
R. A. McLeod, General Electric Gas Turbine
R. J. Medvick, Swagelok
C. Moore, Fibercast
C. Nath, Dupont
J. M. Prawdzik, Arco Products Co.
G. C. Reinhardt II, Консультант
K. E. Seil, Bechtel Corp.
K. S. Shipley, Mechanical and Materials Engineering
H. E. Svetlik, Industrial Pipe Products
J. C. Thompson, Econosto Malbranque, Inc.

**СЕТЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКСПЕРТОВ-
ОППОНЕНТОВ В31.3**

D. Saile, Shell Global Solutions International B. V.
R. W. Temple, Консультант
F. Zezula, BP Amoco Exploration

АДМИНИСТРАТИВНЫЙ КОМИТЕТ В31

L. E. Hayden, Jr. Председатель, Victaulic Co. of
America
B. P. Holbrook, Вице-Председатель, D B Riley,
Babcock Borsig Power
P. D. Stumpf, Секретарь, The American Society of
Mechanical Engineers
K. C. Bodenhamer, Williams Energy Service
J. D. Byers, Консультант
D. M. Fox, TXU-Pipeline Services
D. R. Frikken, Solutia, Inc.
P. H. Gardner, Консультант
G. A. Jolly, Edward Vogt Valve Co.
E. Michalopoulos, General Engineering and
Commercial Co.
R. G. Payne, ABB-Alstom Power, Inc.
G. W. Spohn III, Coleman Spohn Corp.
P. A. Bourquin, Ex-Oficio Mernber, Консультант

**КОМИТЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И
ИССЛЕДОВАНИЯМ В31**

P. D. Flenner, Председатель, Consumers Energy, Co.
P. D. Stumpf, Секретарь, The American Society of
Mechanical Engineers
J. P. Ellenberger, WFI International, Inc.
D. J. Fetzner, BPX Alaska, Inc.
W. G. Scruggs, Dupont
R. I. Seals, Консультант
R. J. Silvia, Process Engineering & Constructors Inc.
W. J. Sperko, Sperko Engineering Services, Inc.
E. F. Summers, Jr., Babcock & Wilcox

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО
МАТЕРИАЛАМ В31**

M. L. Nauyar, Председатель, Bechtel Power Corp.
P. Stumpf, Секретарь, The American Society of
Mechanical Engineers
P. S. Barham, City Public Services
M. H. Barnes, Sebesta Blomberg & Associates
J. A. Cox, Lieberman Consulting
R. P. Deubler, Shaw Group/Fronek Co.
R. A. Grichuk, Fluor Daniel, Inc.
C. L. Henley, Black and Veatch
R. A. Mueller, Dynegy Midstream Services
D. W. Raho, CCM 2000
W. V. Richards, Консультант
D. Rogell, Solutia, Inc.
R. A. Schmidt, Trinity-Ladish
J. L. Smith, Washington Group International
R. J. Young, Консультант

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО
МЕХАНИЧЕСКОМУ ДИЗАЙНУ И31**

S. J. Rossi, Секретарь, The American Society of
Mechanical Engineers
G. A. Antaki, Westinghouse, Savannah River Site
C. Becht IV, Becht Engineering Co.
J. P. Breen, Pressure Sciences, Inc.
J. P. Ellenberger, WFI International, Inc.
D. J. Fetzner, BPX Alaska, Inc.
J. A. Graziano, Tennessee Valley Authority
J. D. Hart, SSD, Inc.
B. P. Holbrook, D B Riley, Babcock Borsig Power
W. J. Koves, UOP LLC
G. Mayers, Analysis and Tech
T. Q. McCawley, Консультант
E. Michalopoulos, General Engineering and
Commercial Co.
J. C. Minichiello, J C Minichiello Consulting, Inc.
T. J. O'Grady II, Veco Alaska, Inc.
A. W. Paulin, Paulin Research Group
R. A. Robleto, Kellogg Brown & Root
M. J. Rosenfeld, Kiefner & Associates, Inc.
G. Stevick, Berkeley Engineering & Research Inc.
Q. N. Truong, Kellogg Brown & Root, Inc.
E. A. Wais, Wais and Associates, Inc.
G. E. Woods, Technip USA
E. C. Rodabaugh, Почетный член, Консультант

СОГЛАСИТЕЛЬНАЯ ГРУППА В31

T. A. Bell, Pipeline Safety Engineer
G. Bynog, State of Texas, TDLS-Boiler Division
R. A. Coomes, State of Kentucky, Dept. of
Housing/Boiler Section
J. W. Grenawalt, Jr., Oklahoma Labor Dept., Safety
Standards Division
D. H. Hanrath, North Carolina DOL, Boiler Safety
Bureau
C. J. Harvey, Alabama Public Service Commission
D. T. Jagger, Ohio Department of Commerce
M. Koth, Regie du Batiment du Quebec
K. T. Lau, Alberta Boilers Safety Association

R. G. Marini, New Hampshire Public Utilities Commission
I. W. Mault, Manitoba Department of Labour
A. W. Meiring, Fire and Building Boiler and Pressure Vessel Division
R. F. Mullaney, Boiler and Pressure Vessel Safety Branch
W. A. Owen, North Dakota Public Service Commission
P. Sher, State of Connecticut
M. E. Skarda, Department of Labor
D. A. Starr, Nebraska Department of Labor
D. J. Stursma, Iowa Utilities Board
R. P. Sullivan, The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors
J. E. Troppman, Division of Labodstate of Colorado Boiler Inspectors
C. H. Walten, National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspections
W. A. West, Lighthouse Assistance, Inc.
T. F. Wickham, Rhode Island Department of Labor

**ГРУППА УЧЕТА НАЦИОНАЛЬНЫХ
ИНТЕРЕСОВ В31**

American Pipe Fitting Association - H. Thielsch
American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers - H.R. Kornblum
Chemical Manufacturers Association - D.R. Frikken
Copper Development Association - A. Cohen
Ductile Iron Pipe Research Association - T.F. Stroud
Edison Electric Institute - R.L. Williams
International District Heating Association - G.M. Von Bargaen
Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry - R.A. Schmidt
National Association of Plumbing-Heating-Cooling Contractors - R.E. White
National Certified Pipe Welding Bureau - J. Hansmann
National Fire Protection Association - T.C. Lemoff
National Fluid Power Association - H.G. Anderson
Valve Manufacturers Association - R.A. Handschumacher

Сборник правил для трубопроводных систем, работающих под давлением, ASME B31, состоит из нескольких отдельно опубликованных Разделов, каждый из которых является Американским национальным стандартом, под руководством Комитета ASME B31 по Сборнику правил для трубопроводных систем, работающих под давлением.

Правила каждого Раздела отражают виды трубопроводов, рассмотренных при его разработке, следующим образом:

B31.1. Трубопроводные системы для энергетики: трубопроводные системы, обычно используемые в электростанциях, на промышленных заводах, геотермальных отопительных системах и централизованных и местных обогревательных и охлаждающих системах.

B31.3 Системы технологических трубопроводов: трубопроводные системы, обычно используемые на нефтеперерабатывающих заводах, химических, фармацевтических, текстильных, бумажных, полупроводниковых и криогенных производствах и связанных с ними перерабатывающих заводах и терминалах

B31.4 Системы трубопроводного транспорта для жидких углеводородов и других жидкостей: трубопроводные системы, транспортирующие продукты, которые являются в основном жидкими, между заводами и терминалами и в пределах терминалов, станций перекачки, распределительных станций и замерных установок

B31.5 Трубопроводные системы холодильных установок: трубопроводы для хладагентов и вторичных хладагентов

B31.8 Трубопроводные системы для транспортировки и распределения газа: трубопроводные системы, транспортирующие продукты, которые являются в основном газообразными, между заводами и терминалами и в пределах терминалов, станций перекачки, распределительных станций и замерных установок

B31.9 Трубопроводы для коммунального хозяйства: трубопроводные системы, обычно используемые в промышленных, административных, коммерческих и жилых зданиях, которые не требуют диапазона размеров, давления и температур, охватываемого в B31.1

B31.11. Системы трубопроводного транспорта для жидкого цемента: трубопроводные системы, транспортирующие жидкие цементные растворы между заводами и терминалами и в пределах терминалов, насосных и распределительных станций

Этот документ – раздел B31.3 Сборника правил для трубопроводных систем, работающих под давлением. В дальнейшем, в этом Введении и в тексте этого Раздела B31.3 Сборника правил, слово Сборник, используемое без специального определения, означает этот Раздел Сборника.

Ответственностью владельца является выбор Раздела Сборника, который наиболее точно применяется к предлагаемой трубопроводной системе. Факторы, которые должны быть учтены владельцем, включают: ограничения Раздела Сборника; требования к юрисдикции; и применимость других правил и

стандартов. Все применимые требования выбранного Раздела Сборника должны быть удовлетворены. Для некоторых трубопроводных систем, более чем один Раздел Сборника может применяться к различным частям системы. Владелец также несет ответственность за выполнение требований, дополнительных к требованиям Сборника, если необходимо гарантировать безопасную работу трубопроводной системы.

Некоторые трубопроводные системы в пределах завода могут регулироваться другими сборниками правил и стандартами, включая следующие (но, не ограничиваясь перечисленным):

ANSI Z223.1. Национальный сборник правил по топливному газу: трубопроводные системы для топливного газа от точки доставки до присоединения к конечному устройству потребления топливного газа;

NFPA Стандарты противопожарной защиты: системы противопожарной защиты, использующие воду, двуокись углерода, галоид, пену, сухие агенты и влажные агенты;

NFPA 99 Организации здравоохранения: системы медицинского и лабораторного газа;

Сборник правил для зданий и канализации, в зависимости от применимости, для питьевой горячей и холодной воды и для систем канализации и водоспуска.

Этот Сборник устанавливает инженерные требования, которые, по мнению Комитета, являются необходимыми для безопасного проектирования и строительства трубопроводных систем, работающих под давлением. Хотя безопасность является базовым условием, этот фактор сам по себе не обязательно определяет окончательные технические требования трубопроводной системе. Проектировщик предупреждается о том, что этот Сборник не является учебником по проектированию; он не исключает необходимость привлечения проектировщика или компетентного инженерного рассуждения со стороны проектировщика.

До такой степени, как это возможно, требования Сборника по проектированию выражены в терминах базовых принципов и формул проектирования. Когда необходимо, они дополняются особыми требованиями, чтобы гарантировать единообразное применение принципов и дать общее руководство по выбору и применению элементов трубопроводной системы. Сборник запрещает использовать проекты и практики, в отношении которых стало известно, что они не являются безопасными, и содержит предостережения там, где необходимо обращать внимание на особые моменты (но когда не следует запрещение чего-либо).

Этот Раздел Сборника содержит:

- (а) ссылки на приемлемые технические требования к материалам и стандарты для компонентов, включая требования по размерам и номинальные характеристики по давлению-температуре
- (б) требования к проектированию компонентов и блоков, включая опоры трубопроводов

- (с) требования и данные для оценки и ограничения напряжений, реакций и смещений, связанных с изменениями давления и температуры и другими силами
- (d) руководство и ограничения по выбору и применению материалов, компонентов и методов соединения;
- (e) требования к изготовлению, сборке и монтажу трубопроводной системы, и
- (f) требования к исследованию, осмотру и испытанию трубопроводных систем.

Комитет В31 ASME организован и работает в соответствии с процедурами Американского общества инженеров-механиков, которое было аккредитовано Американским институтом национальных стандартов. Комитет является постоянным и поддерживает все Разделы Сборника соответствующими новым достижениям в области материалов, строительства и промышленной практики. Новые издания публикуются с интервалом в два года.

Пользователи Сборника заметят, что пункты в Сборнике не всегда нумеруются последовательно. Такая непоследовательность нумерации происходит в результате того, что составители следуют общей схеме, на сколько это возможно, для всех Разделов Сборника. Таким образом, соответствующий материал соответственно нумеруется в большинстве Разделов Сборника, чтобы облегчить ссылки для тех, кто вынужден использовать более одного Раздела Сборника.

Предполагается, что это издание Раздела Сборника В31.3 не будет иметь обратную силу. Если между договаривающимися сторонами не будет достигнуто особое соглашение использовать другое издание, или если контролирующий орган, имеющий соответствующие полномочия, не предпишет использование другого издания, то последнее издание, выпущенное по крайней мере за шесть месяцев до оригинальной даты контракта на первый этап работы, охватывающей установку трубопроводной системы, должно являться руководящим документом для всех вопросов проектирования, материалов, изготовления, монтажа, исследования и испытания трубопроводной системы до завершения работы и первоначальной эксплуатации.

Пользователи этого Сборника предупреждаются о том, что не стоит использовать версии Сборника, не получив гарантии того, что они приемлемы для соответствующих органов власти, в юрисдикции которых устанавливается трубопроводная система.

Комитет В31 установил процедуру рассмотрения запросов на толкования и пересмотр требований Сборника. Чтобы запрос был рассмотрен, такой запрос должен быть выполнен в письменной форме и должен указывать все данные в соответствии с Приложением Z.

Одобренный ответ на запрос будет выслан напрямую запрашивающему лицу. Кроме того, вопрос и ответ будут опубликованы как часть дополнения с толкованиями.

Частный случай – это установленная форма ответа, когда исследование показывает, что тестовая часть Сборника требует прояснения, или когда ответ модифицирует существующие требования Сборника или дает разрешение на использование новых материалов или альтернативных конструкций. Предлагаемые Частные случаи публикуются в *Mechanical Engineering* для публичного ознакомления. Кроме того, Частный случай будет опубликован как часть дополнения с Частными случаями.

Частный случай обычно издается на ограниченный период. Если в конце этого периода он будет включен в Сборник или если не ожидается дальнейшего использования его положений, то у него истечет срок действия. В противном случае, он будет продлен на ограниченный срок.

Запрос на изменение Сборника правил будет включен в повестку дня Комитета. Дальнейшая информация или активное участие со стороны запрашивающего лица может потребоваться во время рассмотрения предлагаемых изменений.

Материалы указываются в Таблицах напряжений только, когда было показано достаточное их использование в трубопроводных системах, охватываемых Сборником. Запросы на включение материалов в списки должны включать свидетельство удовлетворительного использования и особые данные, для того чтобы определить допустимые напряжения, максимальные и минимальные температурные пределы и другие ограничения. Дополнительные критерии можно найти в руководстве по включению новых материалов в Разделе II и Разделе VIII, Подраздел 1, Приложение В Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. (Чтобы получить наработку и опыт использования, неучтенные материалы могут использоваться в соответствии с параграфом 232.1.2). Метрические версии Таблицы А-1 и А-2 находятся в процессе подготовки. Пожалуйста, смотрите веб-сайт В31.3 Process Piping по адресу www.asme.org.

РЕЗЮМЕ ИЗМЕНЕНИЙ.

Изменения, указанные ниже, помечены на полях страниц **02** рядом с затронутой частью текста.

<i>Страница</i>	<i>Размещение</i>	<i>Изменение</i>
xxiii-xxiv	Введение	Исправлены опечатки и внесены редакторские правки
13	301.10	Добавлена ссылка
15, 16	302.3.2(d), (8) (e) и (f)	Исправлены опечатки
22	304.2.3(d)(2)	Исправлены опечатки
40	319.4.1	Изменено уравнение (16)
44	321.4	Добавлена ссылка
49, 50	Таблица 323.2.2A	Добавлена
	Рисунок 323.2.2A	Редакторская правка названия
77	Таблица 341.3.2	Изменена структура
176, 177	Таблица A-1	Добавлено техническое требование ASTM A358
242, 244	Таблица D-300	(1) Исправлено описание "Прессованного сварного тройника" (2) В Замечании (4) исправлено определение T _C
245	Приложение E	Удалено техническое требование ASTM D3140
251	F301.10	Добавлено
253	F321	Добавлено
270	Приложение J	Исправлено определение T _C
293	Приложение Q	Исправлены опечатки в сноске

ГЛАВА I. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

300. ОБЩИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ.

(a). *Идентификация.* Эти правила, для систем технологических трубопроводов, являются Разделом Сборника правил для трубопроводных систем, работающих под давлением, Американского общества инженеров-механиков, ASME B31, Американского национального стандарта. Они публикуются как отдельный документ для удобства пользователей Сборника.

(b). *Ответственность.*

(1). *Владелец.*

Владелец трубопроводной системы должен нести общую ответственность за соответствие требованиям данного Сборника и за установку требований к проектированию, строительству, исследованию, осмотру и испытанию, которые будут руководить всей работой со средой или всей технологической установкой, частью которой является эта трубопроводная система. Владелец также несет ответственность за использование трубопроводной системы в некоторых условиях эксплуатации с некоторыми средами, и за определение того, должна ли использоваться особая программа качества. (Смотрите параграфы 300(d)(4), (d)(5), (e) и Приложение Q).

(2). *Проектировщик.*

Проектировщик несет ответственность перед владельцем за то, чтобы инженерный проект трубопроводной системы отвечал требованиям этого Сборника и всем дополнительным требованиям, установленным владельцем

(3). *Производитель, сборщик и монтажник.*

Производитель, сборщик и монтажник трубопроводной системы несут ответственность за предоставление материалов, компонентов и работу в соответствии с требованиями этого Сборника и инженерного проекта.

(4). *Инспектор, работающий у владельца.*

Инспектор, работающий у владельца (смотрите параграф 340), несет ответственность, перед владельцем, за гарантирование того, что все требования этого Сборника, в отношении осмотра, исследования и испытания, соблюдены. Если владелец указывает, что должна использоваться система качества, то инспектор, работающий у владельца, несет ответственность за проверку того, что она внедрена.

(c). *Цель Сборника.*

(1). Целью этого Сборника является установление инженерных требований, которые, по мнению разработчиков, являются необходимыми для безопасного проектирования и строительства трубопроводной установки.

(2). Этот Сборник не предназначен для того, чтобы его применяли к эксплуатации, исследованию, осмотру и испытаниям трубопроводных систем, которые уже были

запущены в эксплуатацию. Положения данного Сборника могут применяться для таких целей по желанию, однако возможно также понадобятся и другие положения.

(3). Инженерные требования этого Сборника, несмотря на то, что они считаются необходимыми и адекватными для безопасного проектирования, в большинстве своем используют упрощенный подход к задаче. Проектировщик, способный провести более жесткий анализ, должен сделать это; однако, подход должен быть задокументирован в инженерном проекте и его действительность должна быть одобрена владельцем. Используемый подход должен обеспечивать данные по проектированию, строительству, исследованию, осмотру и испытанию для условий проектирования параграфа 301, а расчеты должны удовлетворять критериям проектирования, указанным в данном Сборнике.

(4). Элементы трубопроводной системы должны, на сколько это будет практично, удовлетворять техническим требованиям и стандартам, приведенным в этом Сборнике. Элементы трубопроводной системы, которые не были специально одобрены или специально запрещены этим Сборником, могут использоваться, при условии, что они квалифицированы для использования, как указано в применимых Главах этого Сборника.

(5). Инженерный проект должен указывать любые необычные требования для конкретного вида эксплуатации. Когда требования по условиям эксплуатации вызывают необходимость принятия мер, которые выходят за рамки мер, требуемых в этом Сборнике, такие меры должны быть указаны в инженерном проекте. Когда указано, Сборник требует, чтобы они были выполнены.

(6). Совместимость материалов с условиями эксплуатации и риски, связанные с нестабильностью обрабатываемой среды, лежат за пределами сферы действия этого Сборника. Смотрите параграф F323.

(d). *Определение требований Сборника.*

(1). Требования Сборника к проектированию и строительству включают требования по условиям обрабатываемой среды, которые влияют на выбор и применение материалов, компонентов и соединений. Требования по условиям обрабатываемой среды включают запреты, ограничения и условия, такие как температурные пределы или требования по мерам безопасности (смотрите параграф 300.2 и Приложение G). Требования Сборника к трубопроводной системе более жесткие, чем требования, которые применяются к любому из ее элементов.

(2). Для металлических трубопроводных систем, не принадлежащих к Категории М или трубопроводам с высоким давлением, требования Сборника заключены в Главах с I по VI (базовый Сборник правил), а требования по условиям обрабатываемой среды находятся в:

(a). Главе III для материалов;

(b). Главе II, Часть 3 для компонентов;

(c). Главе II, Часть 4 для соединений.

(3). Для неметаллических трубопроводных систем и трубопроводов, облицованных неметаллами, все требования содержатся в Главе VII. (Номера параграфов начинаются с "А").

(4). Для трубопроводов, используемых в условиях эксплуатации Категории М, определенной владельцем, все требования находятся в Главе VIII. (Номера параграфов начинаются с "М").

(5). Для трубопроводов, используемых в условиях эксплуатации Категории D, определенной владельцем (смотрите параграф 300.2 и Приложение М), элементы трубопроводов, ограниченные Категорией D условий эксплуатации по обрабатываемой среде в Главах с I по VII, а также элементы, пригодные для других условий эксплуатации по обрабатываемой среде, могут использоваться в таких трубопроводах.

(6). Элементы металлических трубопроводов, пригодные для Нормальных условий эксплуатации по обрабатываемой среде, в Главах с I по VI, могут также использоваться при жестких циклических условиях, если только не указано особое требование для жестких циклических условий.

(e). **Трубопроводные системы, работающие под высоким давлением.**

Глава IX устанавливает альтернативные правила для проектирования и строительства трубопроводов, которые владелец предназначает для эксплуатации при высоком давлении среды.

(1). Эти правила применяются только, когда указываются владельцем, и только в целом, а не по частям.

(2). Правила Главы IX не предусматривают Категорию М, условий эксплуатации по обрабатываемой среде. Смотрите параграф К300.1.4.

(3). Номера параграфов начинаются с "К".

(f). **Приложения.**

Приложения к данному Сборнику содержат требования Сборника, вспомогательные руководства или другую информацию. Смотрите параграф 300.4, в котором описывается статус каждого Приложения.

300.1. Сфера действия .

Правила Раздела В31.3¹ "Системы технологических трубопроводов" Сборника были разработаны для трубопроводных систем, которые обычно используются на нефтеперерабатывающих производствах, химических, фармацевтических, текстильных, бумажных, полупроводниковых и криогенных фабриках, и родственных перерабатывающих заводах и терминалах.

300.1.1. Содержание и охват.

(a). Этот Сборник устанавливает требования к материалам и компонентам, проектированию, изготовлению, сборке, монтажу, исследованиям, осмотру и испытаниям трубопроводных систем

(b). Этот Сборник применяется к трубопроводным системам для всех сред, включая:

- (1). сырые, промежуточные и конечные химикаты;
- (2). Нефтепродукты;
- (3). газ, пар, воздух и вода;
- (4). псевдооживленные материалы;
- (5). хладагенты, и
- (6). криогенные среды.

¹ Здесь и далее в этом Сборнике В31 обозначает Сборник правил для трубопроводных систем, работающих под давлением, ASME B31 и его различные Разделы, которые указаны и кратко описаны в Введении

(c). Смотрите Рисунок 300.1.1, на котором приведена диаграмма, иллюстрирующая применение трубопроводов, охватываемых Сборником В31.3, к оборудованию. Соединительные трубопроводы к этому оборудованию находятся в сфере действия И31.3.

300.1.2. Компактные трубопроводы оборудования.

Также в сферу действия этого Сборника включаются трубопроводы, которые соединяют части или ступени внутри компактного оборудования.

300.1.3. Исключения.

Из действия этого Сборника исключается следующее:

(a). трубопроводные системы, предназначенные для внутреннего избыточного давления больше нуля, но меньшего чем 105 кПа (15 psi), при условии, что обрабатываемая среда является неогнеопасной, нетоксичной и не наносит вреда человеческим тканям, как описано в параграфе 300.2, а ее расчетная температура находится в пределах от -29°C (-20°F) до 186°C (366°F).

(b). энергетические котлы в соответствии с Разделом I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением² и внешний трубопровод бойлеров, который должен удовлетворять требованиям В31.1;

(c). трубки, трубчатые коллекторы, П-образные колена и манифольды огневых нагревателей, которые находятся внутри корпуса нагревателя, и

(d). сосуды под давлением, теплообменники, насосы, компрессоры и другое оборудование по обработке или переработке среды, включая внутренние трубопроводы и присоединения для внешнего трубопровода.

300.2. Определения.

Некоторые из терминов, касающихся трубопроводных систем, определены ниже. Для сварочных терминов, не показанных здесь, должны применяться определения в соответствии со Стандартом ANSI/AWS A3.0

сталь воздушной закалки – сталь, которая закаляется во время охлаждения в воздухе при температуре выше ее интервала превращения;

отжигающая термическая обработка – смотрите *термическая обработка*;

дуговая резка – группа процессов резки, при которых срезание или удаление металла производится за счет расплавления теплом дуги, между сварочным электродом и базовым металлом. (Включает дуговую резку с угольным электродом),

² Ссылки на Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением в этом документе относятся к указанному сборнику и его различным Разделам:

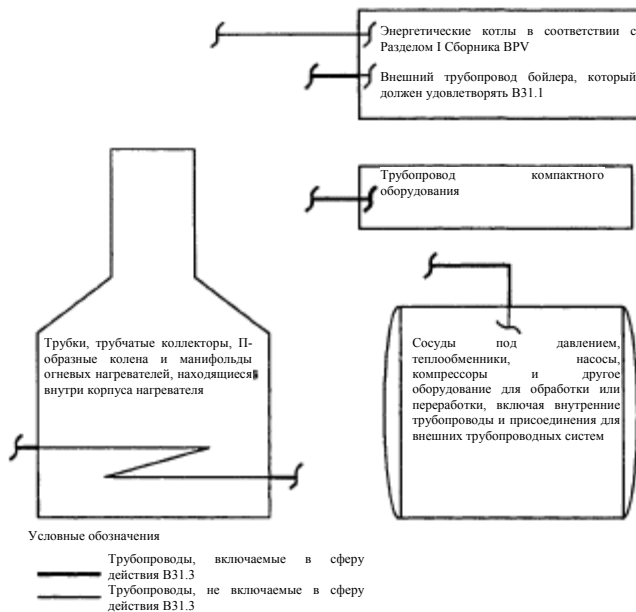
Раздел I. Энергетические котлы

Раздел II. Материалы, Часть D

Раздел V. Исследования неразрушающими методами

Раздел VIII. Сосуды под давлением, Подразделы 1 и 2

Раздел IX. Квалификация сварки и пайки твердым припоем



Общее замечание: Средства, которыми трубопровод крепится к оборудованию, лежат в пределах сферы действия примененного сборника правил для трубопроводных систем.

Рисунок 300.1.1. Диаграмма, иллюстрирующая применение трубопроводов B31.3 к оборудованию.

дуговую резку с металлическим электродом, газовую дуговую резку с металлическим электродом, газовую дуговую резку с вольфрамовым электродом, плазменную дуговую резку и воздушную дуговую резку с угольным электродом). Смотрите также *газопламенная резка*;

дуговая сварка (AW) – группа сварочных процессов, которые производят соединение металлов нагреванием их с помощью дуги или дуг, с использованием давления или без него и с использованием присадочного металла или без него;

сборка – соединение вместе двух или более трубопроводных компонентов с помощью болтового крепления, сварки, склеивания, свинчивания, пайки твердым припоем, пайки мягким припоем, клеящего средства или использования уплотняющих устройств, как указано в инженерном проекте;

автоматическая сварка – сварка с помощью оборудования, которое выполняет операцию сварки без регулировки со стороны оператора. Оборудование может выполнять загрузку и выгрузку работы, а может не делать этого;

подкладочный присадочный металл – смотрите *плавкая вставка*;

подкладочное кольцо – материал в форме кольца, используемый для поддержания расплавленного металла сварного шва;

сбалансированная трубопроводная система – смотрите параграф 319.2.2(a);

базовый материал – материал, который должен паяться твердым припоем, паяться мягким припоем, свариваться или иным образом сплавляться;

базовое допустимое напряжение – смотрите *часто используемые термины в области напряжения*;

расчетное напряжение болтового крепления – смотрите *часто используемые термины в области напряжения*;

склеенное соединение – постоянное соединение в неметаллическом трубопроводе, выполненное одним из следующих методов:

(a). **адгезивное соединение** – соединение, выполненное с помощью нанесения адгезива на соединяемые поверхности и сжатия их вместе

(b). **стыковое соединение с обвязкой** – соединение, выполненное с помощью стыковки соединяемых поверхностей и оборачивания соединения слоями усиленной ткани, пропитанной смолой ;

(c). **соединение горячим плавлением** – соединение, выполненное нагреванием соединяемых поверхностей и сжатием их вместе, чтобы достичь сплавления;

(d). **соединение сваркой с горячим газом** – соединение, выполненное одновременным нагреванием соединяемых поверхностей

и

присадочного материала с помощью горячего воздуха или горячего инертного газа, за которым следует сжатие поверхностей вместе и наложение присадочного материала для достижения сплавления;

(e). соединение с помощью растворяющего клея – соединение, выполненное с использованием растворяющего клея, который размягчает соединяемые поверхности, которые затем сжимаются вместе;

(f). соединение электрическим плавлением – соединение, выполненное нагреванием соединяемых поверхностей с помощью электрической проволоки высокого сопротивления, которая остается закатанной в соединении;

клещик – тот, кто выполняет операцию ручного или полуавтоматического склеивания;

оператор клеящего оборудования – тот, кто управляет оборудованием автоматного или автоматического склеивания;

процедуры склеивания – подробное описание методов и практик, используемых для производства клееного соединения;

техническое требование к процедуре склеивания (BPS) – документ, который перечисляет параметры, которые должны использоваться при создании клееных соединений, в соответствии с требованиями этого Сборника;

патрубковый фитинг – цельно усиленный фитинг, приваренный к нагнетательной трубе и присоединенный к патрубку с помощью стыковой сварки, муфтовой сварки, резьбового или фланцевого соединения; включает выходной патрубок, соответствующий требованиям MSS SP-97;

сварка с приюем – сварочный процесс, использующий цветной присадочный металл, имеющий температуру плавления ниже температуры плавления базового металла, но выше 427°C (800°F). Присадочный металл не распространяется по соединению капиллярным притяжением. (Бронзовая сварка, использованная ранее, является неправильным названием для этого процесса.);

пайка твердым приюем – процесс соединения металлов, при котором соединение производится с помощью использования цветного присадочного металла, имеющего температуру плавления выше 427°C (800°F), но ниже температуры плавления соединяемых базовых металлов. Присадочный металл распространяется между плотно подогнанными поверхностями соединения капиллярным притяжением;

соединение встык – соединение между двумя элементами, выровненными примерно в одной плоскости;

Категория D – смотрите условия эксплуатации по обрабатываемой среде;

Категория M – смотрите условия эксплуатации по обрабатываемой среде;

законопаченный шов – соединение, в котором подходящий материал (или материалы) либо заливается, либо вжимается с помощью инструментов в кольцеобразное пространство между конусом (или втулкой) и центрирующим буртиком (или прямым торцом), таким образом, герметизируя соединение;

химический завод – промышленный завод для производства или переработки химикатов или сырых материалов, или

промежуточных продуктов для таких химикатов. Химический завод может включать вспомогательные и сервисные производства, такие как хранение, коммунальные ресурсы и установки по переработке отходов;

холодная пружина – смотрите параграф 319.2.4.;

присоединения для внешней трубопроводной системы – те интегральные части отдельных единиц оборудования, которые предназначены для прикрепления внешней трубопроводной системы;

плавкая вставка – заранее нанесенный присадочный металл, который полностью вплавляется в корень соединения и становится частью сварного шва;

носящее повреждение человеческим тканям – в целях данного Сборника, эта фраза описывает условие эксплуатации по обрабатываемой среде, в котором воздействие среды, вызванное утечкой при ожидаемых эксплуатационных условиях, может принести вред коже, глазам или открытым слизистым оболочкам, так что невозможное повреждение может стать результатом такого воздействия, если не будут приняты немедленные восстановительные меры. (Восстановительные меры могут включать промывание водой, прием антидотов или медикаментов);

расчетная минимальная температура – смотрите параграф 301.3.1;

расчетное давление – смотрите параграф 301.2;

расчетная температура – смотрите параграф 301.3;

проектировщик – человек или организация, ответственные за инженерный проект;

диапазон напряжения смещения – смотрите параграф 319.2.3;

элементы – смотрите *трубопроводные элементы*;

инженерный дизайн – подробный проект, определяющий трубопроводную систему, разработанный в соответствии с технологическими и механическими требованиями, удовлетворяющий требованиям Сборника и включающий все необходимые спецификации, чертежи и вспомогательные документы;

присоединение оборудования – смотрите *присоединения для внешней трубопроводной системы*;

монтаж – полная установка трубопроводной системы в местах и на опорах, указанных в инженерном проекте, включая любую сборку в поле, изготовление, исследование, осмотр и испытание системы в соответствии с требованиями этого Сборника;

исследование, исследователь – смотрите параграфы 341.1 и 341.2;

исследование, типы исследований – смотрите параграф 344.1.3 в отношении следующего:

- (a). 100% исследование;
- (b). исследование случайным выбором;
- (c). точечное исследование;
- (d). точечное исследование случайным выбором;

прессованный выпускной коллектор – смотрите параграф 304.3.4.;

изготовление – подготовка трубопроводной системы к сборке, включая резку, нарезку резьбы, проточку канавок, формовку, гибку и соединение компонентов в суб-блоки. Изготовление может выполняться в цехе или в поле;

лицевая поверхность сварного шва – открытая поверхность сварного шва на стороне, с которой производилась сварка;

присадочный материал – материал, который должен быть добавлен при производстве соединений между металлами или неметаллами;

угловой сварной шов – сварной шов с примерно треугольным поперечным сечением, соединяющий две поверхности примерно под прямыми углами друг к другу в соединении внахлестку, Т-образном сочленении или угловом соединении. (Смотрите также *размер сварного шва и полезный вылет углового сварного шва*);

огнеопасный – в целях данного Сборника, описывает среду, которая при условия окружающей среды или ожидаемых условиях эксплуатации является паром или производит пары, которые могут зажечься и продолжать гореть на воздухе. Этот термин, таким образом, может применяться, в зависимости от условий эксплуатации, к средам, определяемым для других целей как *огнеопасные* или *горючие*;

условие эксплуатации по обрабатываемой среде – общий термин, касающийся применения трубопроводной системы, учитывающий комбинацию свойств среды, условия эксплуатации и другие факторы, которые определяют основу для проектирования трубопроводной системы. Смотрите Приложение М;

(a) **Категория D условий эксплуатации по обрабатываемой среде:** условие эксплуатации, при котором применяется все нижеследующее:

(1) обрабатываемая среда является неогнеопасной, нетоксичной и не наносящей вред человеческим тканям, как описано в параграфе 300.2;

(2) расчетное избыточное давление не превышает 1035 кПа (150 psi), и

(3) расчетная температура находится в диапазоне от -29°C (-20°F) до 186°C (366°F);

(b) **Категория M условий эксплуатации по обрабатываемой среде:** условия эксплуатации, при котором потенциал подвержения персонала влиянию среды рассматривается как существенный и в котором однократное подвержение воздействию очень маленького количества токсичной среды в результате утечки может привести к серьезному невосстановимому ущербу для персонала при вдыхании или физическом контакте, даже если будут приняты срочные восстановительные меры.;

(c) **Условие эксплуатации со средой под высоким давлением:** условие эксплуатации, для которого владелец использует Главу IX для проектирования и строительства трубопроводной системы; смотрите также параграф K300;

(d) **Нормальное условие эксплуатации по обрабатываемой среде:** условие эксплуатации, встречающееся на большинстве трубопроводных систем, охватываемых этим Сборником, то есть трубопроводных системах, на которые не распространяются правила для Категории D, Категории M условий эксплуатации по

обрабатываемой среде или условий эксплуатации со средой под высоким давлением;

полный угловой сварной шов – угловой сварной шов, чей размер равен толщине более тонкого соединяемого элемента;

плавление – спавление вместе присадочного материала и базового материала или только базового материала, которое приводит к коалесценции.соединению;

газовая дуговая сварка с металлическим электродом (GMAW) – процесс дуговой сварки, который производит соединение металлов за счет нагревания их дугой между непрерывных сварочных электродов присадочного металла (плавким) и рабочей деталью. Экранирование достигается полностью за счет газа или газовой смеси, подаваемых извне. Некоторые варианты этого процесса называются MIG или CO₂ сваркой (что является нежелательным термином);

газовая дуговая сварка с вольфрамовым электродом (GTAW) – процесс дуговой сварки, который производит коалесценцию(соединение) металлов за счет нагревания их дугой между одним вольфрамовым сварочным электродом (неплавким) и рабочей деталью. Экранирование достигается за счет газа или газовой смеси. Давление может использоваться, а может не использоваться, и присадочный металл может использоваться и может не использоваться. (Этот процесс иногда называют TIG сваркой);

газовая сварка- группа сварочных процессов, в которых коалесценция(соединение) производится за счет нагревания газовым пламенем с использованием или без использования давления и с использованием или без использования присадочного материала;

стыковой сварной шов – сварной шов, сделанный в желобке между двумя соединяемыми элементами;

зона термического влияния – та часть базового металла, которая не была расплавлена, но чьи механические свойства и микроструктура были изменены теплом сварки, пайки твердым или мягким припоем, формовкой или резкой;

термическая обработка - термины, используемые для описания различных типов и процессов термической обработки (иногда называемой послесварочной термической обработкой), определяются следующим образом:

(a). **закалка** – нагревание до и удержание при соответствующей температуре, а затем охлаждение с соответствующей скоростью для таких процессов как: уменьшение твердости, улучшение способности к станочной обработке, облегчение холодного проката, выработка желаемой микроструктуры или достижение желаемых механических, физических или других свойств;

(b). **нормализация** – процесс, при котором черный металл нагревается до соответствующей температуры выше интервала превращения и затем охлаждается в неподвижном воздухе при комнатной температуре;

(c). **предварительный нагрев** – смотрите *предварительныйнагрев* (отдельный термин);

(d). **быстрое охлаждение** – резкое охлаждение нагретого металла;

(e) **рекомендуемая или требуемая термическая обработка** – применение тепла к металлической детали, следующее за резкой, формовкой или сваркой, как описано в параграфе

331

(f). **термическая обработка в растворе** – нагревание сплава до соответствующей температуры, удержание его при такой температуре достаточно долго, чтобы позволить одному или более компонентов перейти в твердый раствор, а затем достаточно быстрое охлаждение, чтобы эти компоненты остались в растворе;

(g). **снятие напряжения** – однообразное нагревание структуры или ее части до соответствующей температуры, чтобы снять большую часть остаточного напряжения, после чего достаточно медленное однообразное охлаждение, чтобы минимизировать возникновение новых остаточных напряжений;

(h). **закалка с последующим отпускком** – повторное нагревание затвердевшего металла до температуры ниже интервала превращения, чтобы улучшить вязкость;

(i). **интервал превращения** – температурный диапазон, в котором начинается и заканчивается фазовое превращение;

(j). **температура превращения** – температура, при которой происходит фазовое превращение;

Условия эксплуатации с обрабатываемой средой под высоким давлением – смотрите *условие эксплуатации по обрабатываемой среде*;

индикация, линейная – в исследовании магнитными частицами, исследовании проникающей жидкостью или похожих исследованиях, замкнутая площадь поверхности, демонстрирующая неоднородность, требующую оценки, чей наибольший размер, по крайней мере, в три раза больше ширины индикации;

индикация, округлая – в исследовании магнитными частицами, исследовании проникающей жидкостью или похожих исследованиях, замкнутая площадь поверхности, демонстрирующая неоднородность, требующую оценки, чей наибольший размер не более, чем в три раза больше ширины индикации;

контроль во время производства – смотрите параграф 344.7;

осмотр, инспектор – смотрите параграф 340;

дизайн соединения – геометрия соединения вместе с требуемыми размерами сварного соединения;

включенный в список – в целях данного Сборника, описывает материал или компонент, который удовлетворяет какому-либо техническому требованию, указанному в Приложении А, Приложении В или Приложении К, или какому-либо стандарту, указанному в Таблице 326.1, А326.1 или К326.1.;

ручная сварка – сварочная операция, выполняемая и контролируемая полностью вручную;

может – термин, который указывает, что следовать положению, не обязательное к исполнению или не запрещенное;

механическое соединение – соединение с целью увеличению механической прочности или уменьшению утечек или и для того, и для другого, в котором механическая прочность достигается за счет резьбовых, желобчатых, раскатанных, развальцованных или фланцевых трубных торцов; или с помощью болтов, шпилек, тумблером или колец; а уменьшение утечек достигается за счет резьбы

и заливочной смеси, прокладок, раскатанных торцов, законопачивания или подгонки поверхностей;

соединение в ус – два или больше прямых сегментов трубы, подогнанных и соединенных в плоскости, делящей угол соединения так, чтобы образовалась смена направления;

номинальный – численная идентификация размера, мощности, показателя или другой характеристики, используемой как обозначение (маркировка), а не как точное измерение;

NPS – номинальный размер трубы (за которым следует, когда необходимо, особый идентификационный номер размера без символа дюйма);

Нормальное условие эксплуатации по обрабатываемой среде – смотрите *условие эксплуатации по обрабатываемой среде*;

нормализация – смотрите *термическая обработка*

чувствительный к надрезу – описывает металл, подверженный уменьшению прочности в присутствии концентрации напряжения. Степень чувствительности к надрезу обычно выражается через прочность, определенную в надрезанном образчике, деленную на прочность, определенную в ненадрезанном образчике, и она может быть получена в результате статических или динамических испытаний;

газопламенная резка (ОАС) – процесс газовой резки, который использует дугу между рабочей деталью и плавким электродом, через который кислород подается на рабочую деталь. Для металлов, устойчивых к окислению, химический флюс или металлический порошок используется, чтобы облегчить реакцию;

кислородная резка (ОС) – группа процессов термической резки, которая снимает или удаляет металл посредством химической реакции между кислородом и базовым металлом при повышенной температуре. Необходимая температура поддерживается за счет тепла от дуги, кислородного пламени или другого источника;

кислородная строжка – термическая строжка, которая использует один из вариантов процесса кислородной резки, чтобы сформировать фаску или желобок;

компактное оборудование – блок из отдельных частей или ступеней оборудования, укомплектованный соединительными трубами и присоединениями для внешней трубопроводной системы. Блок может быть установлен на платформу или другую структуру перед отгрузкой;

нефтеперерабатывающий завод – промышленный завод для переработки или обработки нефти и продуктов, получаемых напрямую из нефти. Такой завод может быть отдельным заводом по производству газа, очистной установкой, газоперерабатывающим заводом (включая сжижение) или комплексным нефтеперерабатывающим заводом, имеющим разнообразные перерабатывающие установки и вспомогательные мощности;

труба – герметический цилиндр, используемый для транспортировки среды или для передачи давления среды, изначально названный **труба** в примечаниях технических требованиях к материалам. Материалы

названные как *трубка* в технических требованиях, рассматриваются как *труба*, когда предназначены для использования под давлением. Типы трубы, в соответствии с методом производства, определяются следующим образом:

(a). *труба, сваренная электросваркой с сопротивлением* - труба, изготовленная в виде отдельных изделий или в виде непрерывного изделия из бухтованной полосовой заготовки и затем нарезанного на отдельные изделия, имеющая продольный стыковой сварной шов, в котором коалесценция(соединение) произведена теплом, полученным от сопротивления трубы потоку электрического тока в цепи, частью которой является труба, и применением давления;

(b). *труба, сваренная стыковым сварным швом в печи, непрерывная сварка* - труба, изготовленная в виде непрерывного изделия из бухтованной полосовой заготовки и затем нарезанная на отдельные изделия, имеющая продольное стыковое соединение, полученное кузнечной сваркой с использованием механического давления, развитого при прохождении горяче-формованной и борто-нагретой полосовой заготовки через ряд сварочных роликов, выполняющих круглые валики;

(c). *труба, сваренная электрической сваркой плавлением* - труба, имеющая продольное стыковое соединение, в котором коалесценция(соединение) достигается в предварительно формованной трубке с помощью ручной или автоматической электродуговой сварки. Сварной шов может быть одношовным (сваренным с одной стороны) или двухшовным (сваренным внутри и снаружи) и может быть сделан с добавлением или без добавления присадочного металла;

(d). *труба, сваренная дуговой двухшовной сваркой под флюсом* - труба, имеющая продольное стыковое соединение, выполненное за по крайней мере два прохода, один из которых производится внутри трубы. Коалесценция (соединение) производится нагреванием с помощью электрической дуги или дуг между голым металлическим электродом или электродами и рабочей деталью. Сварка экранируется одеялом из гранулированного плавкого материала на рабочей детали. Давление не используется, а присадочный металл для внутреннего и наружного сварных швов получается из электрода или электродов;

(e). *бесшовная труба* - труба, произведенная прошивкой биллета, за которой последовала прокатка или волочение или и то, и другое;

(f). *спирально сваренная труба* - труба, имеющая спиралеобразный шов с либо стыковым, либо внахлестку, либо замочным соединением, которая сваривается с использованием сварочного процесса либо с сопротивлением, либо плавлением, либо двухшовной дуговой сваркой под флюсом.;

элементы опоры трубопроводной системы - элементы опоры трубопроводной системы состоят из арматуры и конструкционных креплений, определяемых следующим образом:

(a). *арматура* - арматура включает в себя элементы, которые передают нагрузку с трубы или конструкционных креплений на несущую конструкцию или оборудование. Они включают в себя арматуру подвесного типа, такую как подвески, пружинные подвески, диагональная поперечная связь, противовесы, талрепы, распорки, цепи, направляющие и якоря; и арматуру несущего типа, такую как седла, базы, ролики, консоли и скользящие опоры

(b). *конструкционные крепления* - конструкционные крепления включают в себя элементы, которые привариваются, крепятся болтами или зажимаются на трубе,

такие как зажимы, ушки, кольца, скобы, хомуты, карабины, стропы и юбки;

трубопроводная система - блоки трубопроводных компонентов, используемые для переноса, распределения, смешивания, разделения, разгрузки, замера, контролирования или перекрытия потоков среды. Трубопроводная система также включает элементы опоры трубопроводной системы, такие как строительные рамы, рамные устои, фундаменты или любое оборудование, которые исключены из этого Сборника правил (смотрите параграф 300.1.3);

трубопроводные компоненты - механические элементы, пригодные для соединения или сборки в герметические трубопроводные системы, содержащие среду. Компоненты включают в себя трубу, трубки, фитинги, фланцы, прокладки, болтовое крепление, клапаны и такие устройства, как трубные компенсаторы, гибкие сочленения, напорные шланги, ловушки, фильтры грубой очистки, встроенные части контрольно-измерительных приборов и сепараторы;

элемент трубопроводной системы - любой материал или работа, требуемые для планирования и установки трубопроводной системы. Элементы трубопроводной системы включают в себя проектные спецификации, материалы, компоненты, опоры, изготовление, исследование, осмотр и испытание;

трубопроводная установка - спроектированные трубопроводные системы, к которым применяются избранные Издания Сборника и дополнения;

трубопроводная система - взаимосвязанный трубопровод, подвергаемый одному и тому же набору или наборам расчетных условий;

плазменная дуговая резка (РАС) - процесс дуговой резки, который использует сжатую дугу и снимает расплавленный металл с высокоскоростной струей ионизированного газа, выходящей из ограничительного сопла;

предварительный нагрев - применение тепла к базовому металлу непосредственно до или во время формовки, сварки или резки. Смотрите параграф 330;

послесварочная термическая обработка - смотрите *термическая обработка*;

отчет по квалификации процедуры (PQR) - документ, перечисляющий все уместные данные, включая использованные существенные параметры и результаты испытаний, использованные при квалификации процедуры;

промышленная установка - площадь, чьи границы обозначены инженерным проектом, в пределах которых проводятся реакции, разложения и другие процессы. Примерами установок, которые не классифицируются как промышленные установки, являются погрузочные площадки или терминалы, нефтебазы, цементные базы и резервуарные парки, и складские дворы;

закалка с быстрым охлаждением - смотрите *термическая обработка в растворе* в статье *термическая обработка*;

быстрое охлаждение - смотрите *термическая обработка*

усиление – смотрите параграф 304.3 и A304.3. Смотрите также *усиление сварного шва*;

корневое расстояние – расстояние между элементами, которые должны быть соединены, в корне соединения;

меры предосторожности – принятие защитных мер типов, указанных в Приложении G, когда это считается необходимым. Смотрите Приложение G, в котором это обсуждается подробней;

герметический связующий материал – связующий материал, предназначенный в первую очередь для того, чтобы обеспечить герметичность соединения против утечек в неметаллической трубопроводной системе;

герметизирующий сварной шов – сварной шов, предназначенный в первую очередь для того, чтобы обеспечить герметичность соединения против утечек в металлической трубопроводной системе;

полуавтоматическая дуговая сварка – дуговая сварка с оборудованием, которое контролирует только подачу присадочного металла. Продвижение сварки контролируется вручную;

жесткие циклические условия – условия, применяющиеся к особым трубопроводным компонентам или соединениям, в которых S_E , рассчитанное в соответствии с параграфом 319.4.4, превышает $0.8S_A$ (как определено в параграфе 302.3.5), а эквивалентное количество циклов (N в параграфе 302.3.5) превышает 7000; или другие условия, которые, по мнению проектировщика, произведут эквивалентный эффект;

должен – термин, который указывает, что положение является требованием Сборника правил;

экранированная дуговая сварка с металлическим электродом (SMAW) – процесс дуговой сварки, который производит коалесценцию(соединение) металлов нагреванием их с помощью дуги между обмазанным металлическим электродом и рабочей деталью. Экранирование получается за счет разложения обмазки электрода. Давление не используется, и присадочный металл получается из электрода;

следует – термин, который указывает, что положение рекомендуется как хорошая практика, но не является требованием Сборника.

размер сварного шва:

(a). **угловой сварной шов:** длины катетов (длина катета для равнобедренного треугольника) сторон углового сварного шва, прилегающие к сваренным элементам, наибольшего сечения сварного шва. Для сварных швов между перпендикулярными элементами, применяются определения на рисунке 328.5.2A;

Замечание: Когда угол между элементами превышает 105 градусов, размер имеет меньшее значение, чем эффективный полезный вылет сварного шва (смотрите также *полезный вылет углового сварного шва*).

(b). **стыковой сварной шов:** проплавление соединения (глубина фаски плюс корневое проплавление, когда указано). Размер стыкового сварного шва и его эффективный полезный вылет – одно и то же;

шлаковая инклюзия – неметаллический твердый материал, заключенный в металл сварного шва или между металлом сварного шва и базовым металлом;

пайка мягким припоем – процесс соединения металлов, в котором коалесценция(соединение) достигается за счет нагревания до соответствующей температуры и использования цветного сплава, плавкого при температурах ниже 427°C (800°F) и имеющего температуру плавления ниже, чем температура плавления соединяемых базовых металлов. Присадочный металл распространяется между плотно подогнанными поверхностями соединения с помощью капиллярного притяжения. В общем, мягкие припои – это свинцово-оловянные сплавы и могут содержать сурьму, висмут и другие элементы;

термическая обработка в растворе – смотрите *термическая обработка*;

коэффициент напряжения – смотрите Рисунок 323.2.2B;

сброс напряжения – смотрите *термическая обработка*;

часто используемые термины из области напряжения:

(a). **базовое допустимое напряжение** – этот термин, символическое обозначение S , представляет собой значение напряжения для любого материала, определенное по соответствующему базису напряжения в параграфе 302.3.2;

(b). **расчетное напряжение болта** – этот термин представляет собой расчетное напряжение, используемое для определения требуемой площади поперечного сечения болта в болтовом соединении;

(c). **гидростатический расчетный базис** – избранные свойства материалов пластиковых трубопроводов, которые должны использоваться в соответствии с ASTM D 2837 или ASTM D 2992, чтобы определить HDS (смотрите (d) ниже) для этого материала;

(d). **гидростатического расчетное напряжение (HDS)** – максимальное непрерывное напряжение, вызванного внутренним давлением, которое должно использоваться для проектирования пластиковой трубопроводной системы, определяемое по гидростатическому расчетному базису с использованием эксплуатационного (расчетного) коэффициента;

дуговая сварка под флюсом (SAW) – процесс дуговой сварки, который производит коалесценцию(соединение) металлов нагреванием их с помощью дуги или дуг между голым металлическим сварочным электродом или электродами и рабочей деталью. Дуга экранируется одеялом из гранулированного, плавкого материала на рабочей детали. Давление не используется и присадочный металл получается из электрода и иногда из вспомогательного источника (сварочный пруток, флюс или металлические гранулы);

прихваточный сварной шов – сварной шов, сделанный, чтобы удерживать детали сварного соединения в нужном положении до тех пор, пока не будут сделаны окончательные сварные швы;

закалка с последующим отпуском – смотрите *термическая обработка*;

термопластик – пластик, который способен многократно размягчаться с увеличением температуры и затвердевать с уменьшением температуры;

терморективная смола – смола, способная превращать в существенно неплавкий или нерастворимый продукт, когда

затвердевает при комнатной температуре или при применении тепла или химических средств;

полезный вылет углового сварного шва:

(a). **теоретический полезный вылет:** перпендикулярное расстояние от гипотенузы самого большого прямоугольного треугольника, который может быть выписан в поперечное сечение сварного шва, до корня соединения;

(b). **действительный полезный вылет:** кратчайшее расстояние от корня углового сварного шва до его лицевой поверхности;

(c). **эффективный полезный вылет:** минимальное расстояние за вычетом любого усиления (выпуклости) между корнем сварного шва и лицевой поверхностью сварного шва;

кромка лицевой поверхности сварного шва – соединение между лицевой поверхностью сварного шва и базовым материалом;

трубка – смотрите *труба*;

вольфрамовый электрод – электрод неприсадочного металла, используемый в дуговой сварке или резке, сделанный в основном из вольфрама;

несбалансированная трубопроводная система – смотрите параграф 319.2.2(b);

поднутрение – канавка, вплавленная в базовый материал рядом с кромкой лицевой поверхности или корнем сварного шва и оставленная незаполненной металлом сварного шва;

визуальное исследование – смотрите параграф 344.2.1;

сварной шов – локализованная коалесценция (соединение) материала, в которой коалесценция производится за счет либо нагревания до нужной температуры, с использованием или без использования давления или только с помощью

давление, и с использованием или без использования присадочного материала;

усиление сварного шва – материал сварного шва сверх указанного размера сварного шва;

сварщик – тот, кто выполняет ручную или полуавтоматическую сварку. (Этот термин иногда ошибочно используют, чтобы описать сварочный автомат);

оператор сварочного автомата – тот, кто управляет оборудованием автоматной или автоматической сварки;

сварочная процедура – подробно описанные методы и практики, используемые для производства сварного соединения;

технические требования к сварочной процедуре (WPS) – документ, который перечисляет параметры, которые должны использоваться для производства сварных соединений в соответствии с требованиями этого Сборника;

сварное соединение (изделие) – блок, чьи составные части соединены с помощью сварки.

300.3. Условные обозначения.

Символы размеров и математические символы, использованные в этом Сборнике, приведены в Приложении J, с описанием и ссылками для каждого. Прописные и заглавные английские буквы перечислены в алфавитном порядке, за ними следуют греческие буквы.

300.4. Статус приложений.

Таблица 300.4 указывает для каждого Приложения к этому Сборнику, содержит ли он требования, руководства или вспомогательную информацию Сборника. Смотрите первую страницу каждого Приложения.

ТАБЛИЦА 300.4.
СТАТУС ПРИЛОЖЕНИЙ В B31.3.

Приложение	Заголовок	Статус
A	Допустимые напряжения и коэффициенты качества для материалов металлических трубопроводов и болтовых креплений	Требования
B	Таблицы напряжений и таблицы допустимого давления для неметаллов	Требования
C	Физические свойства материалов трубопроводных систем	Требования (1)
D	Коэффициенты гибкости и усиления напряжения	Требования (1)
E	Ссылочные стандарты	Требования
F	Превентивные меры	Руководство (2)
G	Меры безопасности	Руководство (2)
H	Пример расчета усиления патрубка	Руководство
J	Условные обозначения	Информация
K	Допустимые напряжения для трубопроводов высокого давления	Требования (3)
L	Трубные фланцы из алюминиевого сплава	Спецификация (5)
M	Руководство по классификации условий эксплуатации с жидкостями	Руководство (2)
Q	Программа системы качества	Руководство (2)
V	Допустимые вариации в высокотемпературных условиях эксплуатации	Руководство (2)
X	Раструбные соединения металлических сильфонов	Требования
Z	Подготовка технических запросов	Требования (4)

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1) Содержит требования по умолчанию, должно использоваться только если нет более непосредственно применимых данных.
- (2) Не содержит требований, но пользователь Сборника несет ответственность за принятие к сведению применимых положений.
- (3) Содержит требования, применимые только когда указано использование Главы IX.
- (4) Содержит административные требования.
- (5) Содержит номинальные характеристики по давлению-температуре, материалы, размеры и маркировку для кованных фланцев из алюминиевых сплавов.

ГЛАВА II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ.

Часть 1. УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.

301. Условие проектирования.

Параграф 301 устанавливает квалификационные требования для проектировщика, определяет температуру, давления и силы, применимые к проектированию трубопроводной системы и указывает аспекты, которые должны быть учтены в отношении различных эффектов и нагрузок, вызванных ими. Смотрите также Приложение F, параграф F301.

301.1. Квалификационные требования к проектировщику.

Проектировщик является человеком (группой людей), ответственным за инженерное проектирование трубопроводной системы, и должен иметь опыт использования данного Сборника правил.

Требуемые квалификации и опыт проектировщика будут зависеть от сложности и критичности системы и природы индивидуального опыта работы. Одобрение со стороны владельца требуется, если проектировщик не может удовлетворить, по крайней мере, одному из нижеследующих критериев:

- (a). Наличие степени в области инжиниринга, требующей четырех или пяти лет очной учебы, плюс минимум пятилетний опыт проектирования похожих трубопроводных систем, работающих под давлением.
- (b). Профессиональная регистрация, признаваемая местными властями, и опыт проектирования похожих трубопроводных систем, работающих под давлением.
- (c). Наличие степени помощника инженера-проектировщика, требующей по крайней мере 2 лет очной учебы, плюс минимум 10 лет опыта проектирования похожих трубопроводных систем, работающих под давлением.
- (d). Пятнадцать лет опыта проектирования похожих трубопроводных систем, работающих под давлением. Опыт проектирования похожих трубопроводных систем, работающих под давлением, засчитывается, если он включает в себя опыт проектирования трубопроводов, который включает проектные расчеты по давлению, длительным и временным нагрузкам и гибкости трубопроводов.

301.2. Расчетное давление.

301.2.1. Общие положения.

- (a). Расчетное давление каждого компонента в трубопроводной системе должно быть не меньше, чем

давление при наиболее тяжелой одновременной комбинации внутреннего или внешнего давления и температуры (минимальной или максимальной), ожидаемой во время эксплуатации, за исключением случаев, предусмотренных параграфом 302.2.4.

(b). Наиболее тяжелая комбинация условий – это та, которая приводит к наибольшей требуемой минимальной толщине компонентов и наибольшему номинальному показателю компонента.

(c). Когда для трубопроводной системы существует более одного набора условий по давлению-температуре, условия, определяющие номинальные показатели компонентов, соответствующих перечисленным стандартам, могут отличаться от условий, определяющих номинальные показатели для компонентов, спроектированных в соответствии с параграфом 304.

(d). Когда труба разделяется на отдельные камеры, содержащие давление (включая трубопроводы, закрытые кожухом, слепые патрубки и так далее), разделительная перегородка должна проектироваться на базе наиболее неблагоприятной комбинации температуры (максимальной или минимальной) и перепада давления между прилегающими камерами, ожидаемой во время эксплуатации, за исключением случаев, указанных в параграфе 302.2.4.

301.2.2. Требуемое сохранение или спуск давления.

(a). Следует предусмотреть меры по безопасному сохранению или спуску любого давления (смотрите параграф 322.6.3), действию которого может быть подвергнута трубопроводная система. Трубопроводная система, не защищенная устройством спуска давления, или трубопроводная система, которая может быть изолирована от устройства спуска давления, должна проектироваться на, по крайней мере, наибольшее давление, которое может развиться,

(b). Источники давления, которые должны быть учтены, включают в себя влияние окружающей среды, колебания давления и экстремальные пики давления, неправильную эксплуатацию, разложение нестабильных сред, статический напор и аварии контролирующих устройств.

(c). Допуски, указанные в параграфе 302.2.4(f), допускаются, при условии, что другие требования параграфа 302.2.4 также удовлетворены.

301.3. Расчетная температура.

Расчетная температура каждого компонента в трубопроводной системе это температура, при которой (при одновременном воздействии давления) в соответствии с параграфом 301.2 требуется наибольшая толщина или наибольший номинальный показатель компонента. (Чтобы удовлетворить требованиям параграфа 301.2,

различные компоненты одной и той же трубопроводной системы могут иметь различные расчетные температуры.)

При определении расчетных температур, необходимо учесть, по крайней мере, температуры технологической среды, температуры окружающей среды, солнечное излучение, температуры нагревательной или охлаждающей среды и применимые положения параграфов 301.3.2, 301.3.3 и 301.3.4.

301.3.1. Расчетная минимальная температура. Расчетная минимальная температура – это наименьшая температура компонента, ожидаемая во время эксплуатации. Эта температура может устанавливать особые требования к проектированию и особые требования к квалификации материалов. Смотрите также параграфы 301.4.4. и 323.2.2.

301.3.2. Неизолированные компоненты.

(a). Для температур технологической среды ниже 65°C (150°F), температура компонента должна приниматься равной температуре технологической среды, если только солнечное излучение или другие эффекты не приведут к более высокой температуре.

(b). Для температур технологической среды 65°C (150°F) и выше, температура для неизолированных компонентов должна быть не меньше следующих величин, если только более низкая средняя температура стенки не определена с помощью испытания или по расчету теплопередачи:

- 1). клапаны, трубы, перекрывающиеся торцы, сварные фитинги и другие компоненты, имеющие толщину стенки, сравнимую с толщиной стенки трубы: 95% от температура технологической среды;
- (2). фланцы (за исключением соединения внахлестку), включая фланцы на фитингах и клапанах: 90% от температуры технологической среды;
- (3). фланцы соединений внахлестку: 85% от температуры технологической среды;
- (4) болтовое крепление: 80% от температуры технологической среды;

301.3.3. Трубы с внешней изоляцией. Расчетная температура компонента должна быть равна температуре технологической среды, если только расчеты, испытания или опыт эксплуатации, основанный на измерениях, не будут рекомендовать использование другой температуры. Когда трубопроводная система нагревается или охлаждается с помощью кожуха, этот эффект должен быть учтен при определении расчетной температуры компонента.

301.3.4. Трубопроводные системы с внутренней изоляцией. Расчетная температура компонента должна основываться на расчетах теплопередачи или испытаниях..

301.4. Влияние окружающей среды.

Смотрите Приложение F, параграф F301.4.

301.4.1. Охлаждение: влияние на давление. Охлаждение газа или пара в трубопроводной системе может снизить давление достаточно для того, чтобы создать внутренний вакуум. В таком случае, трубопроводная система должна быть способной выдерживать внешнее давление при более низкой температуре, или следует предусмотреть меры по нарушению вакуума.

301.4.2. Влияние расширения технологической среды. В проекте следует предусмотреть меры, необходимые для того, чтобы выдерживать или спускать давление, увеличившееся в результате нагревания статической технологической среды в компоненте трубопроводной системы. Смотрите также параграф 322.6.3(b)(2).

301.4.3. Атмосферное обледенение. Когда минимальная расчетная температура трубопроводной системы ниже 0°C (32°F), следует учесть возможность конденсации влаги и образования льда, и в проекте необходимо предусмотреть меры, необходимые для того, чтобы избежать функциональные сбои, вызываемые этими явлениями. Это применяется к поверхностям движущихся деталей запорных клапанов, распределительных клапанов, устройств сброса давления, включая выпускные трубы и другие компоненты.

301.4.4. Низкая температура окружающей среды. Следует учесть условия по низкой температуре окружающей среды во время анализа смещений, вызванных напряжениями.

301.5. Динамические эффекты.

Смотрите Приложение F, параграф F301.5.

301.5.1. Удар. Ударные силы, вызванные внешними или внутренними условиями (включая изменения скорости расхода, гидравлический удар, водяную пробку или твердую пробку, испарение и резкий перегрев и отброс жидкости от стенки трубы) должны приниматься в расчет при проектировании трубопроводной системы.

301.5.2. Ветер. Влияние ветровых нагрузок должно учитываться при проектировании трубопроводных систем, подверженных влиянию ветра. Метод анализа может таким, как описано в ASCE 7 "Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других конструкций" или "Единообразном строительном кодексе"

301.5.3. Землетрясение. Трубопроводная система должна проектироваться для горизонтальных сил, вызванных землетрясением. Метод анализа может таким, как описано в ASCE 7 "Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других конструкций" или "Единообразном строительном кодексе".

301.5.4. Вибрация. Трубопроводная система должна проектироваться, устраиваться и поддерживаться так, чтобы исключить избыточные и вредные эффекты вибрации, которые могут возникнуть от таких источников, как удар, пульсация давления, турбулентные вихри потока, резонансы в компрессорах и ветер.

301.5.5. Реакции нагнетания. Трубопроводная система должна проектироваться, устраиваться и поддерживаться опорами так, чтобы выдерживать реактивные силы, вызванные выпуском или нагнетанием технологических сред.

301.6. Весовые эффекты.

Следующие весовые эффекты, вместе с нагрузками и силами, вызванными другими источниками, должны приниматься во внимание при проектировании трубопроводной системы.

301.6.1. Подвижные нагрузки. Эти нагрузки включают вес транспортируемой среды или среды, используемой для испытания. Снежные и ледовые нагрузки, вызванные как условиями окружающей среды, так и условиями эксплуатации, также должны быть учтены.

301.6.2. Постоянные нагрузки. Эти нагрузки состоят из веса компонентов трубопроводной системы, изоляции и других налагаемых постоянных нагрузках, выдерживаемых трубопроводной системой.

301.7. Эффекты термического расширения и сжатия.

Следующие термические эффекты, вместе с нагрузками и силами, вызванными другими источниками, должны учитываться при проектировании трубопроводной системы. Смотрите также Приложение F, параграф F301.7.

301.7.1. Термические нагрузки, вызванные фиксаторами. Эти нагрузки состоят из осевого давления и моментов, которые возникают, когда свободному термическому расширению и сжатию трубопроводной системы мешают фиксаторы или якоря.

301.7.2. Нагрузки, вызванные температурными градиентами. Эти нагрузки возникают из-за напряжений в стенках трубы, возникающих в результате больших и быстрых температурных изменений или неравномерного распределения температуры, которое может возникнуть в результате прохождения большого теплового потока через относительно толстую трубу или расслоенного режима двухфазного потока, приводящего к изгибанию линии.

301.7.3. Нагрузки, вызванные разницей в характеристиках расширения. Эти нагрузки возникают из-за разницы в термическом расширении, когда соединяются материалы с различными коэффициентами термического расширения, как это происходит в биметаллическом, облицованном, обшитом кожухом или металлически-нематаллическом трубопроводе.

301.8. Эффекты смещения опоры, якоря или терминала.

Эффекты смещения опоры, якоря трубопроводной системы и присоединенного оборудования должны учитываться при проектировании трубопроводной системы. Эти смещения могут происходить из-за гибкости и/или термического расширения оборудования, опор или якорей; а также из-за усадки, приливных движений или раскачивания на ветру.

301.9. Эффекты пониженной эластичности.

Вредоносные эффекты пониженной эластичности должны приниматься во внимание при проектировании трубопроводной системы. Эти эффекты могут возникать, например, в результате сварки, термической обработки, формовки, гибки или низких эксплуатационных температур, включая замораживающий эффект неожиданной потери давления в высоко летучих средах. Должны учитываться низкие температуры окружающей среды, ожидаемые во время эксплуатации.

301.10. Циклические эффекты.

Усталость в результате циклических нагрузок давления, циклических термических нагрузок или других циклических нагрузок должны учитываться при проектировании трубопроводной системы. Смотрите Приложение F, параграф F301.10

301.11. Эффекты конденсации воздуха.

При эксплуатационных температурах ниже -191°C (-312°F) в воздухе окружающей среды происходит конденсация и поддувание. Они должны учитываться при выборе материалов, включая изоляцию, и должна быть обеспечена надежная защита и/или их удаление.

302. ПРОЕКТНЫЕ КРИТЕРИИ.

302.1. Общие положения.

Параграф 302 устанавливает номинальные характеристики по давлению-температуре, критерии по напряжениям, проектные допуски и минимальные расчетные величины вместе с допустимыми вариациями этих факторов при их применении к проектированию трубопроводной системы.

302.2. Проектные критерии по давлению-температуре

302.2.1. Компоненты, включенные в список, имеющие установленные номинальные показатели. За исключением случаев, когда в тексте данного Сборника предусмотрены ограничения, номинальные показатели по давлению-температуре, содержащиеся в стандартах для трубопроводных компонентов, перечисленных в Таблице 326.1, приемлемы для расчетных давлений и расчетных температур в соответствии с данным Сборником. Положения этого Сборника могут использоваться (под ответственность владельца), чтобы расширить номинальные показатели по давлению-температуре какого-либо компонента сверх номинальных показателей, указанных в стандарте, приведенном в Таблице.

302.2.2. Компоненты, включенные в список, не имеющие особых номинальных показателей. Некоторые из стандартов для компонентов в Таблице 326.1 (например ASME B169, B16.11 и B16.28) указывают, что номинальные показатели по давлению-температуре основываются на прямой бесшовной трубе. За исключением случаев, когда в тексте данного Сборника или в стандарта предусмотрены ограничения, такой компонент, сделанный из материала, имеющего такое же допустимое напряжение, что и труба, должен получать номинальный показатель при использовании не более чем 87.5% от номинальной толщины бесшовной трубы, соответствующей регламенту, весу или классу давление фитинга, минус все допуски, применяемые к трубе (например, допуск по глубине резьбы и/или допуск на коррозию).

302.2.3. Компоненты, не включенные в список.

(а). Компоненты, не указанные в Таблице 326.1, но которые отвечают требованиям опубликованного Технического требования или стандарта, могут использоваться в пределах следующих ограничений:

(1). Проектировщик должен быть удостовериться, что состав, механические свойства, метод изготовления

и контроль качества сравнимы с соответствующими характеристиками компонентов, включенных в список.

(2). Проектирование по давлению должно быть проверено в соответствии с параграфом 304.

(b). Другие компоненты, не включенные в список, должны быть квалифицированы для проектирования по давлению в соответствии с параграфом 304.7.2.

302.2.4. Допуски на вариации давления и температуры. Кратковременные вариации давления и/или температуры могут возникать в трубопроводной системе. Такие вариации должны учитываться при выборе расчетного давления (смотрите параграф 301.2) и расчетной температуры (смотрите параграф 301.3). Наиболее тяжелая одновременная комбинация давления и температуры должна определять проектные условия, если только не удовлетворены все нижеследующие критерии:

(a). Трубопроводная система не должна иметь компонентов, содержащих давление, сделанных из литого чугуна или другого нековкого металла

(b). Номинальные напряжения давления не должны превышать предел текучести при температуре (смотрите параграф 302.3 этого Сборника и данные S_y в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел II, Часть D, Таблица Y-1).

(c). Суммарные продольные напряжения не должны превышать пределов, установленных в параграфе 302.3.6.

(d). Общее количество вариаций давления-температуры сверх проектных условий не должно превышать 1000 во время срока службы трубопроводной системы.

(e). Ни в коем случае увеличенное давление не должно превышать испытательное давление, использованное в параграфе 345 для трубопроводной системы.

(f). Кратковременные вариации сверх проектных условий должны оставаться в пределах одного из нижеследующих ограничений для проектирования по давлению:

(1). При условии одобрения со стороны владельца, допускается превышать номинальный показатель по давлению или допустимое напряжение для проектирования по давлению при температуре повышенного давления на не более чем:

(a). 33% для не более чем 10 часов за раз и не больше 100 часов/год, или

(b). 20% для не более чем 50 часов за раз и не более чем 500 часов/год.

Проектировщик должен определить, что эффекты таких вариаций не будут представлять опасности в течение срока эксплуатации трубопроводной системы, с помощью методов, приемлемых для владельца. (Смотрите Приложение V).

(g). Суммарное влияние продолжительных и циклических вариаций на пригодность к эксплуатации всех компонентов в системе должно быть оценено.

(h). Температурные вариации ниже минимальной температуры, показанной в Приложении A, не допускаются, если только требования параграфа 323.2.2 не соблюдены для наименьшей температуры во время вариации.

(i) Применение давлений, превышающих номинальные показатели по давлению-температуре клапанов, могут при некоторых условиях привести к потере герметичности седел или затрудненной эксплуатации. Перепад давления на запорном элементе клапана не должен превышать максимального перепада давления, установленного производителем клапана. Такие случаи

применения давления относятся на ответственность владельца.

302.2.5. Номинальные показатели на стыке различных блоков. Когда два блока, которые работают при различных условиях по давлению-температуре, соединяются вместе, клапан, разделяющий эти два блока, должен иметь номинальные показатели по более тяжелому условию по давлению-температуре. Если клапан будет работать при другой температуре в результате его удаленности от коллектора или оборудования, этот клапан (и любые сопряженные фланцы) может выбираться исходя из этой температуры, при условии что он может пройти требуемые испытания давлением на каждой стороне клапана, тем не менее, для трубопроводов с обеих сторон от клапана каждая система должна проектироваться на условия эксплуатации того блока, к которому она присоединяется.

302.3. Допустимые напряжения и другие ограничения по напряжениям.

302.3.1. Общие положения. Допустимые напряжения, определенные в параграфах 302.3.1(a), (b) и (c), должны использоваться в проектных расчетах, если только другие положения Сборника не требуют иного.

(a). *Натяжение.* Базовые допустимые напряжения S в натяжении для металлов и расчетное напряжение S для материалов болтового крепления, указанные в Таблицах A-1 и A-2 соответственно, определяются в соответствии с параграфом 302.3.2.

В уравнения в данном Сборнике правил, там, где появляется произведение SE , значение S умножается на один из следующих коэффициентов качества¹:

(1). коэффициент качества литья E_C как определено в параграфе 302.3.3 и сведено в таблицу для различных технических требований к материалам в Таблице A-1A и для различных уровней вспомогательного исследования в Таблице 302.3.3C, или

(2). коэффициент продольного сварного соединения E_j как определено в параграфе 302.3.4 и сведено в таблицу для различных технических требований к материалам

¹ Если компонент сделан из литых деталей, соединенных продольными сварными швами, должны применяться коэффициенты качества и литой части и сварного соединения. Эквивалентный коэффициент качества E является произведением E_C , Таблица A-1A, и E_j , Таблица A-1B

и класса в Таблице A-1B и для различных типов соединений и вспомогательных исследований в Таблице 302.3.4.

Значения напряжения в Таблицах A-1 и A-2 сгруппированы по материалам и формам изделия и предназначены для заявленных температур вплоть до предельных температур, указанных в параграфе 323.2.1(a). Интерполяция для прямой трубы в интервалах между температурами допускается. Намеченная температура является расчетной температурой (смотрите параграф 301.3)

(b). *Сдвиг и смятие.* Допустимые напряжения при сдвиге должны быть равны 0.80 базового допустимого напряжения в натяжении, сведенном в Таблицу A-1 или A-2. Допустимые напряжения в смятии должны быть равны 1.60 этой величины.

(c). *Сжатие.* Допустимые напряжения в сжатии должны быть не больше, чем базовые допустимые напряжения в натяжении, сведенные в Таблицу в Приложении A. Следует учитывать устойчивость конструкции.

302.3.2. Базис для расчетных напряжений². Базис для установления расчетных значений напряжения для материалов болтовых креплений и значениях допустимых напряжений для других металлических материалов в этом Сборнике состоит из следующего:

(a). *Материалы болтовых креплений.* Значения расчетного напряжения при температуре для материалов болтового крепления не должны превышать наименьшего из следующего:

- (1). за исключением случаев, указанных в пункте (3) ниже, наименьшей величины из двух следующих: одной четвертой части прочности на разрыв при комнатной температуре (S_T) и одной четвертой части прочности на разрыв при температуре;
- (2). за исключением случаев, указанных в пункте (3) ниже, наименьшей величины из двух следующих: двух третьих указанного минимального предела текучести при комнатной температуре (S_Y) и двух третьих указанного минимального предела текучести при температуре;
- (3). при температурах ниже диапазона ползучести, для материалов болтовых креплений, чья прочность была усилена с помощью термической обработки или деформационного упрочнения, наименьшей величины из двух следующих: одной пятой S_T и одной четвертой S_Y (если только эти значения не являются меньшими, чем

соответствующие значения для закаленного материала, в случае чего должны использоваться значения закаленного материала);

(4). две третьих предела текучести (смотрите параграф 302.3.2(f));

(5). 100% среднего напряжения для скорости текучести 0.01% на 1000 часов;

(6). 67% среднего напряжения для разрыва в конце 100000-часового периода;

(7). 80% минимального напряжения для разрыва в конце 100000-часового периода.

(b). *Литой чугун.* Базовые значения допустимого напряжения при температуре для литого чугуна не должны превышать меньшей величины из нижеследующих:

(1). одна десятая часть от указанной минимальной прочности на разрыв при комнатной температуре;

(2). одна десятая часть от прочности на разрыв при температуре (смотрите параграф 302.3.2(f));

(c). *Ковкий чугун.* Базовые значения допустимого напряжения при температуре для ковкого чугуна не должны превышать наименьшей величины из нижеследующих:

(1). одна пятая часть от указанной минимальной прочности на разрыв при комнатной температуре;

(2). одной пятой части прочности на разрыв при температуре (смотрите параграф 302.3.2(f));

(d). *Другие материалы.* Базовые значения для допустимого напряжения при температуре для материалов, отличных от материалов болтовых креплений, литого чугуна и ковкого чугуна не должны превышать наименьшей величины из нижеследующих:

(1). наименьшая величина из следующих: одна третья часть от S_T и одна третья часть от прочности на разрыв при температуре;

(2). за исключением случаев, указанных в пункте (3) ниже, наименьшей величины из следующих: две третьих от S_Y и две третьих от предела текучести при температуре;

(3). для аустенитных нержавеющей сталей и никелевых сплавов, имеющих сходную деформативность, наименьшая величина из следующих: две третьих S_Y и 90% от предела текучести при температуре (смотрите (e) ниже);

(4). 100% среднего напряжения для скорости ползучести 0.01% на 1000 часов;

(5). 67% среднего напряжения для разрыва в конце 100000-часового периода;

(6). 80% среднего напряжения для разрыва в конце 100000-часового периода;

(7). для материалов конструкционного класса, базовое допустимое напряжение должно быть равно 0.92 от наименьшей величины, определенной в параграфах 302.3.2(d) (1)-96);

(8). при применении этих критериев, предел текучести при комнатной температуре считается равным $S_Y R_Y$, а прочность на разрыв при комнатной температуре считается равной $1.1 S_T R_T$;

(e). *Пределы применимости.* Применение значений напряжения, определенных в соответствии с параграфом 302.3.2(d)(3) не рекомендуется для фланцевых соединений и других компонентов,

² Этот базис является таким же, как для Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, приведенными в Разделе II, Часть D. Значения напряжений в B31.3, Приложение A, при температурах ниже диапазона ползучести, обычно такие же как те, что указаны в Разделе II, Часть D, Таблицы 2A и 2B и в Таблице 3 для болтового крепления и соответствуют этому базису. Они были изменены там, где это было нужно, чтобы исключить коэффициенты качества лития и коэффициенты качества продольных сварных соединений. Значения напряжения при температурах в диапазоне ползучести обычно такие же, как те, что даны в Разделе II, Часть D, Таблицы 1A и 1B и соответствуют базису для Раздела VIII, Подраздел 1. Значения напряжения для температур выше тех, для которых значения напряжения приведены в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, и для материалов, не включенных в указанный сборник, основываются на тех значениях, которые включены в Приложение A Издания ASA B31.3 1996 года. Такие значения будут пересмотрены, когда надежные данные по механическим свойствам для повышенных температур и/или дополнительных материалов будут в распоряжении Комитета

в которых легкая деформация может вызвать утечку или неправильное функционирование. (Эти значения показаны курсивом или жирным шрифтом в Таблице А-1, как объясняется в замечании (4) к Таблицам Приложения А). Вместо этого, необходимо использовать либо 75% от значения напряжения в Таблице А-1, либо две третьих предела текучести при температуре, указанного в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел II, Часть D, таблица Y-1.

- 02 (f). *Материалы, не включенные в список.* Для материала, который удовлетворяет требованиям параграфа 323.1.2, прочность на разрыв (предел текучести) при температуре должна выводиться умножением средней ожидаемой прочности на разрыв (предела текучести) при температуре на коэффициент S_T (S_T), деленного на среднюю ожидаемую прочность на разрыв (предел текучести) при комнатной температуре.

302.3.3. Коэффициент качества литья E_C .

(a). *Общие положения.* Коэффициенты качества литья E_C , определенные здесь, должны использоваться для литых компонентов, которые не имеют номинального показателя по давлению-температуре, установленного стандартами в Таблице 326.1.

(b). *Базовые коэффициенты качества.* Литые компоненты из серого и ковкого чугуна, удовлетворяющие перечисленным техническим требованиям, получают базовый коэффициент качества литья E_C равный 1.00 (благодаря их консервативному базису для допустимого напряжения). Для большинства других металлов, литые компоненты, литые статичным способом, которые удовлетворяют техническим требованиям к материалам и были визуально исследованы, как требуется в MSS SP-55 "Стандарт качества для стальных литых изделий для клапанов, фланцев, фитингов и других компонентов трубопроводных систем – Визуальный метод", присваивается базовый коэффициент качества литья E_C равный 0.80. Литые изделия, литые центробежным способом, которые удовлетворяют условиям Технических требований только по химическому анализу, испытаниям на растяжение, гидростатическому испытанию, испытанию на сплющивание и визуальному исследованию, получают базовый коэффициент качества литья 0.80. Базовые коэффициенты качества литья сведены в таблицу для перечисленных технических требований в Таблице А-1А.

(c). *Повышенные коэффициенты качества.* Коэффициенты качества литья могут повышаться, когда вспомогательные исследования выполняются на каждом литом компоненте. Таблица 302.3.3С указывает повышенные коэффициенты качества литья E_C , которые могут использоваться для различных комбинаций вспомогательного исследования. Таблица 302.3.3D указывает критерии приемлемости для методов исследования, указанных в Замечаниях к Таблице 302.3.3С. Коэффициенты качества выше тех, что показаны в Таблице 302.3.3С, не получаются в результате комбинации испытаний 2а и 2b, или 3а и 3b. Ни в коем случае коэффициент качества литья не должен превышать 1.00.

Несколько Технических требований в Приложении А требуют станочной обработки всех поверхностей и/или одного или более из этих вспомогательных исследований. В таких случаях, соответствующий повышенный коэффициент качества литья показан в Таблице А-1А.

302.3.4. Коэффициент качества сварного соединения E_J

(a). *Базовые коэффициенты качества.* Коэффициенты качества сварного соединения.

Таблица 302.3.3С⁴

Повышенные коэффициенты качества литья, E_C .

Вспомогательное исследование в соответствии с	Замечанием	Коэффициент E_C
---	------------	-------------------

(замечаниями)

(1)	0.85
(2)(a) или (2)(b)	0.85
(3)(a) или 3(b)	0.95
(1) и (2)(a) или (2)(b)	0.90
(1) и (3)(a) или (3) (b)	1.00
(2) (a) или (2)(b) и (3)(a) или (3)(b)	1.00

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Провести станочную обработку всех поверхностей, чтобы получить шероховатость поверхности 6.3 μm R_a (250 μm R_a согласно ASME B46.1), увеличив, таким образом, эффективность исследования поверхности.

(2). (a). Исследовать все поверхности каждого литого компонента (только магнитные материалы) методом магнитных частиц в соответствии с ASTM E709. Оценить приемлемость в соответствии с MSS SP-53, используя контрольные фотографии ASTM A125.

(b). Исследовать все поверхности каждого литого компонента методом проникающей жидкости в соответствии с ASTM E165. Оценить приемлемость изъянов и ремонтов, проведенных с помощью сварки, в соответствии с Таблицей 1 MSS SP-53, используя ASTM E125 для контроля поверхностных изъянов.

(3). (a). Полностью исследовать каждый литой компонент ультразвуковым исследованием в соответствии с ASTM E114, принимая литой компонент только, если нет свидетельств того, что глубина дефектов не превышает 5% от толщины стенки.

(b). Полностью исследовать каждый литой компонент радиографическим методом, в соответствии с ASTM E142. Оценить приемлемость в соответствии с указанными уровнями приемлемости в Таблице 302.3.3D.

(4). Названия стандартов, на которые ссылается эта Таблица, следующие:

ASTM

E114. Практика ультразвукового импульсно-эхового

испытания прямым лучом, контактный метод.

E125. Контрольные фотографии для индикаций по методу магнитных частиц для литых изделий из черных металлов.

E142. Метод контроля качества радиографического испытания.

E165. Практика использования метода исследования проникающей жидкостью.

E709. Практика исследования магнитными частицами

ASME.

B46.1. Текстура поверхности (шероховатость поверхности, волнообразность и покрытие).

MSS

SP-53. Стандарт качества для стальных литых изделий для клапанов, фланцев, фитингов и других компонентов трубопроводной системы – метод исследования магнитными частицами.

E_J , сведенные в Таблицу А-1В, являются базовыми коэффициентами для прямых или спиральных продольных сварных соединений для компонентов, удерживающих давление, как показано в Таблице 302.3.4.

(b). *Повышенные коэффициенты качества.* Таблица 302.3.4 также указывает более высокие коэффициенты качества сварных соединений, которые могут использоваться вместо коэффициентов, указанных в Таблице А-1В для некоторых видов сварных швов, если дополнительное исследование выполняется сверх требований, указанных в Технических требованиях к материалу.

302.3.5. Ограничения по рассчитанным напряжениям в результате продолжительных нагрузок и напряжений при смещении.

(a). *Напряжения в результате действия внутреннего давления.* Напряжения, возникающие в результате действия внутреннего давления, должны считаться безопасными, когда

Таблица 302.3.3D¹
Приемлемые уровни для литых
компонентов

Толщина исследуемого материала, T	Применимый стандарт	Уровень (или класс) приемлемости	Приемлемые неоднородности
Сталь T ≤ 25 мм (1 дюйм)	ASTM E446	1	Типы А, В, С
Сталь T > 25 мм (1 дюйм), ≤ 51 мм (2 дюйма)	ASTM E446	2	Типы А, В, С
Сталь T > 51 мм (2 дюйма), ≤ 114 мм (4 1/2 дюйма)	ASTM E 186	2	Категории А, В, С
Сталь T > 114 мм, ≤ 305 мм (12 дюймов)	ASTM E280	2	Категории А, В, С
Алюминий и магний	ASTM E 155	.....	Показаны на контрольных фотографиях
Медь, Ni-Cu	ASTM E272	2	Коды А, Ва, Вв
Бронза	ASTM E310	2	Коды А и В

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1) Названия стандартов, на которые ссылается эта Таблица, следующие:

ASTM

E155. Контрольные радиографии для исследования литых изделий из алюминия и магния.

E186. Контрольные радиографии для стальных изделий с толстыми стенками (от 2 до 4 1/2 дюйма (от 51 до 114 мм)).

E272. Контрольные радиографии для высокопрочных литых изделий на основе меди и на основе никеля.

E280. Контрольные радиографии для стальных изделий с толстыми стенками (от 4 1/2 до 12 дюймов (от 114 до 305 мм)).

E310. Контрольные радиографии для литых изделий из оловянной бронзы.

E446. Контрольные радиографии для стальных изделий с толщиной до 2 дюймов (51 миллиметр).

толщина стенки компонента трубопроводной системы, включая любое усиление, удовлетворяет требованиям параграфа 304.

(b). *Напряжения, возникающие в результате действия внешнего давления.* Напряжения, возникающие в результате действия внешнего давления, должны считаться безопасными, когда толщина стенки компонента трубопроводной системы и средства придания ей жесткости удовлетворяют требованиям параграфа 304.

(c). *Продольные напряжения S_L.* Сумма продольных напряжений в любом компоненте в трубопроводной системе, вызванных давлением, весом и другими долговременными нагрузками, S_L не должна превышать S_h в пункте (d) ниже. Толщина трубы, используемая при расчете S_L, должна быть номинальной толщиной T минус механический допуск, допуск на коррозию и эрозию c, для рассматриваемой точки. Нагрузки, вызванные весом, должны основываться на номинальной толщине всех компонентов системы, если другое не будет оправдано при более жестком анализе.

(d). *Диапазон допустимых напряжений из-за смещения S_d.* Вычисленный диапазон напряжений из-за смещения S_E в трубопроводной системе (смотрите параграф 319.4.4), не должен превышать допустимого диапазона напряжений из-за смещения S_A (смотрите параграфы 319.2.3 и 319.3.4), вычисленного по уравнению (1a):

$$S_A = f(1.25S_c + 0.25S_h) \quad (1a)$$

Когда S_h больше чем S_L, разница между ними может добавляться к слагаемому 0.25S_h в уравнении (1a). В таком случае, диапазон допустимого напряжения рассчитывается по уравнению (1b):

$$S_A = f[1.25(S_c + S_h) - S_L] \quad (1b)$$

В уравнениях (1a) и (1b):

S_c = базовое допустимое напряжение³ при минимальной температуре металла, ожидаемой во время цикла смещения, подвергающегося анализу;

S_h = базовое допустимое напряжение³ при максимальной температуре металла, ожидаемой во время цикла смещения, подвергающегося анализу;

f = коэффициент уменьшения диапазона напряжения⁴ из Таблицы 302.3.5 или рассчитанный по уравнению (1c)⁵

$$f = 6.0(N)^{-0.2} \leq 1.0 \quad (1c)$$

где:

N = эквивалентное количество полных циклов смещения во время ожидаемого срока службы трубопроводной системы⁶.

Когда вычисленный диапазон напряжений варьируется либо из-за термического расширения, либо по другим причинам, S_E определяется как наибольший вычисленный диапазон напряжений смещения. Значение N в таких случаях может быть рассчитано по уравнению (1d):

³ Для литых изделий, базовое допустимое напряжение должно умножаться на применимый коэффициент качества литья E_c. Для продольных сварных швов, базовое допустимое напряжение не должно умножаться на коэффициент качества сварного шва E_j

⁴ Применяется к существенно некорродированному трубопроводу. Коррозия может резко снизить срок циклической службы; следовательно, коррозионно-устойчивые материалы должны рассматривать для тех случаев, когда ожидается большое количество циклов сильного напряжения.

⁵ Уравнение (1c) не применяется, если количество циклов превышает примерно 2 x 10⁶. Выбор коэффициентов f при количестве циклов больше 2 x 10⁶ является ответственностью проектировщика.

⁶ Проектировщик предупреждается о том, что усталостная долговечность материалов, эксплуатируемых при повышенной температуре, может снизиться.

Таблица 302.3.4
Коэффициенты качества продольных сварных соединений, E_j

№	Тип соединения	Тип валика	Исследование	Коэффициент E_j
1	Стыковой сварной шов, сваренный в печи, непрерывный сварной шов	Прямой	Как требуется в соответствии с Техническим требованием, включенным в список	0.60 (Замечание (1))
2	Сварной шов, сваренный электрической сваркой с сопротивлением	Прямой	Как требуется в соответствии с Техническим требованием, включенным в список	0.85 (Замечание (1))
3	Сварной шов, сваренный электрической сваркой плавлением			
	(а) Одношовный стыковой сварной шов (с присадочным металлом или без него)	Прямой или спиральный	Как требуется Техническим требованием, включенным в список, или этим Сборником	0.80
			Дополнительная точечная радиография согласно параграфу 341.5.1	0.90
			Дополнительная 100% радиография согласно параграфу 344.5.1 и Таблице 341.3.2	1.00
	(б) Двухшовный стыковой сварной шов (с использованием присадочного металла или без него)	Прямой или спиральный (за исключением случаев, указанных в пункте 4(а) ниже)	Как требуется Техническим требованием, включенным в список, или этим Сборником	0.80
			Дополнительная точечная радиография согласно параграфу 341.5.1	0.90
			Дополнительная 100% радиография согласно параграфу 344.5.1 и Таблице 341.3.2	1.00
4	Согласно особому Техническому требованию			
	(а) API 5L	Сварной шов, сваренный электродуговой сваркой под флюсом (SAW) Сварной шов, сваренный газовой дуговой сваркой с металлическим электродом (GMAW) Сварной шов, сваренный комбинацией GMAW и SAW	Прямой с одним или двумя валиками Спиральный	Как требуется в Техническом требовании
				0.95

Замечание:

(1) Не допускается увеличение коэффициента качества соединения за счет дополнительного исследования для соединений первого или второго типа.

Таблица 302.3.5.
Коэффициенты уменьшения диапазона напряжений, f .

Количество циклов, N	Коэффициент, f
7000 и меньше	1.0
от 7000 до 14000	0.9
от 14000 до 22000	0.8
от 22000 до 45000	0.7
от 45000 до 100000	0.6
от 100000 до 200000	0.5
от 200000 до 700000	0.4
от 700000 до 2000000	0.3

$$N = N_c + \sum (r_i^2 N_i) \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (1d)$$

где:

N_E = количество циклов максимального вычисленного диапазона напряжений смещения, S_E

$$r_i = S_i / S_E$$

S_i = любой вычисленный диапазон напряжений смещения, меньший чем S_E

N_i = количество циклов, связанных с диапазоном напряжений смещения S_i

302.3.6. Ограничения на вычисленные напряжения, вызванные случайными нагрузками.

(a). *Эксплуатация.* Сумма продольных напряжений, вызванных давлением, весом или другими продолжительными нагрузками S_L и напряжений, вызванных случайными нагрузками, такими как ветер или землетрясение, может быть в 1.33 раза большим базового допустимого напряжения, указанного в Приложении А. Для литых компонентов, базовое допустимое напряжение должно умножаться на коэффициент качества литья E_C . Там, где значение допустимого напряжения превышает две третьих предела текучести при температуре, значение допустимого напряжения должно быть снижено, как указано в параграфе 302.3.2(e). Ветровые силы и силы землетрясений не должны учитываться как действующие одновременно.

(b). *Испытание.* Напряжения, вызванные испытательными условиями, не должны ограничиваться в соответствии с параграфом 302.3. Не обязательно учитывать другие случайные нагрузки, такие как ветер или землетрясение, как действующие одновременно.

302.4. Допуски.

При определении минимальной требуемой толщины компонента трубопроводной системы, должны быть включены допуски на коррозию, эрозию и глубину резьбы или глубину канавки. Смотрите определение c в параграфе 304.1.1(b).

302.4.1. Механическая прочность. Когда необходимо, толщина стенки должна быть увеличена, чтобы предотвратить избыточное напряжение, повреждение, обрушение или искривление, вызванные налагаемыми

нагрузками со стороны опор, образования льда, заполнения, транспортировки или других причин. Когда увеличение толщины будет избыточно увеличивать локальные напряжения или риск хрупкого разрушения, или когда оно будет непрактичным по другим причинам, требуемая прочность может быть достигнута за счет дополнительных опор, стоек, растяжек или других средств без увеличения толщины стенок. Особое внимание должно быть уделено механической прочности присоединений малых труб к трубопроводной системе или оборудованию.

ЧАСТЬ 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАВЛЕНИЮ .

303. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Компоненты, произведенные в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 326.1, должны рассматриваться как пригодные к использованию при номинальных показателях по давлению-температуре в соответствии с параграфом 302.2.1. Правила параграфа 304 предназначены для проектирования по давлению компонентов, которые не охватываются Таблицей 326.1, но которые могут использоваться для особых или более жестких вариантов исполнения таких компонентов. Проекты должны быть проверены на адекватность механической прочности при применимых нагрузках, перечисленных в параграфе 301.

304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

304.1. Прямая труба.

304.1.1. Общие положения.

(a). Требуемая толщина прямых участков трубы должна определяться в соответствии с уравнением (2):

$$t_m = t + c \quad (2)$$

Минимальная толщина T для выбранной трубы, с учетом отрицательного допуска производителя, должна быть не меньше t_m .

(b) Следующие условные обозначения используются в уравнениях для проектирования прямой трубы по давлению:

t_m = минимальная требуемая толщина, включая механический допуск, допуск на коррозию и допуск на эрозию;

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная в соответствии с параграфом 304.1.2 для внутреннего давления или определенная в соответствии с параграфом 304.1.3 для внешнего давления;

c = сумма механических допусков (на глубину резьбы или канавки) плюс допуски на коррозию и эрозию. Для резьбовых компонентов,

Таблица 304.1.1
Значения коэффициента Y для $t < D/6$

Материалы	Температура, °C (°F)					
	≤ 482 (900 и меньше)	510 (950 и 0)	538 (1000 и 00)	566 (1050 и 50)	593 (1100 и 00)	≥ 621 (1150 и больше)
Ферритные стали	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Аустенитные стали	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Другие пластичные материалы	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Литой чугун	0.4	...	...	...	...	...

должна применяться глубина резьбы (размер h в ASME B1.20.1, или его эквивалент). Для поверхностей или канавок, обработанных на станке, когда допуск не указан, допуск должен предполагаться равным 0.5 миллиметра (0.02 дюйма) в дополнение к указанной глубине среза.

T = толщина стенки трубы (измеряемая или минимальная согласно заказу на изготовление);

d = внутренний диаметр трубы. Для проектных расчетов по давлению, внутренний диаметр трубы равен максимальной величине, допустимой согласно заказу на изготовление;

P = внутреннее расчетное избыточное давление;

D = внешний диаметр трубы, как указано в таблицах стандартов или технических требований, или в соответствии с замерами;

E = коэффициент качества из Таблицы A-1A или A-1B;

S = значение напряжения для материала из Таблицы A-1;

Y = коэффициент из Таблицы 304.1.1, действительный для $t < D/6$ и для показанных материалов. Значение Y может интерполироваться для промежуточных температур.

Для $t \geq D/6$:

$$Y = \frac{d + 2c}{D + d + 2c}$$

304.1.2. Прямая труба под внутренним давлением.

(а). Для $t < D/6$ расчетная толщина для внутреннего давления для прямой трубы должна быть не меньше, чем толщина, рассчитанная с помощью уравнения (3а) или (3б):

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)} \quad (3a)$$

$$t = \frac{P(d + 2c)}{2[SE - P(1 - Y)]} \quad (3b)$$

(б). Для $t \geq D/6$ или $P/SE > 0.385$, расчет толщины прямой трубы при проектировании по давлению требует особого учета таких факторов, как теория аварий, эффекты усталости и термическое напряжение.

304.1.3. Прямая труба под внешним давлением. Чтобы определить толщину стенки и требования по упрочнению прямой трубы, находящейся под внешним давлением, необходимо следовать процедуре, описанной в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, пункты с UG-28 по UG-30, используя в роли расчетной длины L эксплуатационную длину на срединной линии между любыми двумя участками, упрочненными в соответствии с требованиями пункта UG-29. Как исключение, для трубы с $D_o/t < 10$ значение S, которое должно использоваться при определении P_{a2} , должно быть меньшей из следующих величин для материала трубы при расчетной температуре:

(а). 1.5-кратное значение напряжения из Таблицы A-1 этого Сборника, или

(б). 0.9-кратное значение предела текучести, указанного в таблице в Разделе II, Часть D, Таблица Y-1 для материалов, перечисленных там.

(Символ D_o в Разделе VIII эквивалентен символу D в этом Сборнике).

304.2. Искривленные сегменты трубы и составные трубные колена.

304.2.1. Трубные колена. Минимальная требуемая толщина t_m колена после гибки, в своей окончательной форме, должна определяться в соответствии с Уравнением (2) и Уравнением (3с):

$$t = \frac{PD}{2[(SE/I) + PY]} \quad (3c)$$

где на внутреннем радиусе колена :

$$I = \frac{4(R_1/D) - 1}{4(R_1/D) - 2} \quad (3d)$$

и на внешнем радиусе колена:

$$I = \frac{4(R_1/D) + 1}{4(R_1/D) + 2} \quad (3e)$$

а на боковой стенке на срединном радиусе колена $I = 1.0$. R_1 = радиус изгиба сварного или трубного колена.

Вариации толщины от внутреннего радиуса колена до внешнего радиуса колена и вдоль длины колена должны быть постепенными.

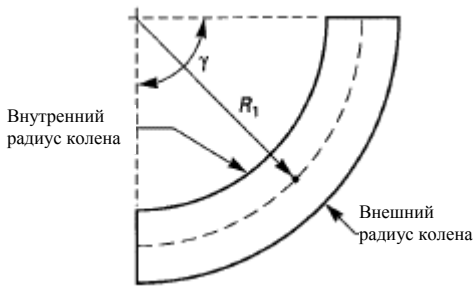


Рисунок 304.2.1. Условные обозначения для трубных колен.

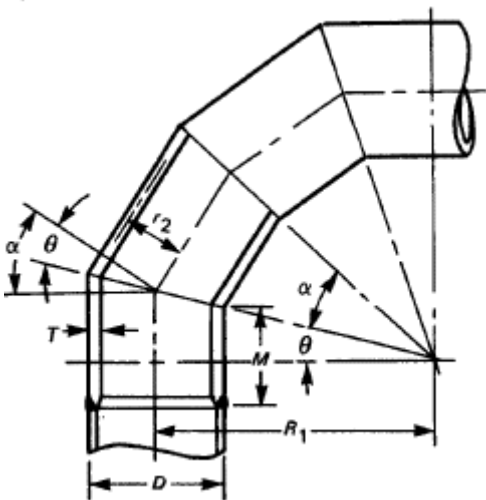


Рисунок 304.2.3. Условные обозначения для составных колен.

Эти требования по толщине применяются к полуразмаху колена, $\gamma/2$ на внутреннем радиусе колена, внешнем радиусе колена и радиусе срединной линии колена. Минимальная толщина на прямолинейных концах должна быть не меньше, чем требуемая в соответствии с параграфом 304.1 для прямой трубы (смотрите рисунок 304.2.1).

304.2.2. Изгибы. Изгибы, выполненные не в соответствии с параграфом 303, должны квалифицироваться, как требуется параграфом 304.7.2 или должны проектироваться в соответствии с параграфом 304.2.1.

304.2.3. Составные трубные колена. Угловое смещение на 3 градуса или меньше (угол α на Рисунке 304.2.3) не требует, чтобы его рассматривали как составное колено. Приемлемые методы для проектирования по давлению сложных и одинарных составных колен приведены в пунктах (a) и (b), ниже.

(a). *Сложные составные колена.* Максимальное допустимое внутреннее давление должно быть меньшим из значений, рассчитанных по Уравнению (4a) и (4b). Эти уравнения не применяются, когда θ превышает 22.5 градуса:

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left(\frac{T-c}{(T-c) + 0.643 \tan \theta \sqrt{r_2(T-c)}} \right) \quad (4a)$$

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left(\frac{R_1 - r_2}{R_1 - 0.5r_2} \right) \quad (4b)$$

(b). *Одинарные составные колена.*

(1). Максимальное допустимое внутреннее давление для одинарного составного колена с углом θ не больше 22.5 градусов должно рассчитываться по Уравнению (4a).

(2). Максимальное допустимое внутреннее давление для одинарного составного колена с углом θ больше 22.5 градусов должно рассчитываться по Уравнению (4c):

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2} \left(\frac{T-c}{(T-c) + 1.25 \tan \theta \sqrt{r_2(T-c)}} \right) \quad (4c)$$

(c). Толщина стенки трубного колена T , используемая в Уравнениях (4a), (4b) и (4c) должна протягиваться на расстояние не меньше чем M от внутреннего стыка торцевых сварных швов колена, где:

M = большая величина из следующих: $2.5(r_a T)^{0.5}$ или $\tan \theta (R_1 - r_2)$.

Длина конуса на торце трубного колена может быть включена в расстояние M .

(d). Следующие условные обозначения используются в Уравнениях (4a), (4b) и (4c) для проектирования по давлению составных колен:

c = то же, что и в параграфе 304.1.1;

E = то же, что и в параграфе 304.1.1;

P_m = максимальное допустимое внутреннее давление для составных колен;

r_2 = средний радиус трубы, использующей номинальную толщину стенки T ;

R_1 = эффективный радиус составного колена, определяемый как кратчайшее расстояние от срединной линии трубы до пересечения плоскостей прилегающих соединений в ус;

S = то же, что и в параграфе 304.1.1.

T = толщина стенки составного трубного колена (в соответствии с измерениями или минимальная в соответствии с заказом);

θ = угол коленного среза;

α = угол изменения направления в соединении в ус = 2θ .

Для того, чтобы соответствовать требованиям этого Сборника, значение R_1 должно быть не меньше, чем значение, полученное из Уравнения (5):

$$R_1 = \frac{A}{\tan \theta} + \frac{D}{2} \quad (5)$$

где: А имеет следующие эмпирические значения:

(1). для единиц измерения СИ:

$(T - c), \text{ mm}$	А
≤ 13	25
$13 < (T - c) < 22$	$\frac{2(T - c)}{3}$
≥ 22	$[2(T - c)/3] + 30$

02

(2). для традиционных единиц измерения США:

$(T - c), \text{ in.}$	А
≤ 0.5	1.0
$0.5 < (T - c) < 0.88$	$\frac{2(T - c)}{3}$
≥ 0.88	$[2(T - c)/3] + 1.17$

304.2.4. Искривленные участки трубы и составные трубные колена под внешним давлением. Толщина стенки искривленного участка трубы и составного трубного колена, подвергаемых внешнему давлению, могут определяться так, как указано для прямой трубы в параграфе 304.1.3.

304.3. Патрубки.

304.3.1. Общие положения.

(а). За исключением случаев, указанных в пункте (b), ниже, требования параграфов 304.3.2 – 304.3.4 применимы к патрубкам, сделанным в соответствии со следующими методами:

(1). фитинги (тройники, прессованные отводы, патрубок фитинги согласно MSS SP-97, трубные отводы, крестовины)

(2). литые или кованные патрубок фитинги, не включенные в список (смотрите параграф 300.2) и соединительные муфты размером не больше DN 80 (NPS 3), прикрепленные к напорной трубе с помощью сварки

(3). Приварка патрубка напрямую к напорной трубе с использованием или без использования дополнительного усиления, как указано в параграфе 328.5.4.

(b). Правила в параграфах 304.3.2 – 304.3.4 являются минимальными требованиями, действительными только для патрубков, в которых (используя условные обозначения на рисунке 304.3.3):

(1). отношение диаметра к толщине напорной трубы (D_h/T_h) меньше чем 100, а отношение диаметра патрубка к диаметру напорной трубы (D_b/D_h) не больше 1.0;

(2). для напорной трубы с (D_h/T_h) ≥ 100 диаметр патрубка D_b меньше половины диаметра напорной трубы D_h ;

(3). угол β равен по крайней мере 45 градусам;

(4). ось патрубка пересекается с осью напорной трубы.

(с). Когда положения пунктов (а) и (b), выше, не удовлетворены, проектирование по давлению должно квалифицироваться в соответствии с параграфом 304.7.2.

(d). Другие факторы, которые должны учитываться при проектировании патрубков, приведены в параграфе 304.3.5.

304.3.2. Прочность патрубков. Труба, имеющая патрубок, ослабляется за счет отверстия, которое должно быть сделано в ней, и если только толщина трубы не будет достаточно превышать толщину, требуемую для того, чтобы выдерживать давление, необходимо обеспечивать дополнительное усиление. Объем усиления, требуемого для того, чтобы выдерживать давление, должен определяться в соответствии с параграфами 304.3.3 или 304.3.4. Однако, имеются некоторые патрубки, которые имеют адекватную прочность по давлению или усиление при изготовлении. Можно предположить без расчетов, что патрубок имеет достаточную прочность, чтобы выдержать внутреннее или внешнее давление, которое будет прилагаться к нему, если:

(а). патрубок использует фитинг, включенный в список в соответствии с параграфом 303.

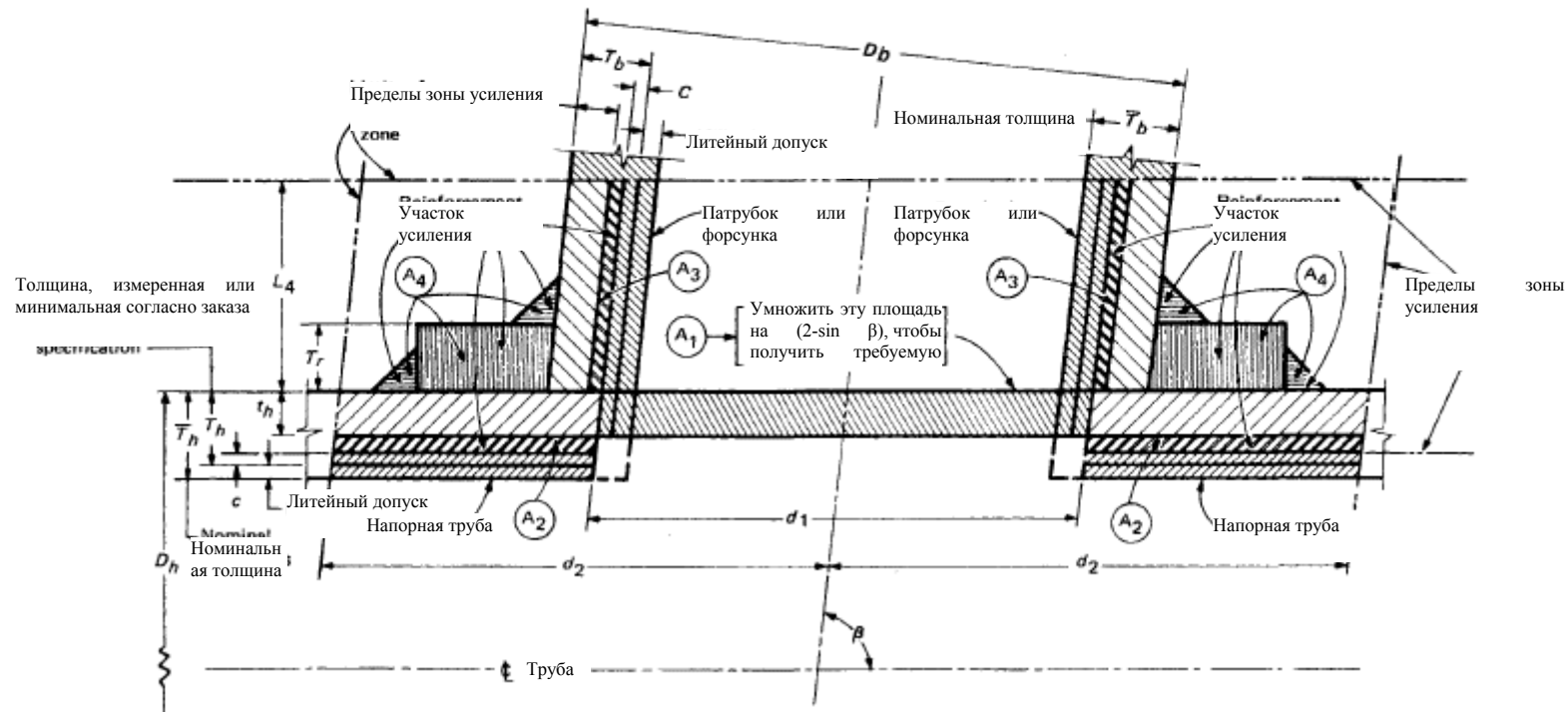
(b). патрубок сделан с помощью приварки резьбовой или сварной муфты или полумуфты непосредственно к напорной трубе в соответствии с параграфом 328.5.4, при условии, что размер патрубка не превышает DN 50 (NPS 2) или одной четверти от номинального размера напорной трубы. Минимальная толщина стенки соединительной муфты, в любой точке области усиления, (если резьба находится в этой зоне, толщина стенки измеряется от корня резьбы до минимального внешнего диаметра) должна быть не меньше, чем толщина ненарезанной трубы патрубка. Ни в коем случае муфта или полумуфта не должны иметь номинальный показатель меньше Класса 2000 согласно ASME B16.11.

(с). патрубок использует патрубковый фитинг, не включенный в список (смотрите параграф 300.2), при условии что фитинг сделан из материалов, включенных в Таблицу А-1 и, при условии, что патрубок квалифицируется в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

304.3.3. Усиление сварного патрубка. Дополнительное усиление требуется для того, чтобы удовлетворить критериям, указанным в параграфах 304.3.3(b) и (с), когда усиление не было сразу сделано в компонентах патрубка. Примеры, иллюстрирующие проведение расчетов для усиления патрубков, приведены в Приложении Н.

(а). *Условные обозначения.* Условные обозначения, приведенные ниже, используются при проектировании по давлению патрубков. Они показаны на Рисунке 304.4.4, который не приводит подробности конструкции или сварки. Некоторые из терминов, определенных в Приложении J, должны быть уточнены следующим образом:

b = индекс, указывающий на то, что значение относится к патрубку;



Общее замечание: Этот Рисунок иллюстрирует условные обозначения, используемые в параграфе 304.3.3. Он не указывает полные детали сварки или предпочтительный метод изготовления. Типичные детали сварки смотрите на Рисунке 328.5.4D

Рисунок 304.3.3. Условные обозначения для патрубков.

d_1 = эффективная длина, изъятая из трубы в месте крепления патрубка. Для патрубковых пересечений, когда отверстие патрубка является проекцией внутреннего диаметра трубы патрубка (например, сборный патрубок типа труба-к-трубе), $d_1 = [D_b - 2(t_b - c)]/\sin \beta$;

d_2 = "полуширина" зоны усиления

= наибольшая из следующих величин: d_1 или $(T_b - c) + (T_h - c) + d_1/2$, но ни в коем случае не больше, чем D_h ;

h = индекс, указывающий на то, что величина относится к напорной трубе или коллектору;

L_4 = высота зоны усиления вне напорной трубы

= наименьшая из следующих величин: $2.5(T_b - c)$ или $2.5(T_b - c) + T_r$;

T_b = толщина трубы патрубка (измеренная или минимальная согласно заказу), за исключением патрубковых фитингов (смотрите параграф 300.2). Для таких присоединений, значение T_b для использования в расчетах L_4 , d_2 и A_3 , равно толщине бочонка усиления (минимальной согласно заказу), при условии, что толщина бочонка является равномерной (смотрите Рисунок 304.3.3);

T_r = минимальная толщина кольца или седла усиления, сделанных из трубы. (Используйте номинальную толщину, если они сделаны из пластины).

= 0, если не имеется кольца или седла усиления

t = толщина трубы для проектирования по давлению в соответствии с подходящим уравнением толщины стенки или процедурой в параграфе 304.1. Для сварной трубы, когда патрубок не пересекает продольный сварной шов напорной трубы, базовое допустимое напряжение S для трубы может использоваться для определения t_h только в целях расчета усиления. Когда патрубок пересекает продольный сварной шов напорной трубы, произведение SE (значение напряжения S и соответствующий коэффициент качества сварного соединения E_j из Таблицы A-1B) для напорной трубы должно использоваться в расчетах. Произведение SE патрубка должно использоваться при расчете t_b . β = меньший угол между осью патрубка и осью напорной трубы.

(b). *Требуемая площадь усиления.* Площадь усиления A_1 , требуемая для патрубка, находящегося под внутренним давлением, равна:

$$A_1 = t_h d_1 (2 - \sin \beta) \quad (6)$$

Для патрубка, находящегося под внешним давлением, площадь A_1 равна половине площади, рассчитанной с помощью Уравнения (6), использующего в роли t_h толщину, требуемую для внешнего давления.

(c). *Доступная площадь.* Площадь, доступная для усиления, определяется как

$$A_2 + A_3 + A_4 \geq A_1 \quad (6a)$$

Эти площади все находятся в пределах зоны усиления и определяются следующим образом:

(1). Площадь A_2 – это площадь, полученная за счет избыточной толщины стенки напорной трубы:

$$A_2 = (2d_2 - d_1)(T_h - t_h - c) \quad (7)$$

(2). Площадь A_3 – это площадь полученная за счет избыточной толщины трубы патрубка:

$$A_3 = 2L_4(T_b - t_b - c)/\sin \beta \quad (8)$$

Если допустимое напряжение для трубы патрубка меньше чем для напорной трубы, его рассчитанная площадь должна быть снижена с использованием отношения между значением допустимого напряжения для патрубка к значению допустимого напряжения для напорной трубы при определении его вклада в площадь A_3 .

(3). Площадь A_4 – это площадь другого металла, заключенного в сварных швах и должным образом нанесенного усиления. (Смотрите параграф 304.3.3(f)). Площади сварных швов должны основываться на минимальных размерах, указанных в параграфе 328.5.4, за исключением того, что большие размеры могут использоваться, когда сварщик был специально проинструктирован на производство сварных швов по таким размерам.

(d). *Зона усиления.* Зона усиления – это параллелограмм, чья длина простирается на расстояние d_2 с каждой стороны от срединной линии трубы патрубка и чья ширина начинается на внутренней поверхности напорной трубы (в ее корродированном состоянии) и простирается за пределы внешней поверхности напорной трубы на перпендикулярное расстояние L_4 .

(e). *Составные патрубки.* Когда два или больше патрубков расположены так близко, что их зоны усиления перекрываются, расстояние между центрами отверстий должно быть, по крайней мере, в 1.5 раза больше их среднего диаметра, а площадь усиления между любыми двумя отверстиями должна быть не меньше, чем 50% от общей площади, которую требуют оба патрубка. Каждое отверстие должно иметь адекватное усиление в соответствии с параграфом 304.3.3(b) и (c). Ни одна часть поперечного сечения металла не может применяться более чем к одному отверстию или оцениваться более одного раза в любой комбинационной площади. (Смотрите PFI Standard ES-7, в котором приведены подробные рекомендации по размещению сварных форсунок).

(f). *Дополнительное усиление.*

(1). Усиление, добавленное в форме кольца или

седла как часть площади A_4 , должно иметь разумно постоянную ширину.

(2). Материал, использованный для усиления, может отличаться от материала напорной трубы, при условии что он сравним с напорной трубой и трубой патрубка в смысле свариваемости, требований к термической обработке, гальванической коррозии, термического расширения и так далее.

(3). Если допустимое напряжение для материала усиления меньше чем допустимое напряжение для напорной трубы, его рассчитанная площадь должна быть уменьшена с использованием отношения значений допустимого напряжения, чтобы определить его вклад в площадь A_4 .

(4). Никакие дополнительные послабления не могут использоваться для материала, имеющего более высокое значение допустимого напряжения, чем у напорной трубы.

304.3.4. Усиление прессованного выпускного коллектора.

(a). Принципы усиления, указанные в параграфе 304.3.3, по существу, применимы к прессованным выпускным коллекторам. Прессованный выпускной коллектор – это отрезок трубы, в котором один или больше отводов для патрубков были сформированы с помощью прессования, с использованием штампа или штампов для контроля радиусов прессования. Прессованный отвод выступает над поверхностью коллектора на расстояние h_x , по крайней мере, равное внешнему радиусу отвода r_x (то есть $h_x \geq r_x$).

(b). Правила, указанные в параграфе 304.3.4, являются минимальными требованиями, действительными только в пределах геометрии, показанной на рисунке 304.3.4, и только когда ось отвода пересекает и является перпендикулярной по отношению к оси коллектора. Когда эти требованиям не удовлетворяются или когда неинтегральный материал, такой как кольцо, подушка или седло были добавлены к отводу, проектирование по давлению должно квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

(c). *Условные обозначения.* Условные обозначения, используемые здесь, проиллюстрированы на рисунке 304.3.4. Отметьте использование индекса x , указывающего на прессованный отвод (коллектор). Смотрите параграф 304.3.3(a), в котором описаны условные обозначения, не указанные здесь.

d_x = расчетный внутренний диаметр прессованного отвода, измеренный на уровне внешней поверхности коллектора. Этот размер определяется после удаления всех механических и коррозионных допусков и всех допусков по толщине;

h_x = высота прессованного отвода. Она должна быть равна или больше r_x (за исключением случаев, показанных на схеме (b) на Рисунке 304.3.4);

L_5 = высота зоны усиления

$$= 0.7 \sqrt{D_b T_x};$$

T_x = корродированная окончательная толщина прессованного отвода, измеренная на высоте, равное r_x над внешней поверхностью коллектора;

d_2 = половина ширины зоны усиления (равной d_x);

r_x = радиус кривизны внешней контурной части отвода, измеренный в плоскости, содержащей оси коллектора и патрубка.

(d). *Ограничения по радиусу r_x .* На внешний контурный радиус r_x налагаются следующие ограничения:

(1). минимальный r_x : меньшая величина из двух следующих: $0.05D_b$ или 38 миллиметров (1.5 дюйма);

(2). максимальный r_x не должен превышать:

(a). для $D_b < DN 200$ (NPS 8) – 32 миллиметра (1.25 дюйма);

(b). для $D_b \geq DN 200$ (NPS 8) – $0.1D_b + 13$ миллиметров (0.50 дюйма);

(3). для внешнего контура с несколькими радиусами требования (1) и (2) выше применяются, используя в роли максимального радиуса наиболее точно соответствующий радиус над дугой в 45 градусов.

(4). станочная обработка не должна использоваться на поверхностях, чтобы удовлетворить вышеуказанным требованиям.

(e). *Требуемая площадь усиления.* Требуемая площадь усиления определяется с помощью следующего уравнения:

$$A_1 = K t_h d_x \quad (9)$$

где: K определяется следующим образом:

(1). для $D_b/D_h > 0.60$ – $K=1.00$;

(2). для $0.60 \geq D_b/D_h > 0.15$ – $K=0.6 + 2/3 (D_b/D_h)$;

(3). для $D_b/D_h \leq 0.15$ – $K=0.70$.

(f). *Доступная площадь.* Площадь, доступная для усиления, определяется как:

$$A_2 + A_3 + A_4 \geq A_1 \quad (9a)$$

Эти площади все находятся в пределах зоны усиления и определяются следующим образом:

(1). Площадь A_2 – это площадь, полученная за счет избыточной толщины стенки коллектора:

$$A_2 = (2d_2 - d_1) (T_b - t_h - c) \quad (10)$$

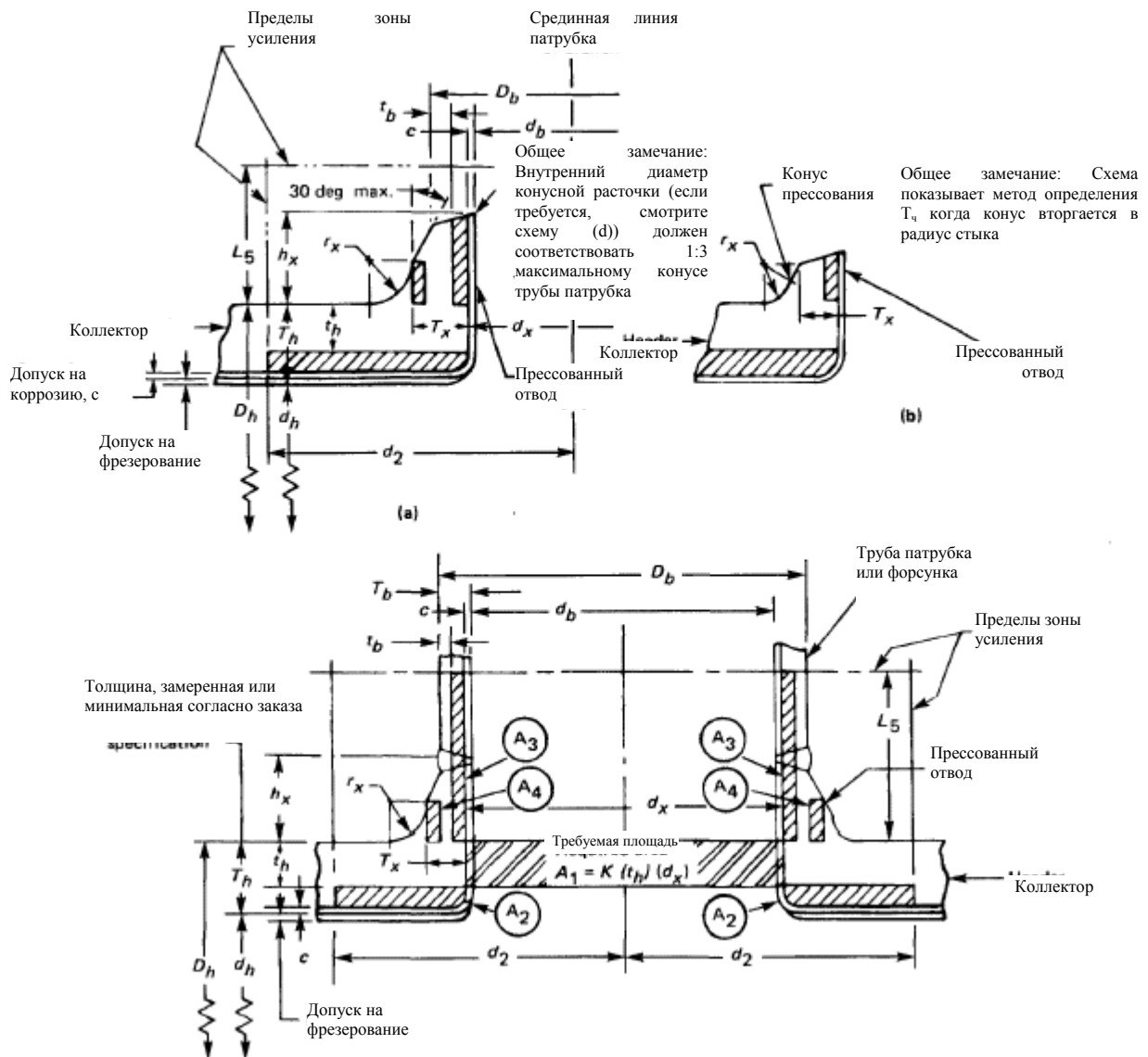
(2). Площадь A_3 – это площадь, полученная за счет избыточной толщины стенки трубы патрубка:

$$A_3 = 2L_5 (T_b - t_b - c) \quad (11)$$

(3). Площадь A_4 – это площадь, полученная за счет избыточной толщины кромки прессованного отвода:

$$A_4 = 2r_x (T_x - T_b - c) \quad (12)$$

(g). *Усиление групповых отверстий.* Правила параграфа 304.3.3(e) должны использоваться за исключением того, что требуемая площадь и площадь усиления должны быть такими, как указано в параграфе 304.3.4.



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Схема приведена для условия, когда $K = 1.00$.

Рисунок 304.3.4. Условные обозначения для прессованных выпускных коллекторов.

Этот рисунок иллюстрирует условные обозначения, используемые в параграфе 304.3.4. Он не показывает полные подробности или предпочтительный метод изготовления.

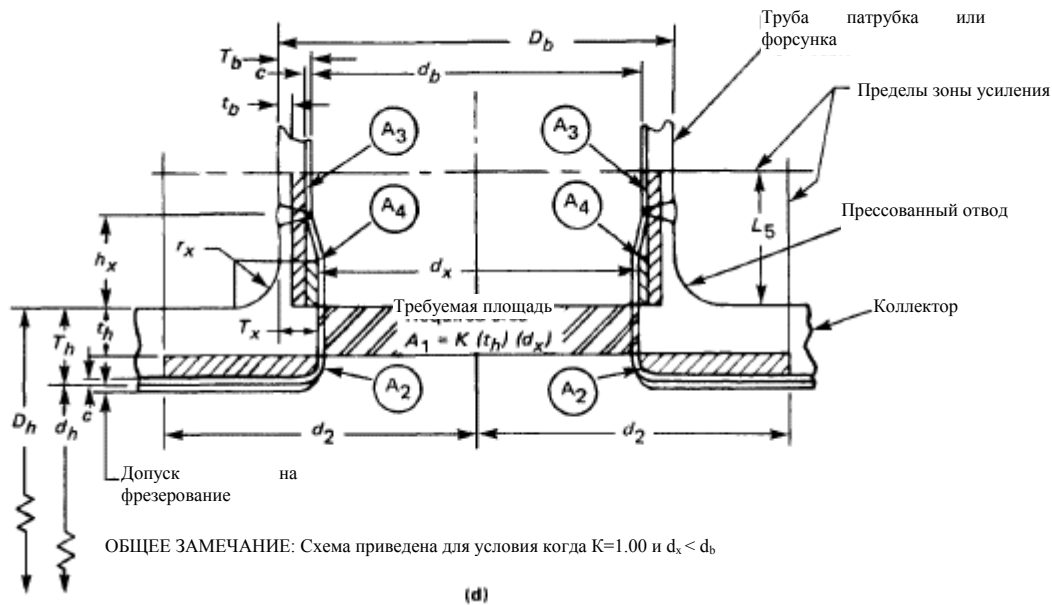


Рисунок 304.3.4. Условные обозначения для прессованных выпускных коллекторов (продолжение).

Этот рисунок иллюстрирует условные обозначения, используемые в параграфе 304.3.4. Он не показывает полные подробности или предпочтительный метод изготовления.

(h). *Идентификация.* Производитель должен определить расчетное давление и расчетную температуру для каждого прессованного выпускного коллектора и должен пометить коллектор этой информацией вместе с символом "B31.3" (указывающим на применимый раздел Сборника) и названием или торговой маркой производителя.

304.3.5. Дополнительные факторы проектирования. Требования параграфов 304.3.1 – 304.3.4 предназначены для того, чтобы гарантировать удовлетворительную работу патрубка, который подвергается воздействию только давления. Проектировщик должен также учесть следующее:

(а). В дополнение к нагрузкам за счет давления, внешние силы и движения прилагаются к патрубку за счет термического расширения или сжатия, неподвижных и подвижных нагрузок и движения терминалов и опор трубопроводной системы. Особое внимание должно быть уделено проектированию патрубка, который должен выдерживать такие силы и движения.

(b). Следует избегать использования патрубков, сделанных с помощью приварки патрубка напрямую к напорной трубе, в следующих обстоятельствах:

(1). когда размер патрубка приближается к размеру напорной трубы, особенно если труба, сформированная с помощью более чем 1.5-процентного холодного расширения, или растянутая труба из материала, подверженного деформационному упрочнению, используется как напорная труба;

(2). когда повторяющиеся напряжения могут налагаться на присоединение за счет вибрации, пульсирующего давления, температурных циклов и так далее.

В таких случаях, рекомендуется, чтобы проект был консервативным и чтобы внимание было уделено использованию Т-образных фитингов или усилению полно-окружного типа.

(с). Адекватная гибкость должна быть обеспечена в маленькой линии, которая отходит от крупной напорной трубы, чтобы учесть термическое расширение и другие движения более крупной линии (смотрите параграф 319.6).

(d). Если ребра, косынки или хомуты используются для того, чтобы увеличить прочность патрубка, их площади не могут учитываться как составная часть площади усиления, определенной в параграфах 304.3.3(c) или 304.3.4(f). Однако, ребра или косынки могут использоваться для увеличения прочности по давлению патрубка вместо усиления, описанного в параграфах 304.3.3 и 304.3.4, если проект квалифицируется в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

(е). Для патрубков, которые не удовлетворяют требованиям параграфа 304.3.1(b), необходимо использовать интегральное усиление, усиление полно-окружного типа или другие средства усиления.

304.3.6. Патрубки, находящиеся под внешним давлением. Проектирование по давлению для патрубка, подверженного воздействию внешнего давления, может определяться в соответствии с

Таблица 304.4.1.

Ссылки на Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением для запорных элементов.

Тип запорного элемента	Вогнутый по отношению к давлению	Выпуклый по отношению к давлению
Эллиптический	UG-32.(d)	UG-33.(d)
Коробовой	UG-32.(e)	UG-33.(e)
Полусферический	UG-32.(f)	UG-33.(c)
Конический (без шарнира)	UG-32.(g)	UG-33.(f)
Ториконический	UG-32.(h)	UG-33.(f)
Плоский (давление с любой стороны)	UG-34	

Замечание:

(1). Номера параграфов взяты из Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1.

требованиями параграфа 304.3.1, с использованием требований к площади усиления, взятым из параграфа 304.3.3.(b).

304.4. Запорные элементы.

304.4.1. Общие положения.

(a). Запорные элементы, которые не соответствуют требованиям параграфа 303 или 304.4.1(b), должны квалифицироваться в соответствии с параграфом 304.7.2.

(b). Для материалов и условий проектирования, охватываемых Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, запорные элементы могут проектироваться в соответствии с правилами указанного документа и рассчитываться по уравнению (13):

$$t_m = t + c \quad (13)$$

где:

t_m = минимальная требуемая толщина, включая механический допуск, допуск на коррозию и эрозию.

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная для типа запорного элемента и направления нагрузки, показанных в Таблице 304.4.1, за исключением того, что символами, используемыми для определения t должны быть:

E = то же самое, что и в параграфе 304.1.1.

P = расчетное избыточное давление;

S = то же самое, что и в параграфе 304.1.1.

c = сумма допусков, определенных в параграфе 304.1.1.

304.4.2. Отверстия в запорных элементах .

(a). Правила в параграфах с 304.4.2(b) по 304.4.2(g) применяются к отверстиям, которые не больше, чем половина внутреннего диаметра запорного элемента, как определено в Разделе VIII, Подраздел 1, параграф UG-36. Запорный элемент с большим отверстием должен проектироваться как редуктор в соответствии с параграфом 304.6 или, если запорный элемент плоский, как фланец в соответствии с параграфом 304.5.

(b). Запорный элемент ослабляется за счет отверстия и, если только толщина запорного элемента не превышает значительно толщину, которая требуется для удержания давления, необходимо обеспечивать дополнительное усиление. Потребность в усилении и количество требуемого усиления должны определяться в соответствии с подпараграфами, приведенными ниже, за исключением того, что должно считаться, что отверстия имеет адекватное усиление, если отводное присоединение удовлетворяет требованиям, указанным в параграфах 304.3.2(b) или (c)

(c). Усиление для отверстия в запорном элементе должно быть размещено так, чтобы площадь усиления на каждой стороне отверстия (с учетом любой плоскости, проходящей через центр отверстия, нормальной к поверхности запорного элемента) была равна, по крайней мере, половине требуемой площади в этой плоскости.

(d). Общая площадь в поперечном сечении, требуемая для усиления в любой заданной плоскости, проходящей через центр отверстия, должна быть не меньше, чем определено в параграфах UG-37(b), UG-38 и UG-39.

(e). Площадь усиления и зона усиления должны рассчитываться в соответствии с параграфом 304.3.3 или 304.3.4, рассматривая нижний индекс h и другие ссылки на напорную трубу или коллектор как относящиеся к запорному элементу. Когда запорный элемент искривлен, границы зоны усиления должны следовать контуру запорного элемента, а размеры зоны усиления должны измеряться параллельно и перпендикулярно к поверхности запорного элемента.

(f). Если два или больше отверстий должны быть устроены в запорном элементе, правила, указанные в параграфах 304.3.3 и 304.3.4 для усиления групповых отверстий, должны применяться при проектировании.

(g). Дополнительные факторы проектирования для патрубков, обсужденные в параграфе 304.3.5, должны равно применяться к отверстиям в запорных элементах.

304.5. Проектирование фланцев и заглушек по давлению.

304.5.1. Фланцы – Общие положения.

(a). Фланцы, изготовленные не в соответствии с параграфом 303 или 304.5.1(b) или (c), должны квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

(b). фланец может проектироваться в соответствии с требованиями, указанными в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение 2, с использованием допустимых напряжений и температурных ограничений, указанных в Сборнике B31.3. Условные обозначения должны быть такими, как указано в Приложении А, за исключением следующего:

P = расчетное избыточное давление;

S_a = расчетное напряжение болтового крепления при атмосферной температуре;

S_b = расчетное напряжение болтового крепления при расчетной температуре;

S_f = произведение SE (значения напряжения S и соответствующего коэффициента качества E из Таблицы A-1A или A-1B) для материала фланца или трубы. Смотрите параграф 302.3.2(e);

(c). Правила, указанные в пункте (b) выше, не применимы к

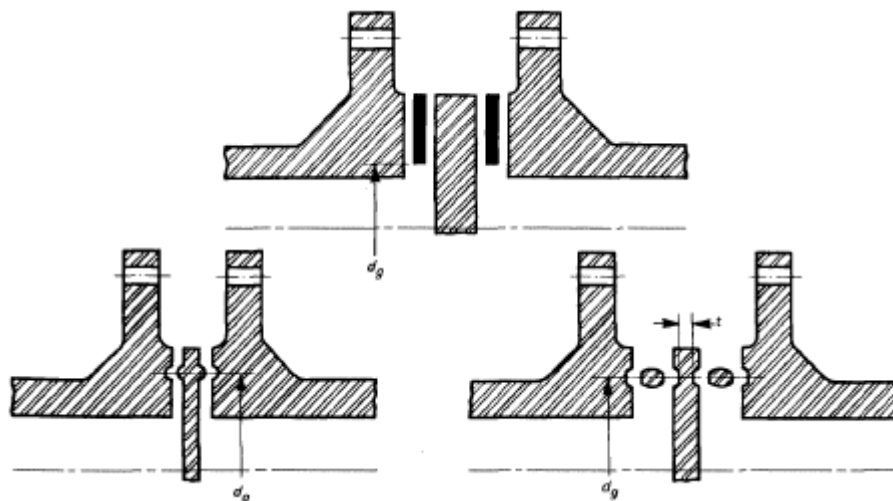


Рисунок 304.5.3. Заглушки.

фланцевым соединениям, имеющим прокладку, которая выступает за пределы болтов (обычно до внешнего диаметра фланца). Для фланцев, которые образуют плотный контакт за пределами болтов, должны использоваться правила, указанные в Разделе VIII, Подраздел 1, Приложение Y.

(d). Смотрите Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение S, чтобы узнать о факторах, применимых к болтовым креплениям.

304.5.2. Слепые фланцы.

(a). Слепые фланцы, изготовленные не в соответствии с параграфом 303 и 304.5.2(b), должны квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

(b). Слепой фланец может проектироваться в соответствии с уравнением (14). Минимальная толщина, с учетом отрицательного допуска производителя, должна быть не меньше, чем t_m :

$$t_m = t + c \quad (14)$$

Чтобы рассчитать t , могут использоваться правила Раздела VIII, Подраздел 1, параграф UG-34 со следующими изменениями в условных обозначениях:

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная для заданных типов слепых фланцев, с использованием соответствующих уравнений для болтовых плоских крышек в параграфе UG-34;

c = сумма допусков, определенных в параграфе 304.1.1;

P = внутреннее или внешнее расчетное избыточное давление;

S_f = произведение SE (значения напряжения S и соответствующего коэффициента качества E из Таблицы

A-1A или A-1B) для материала фланца. Смотрите параграф 302.3.29e).

304.5.3. Заглушки. Минимальная требуемая толщина постоянной заглушки (репрезентативные конфигурации показаны на рисунке 304.5.3) должна рассчитываться в соответствии с уравнением (15):

$$t_m = d_g \sqrt{\frac{3P}{16SE}} + c \quad (15)$$

где:

d_g = внутренний диаметр прокладки для фланцев с рельефной или плоской лицевой поверхностью, или диаметр расточки под прокладку для муфтовых соединений и полностью несъемных фланцев с прокладками;

E = то же самое, что и в параграфе 304.1.1;

P = расчетное избыточное давление;

S = то же самое, что и в параграфе 304.1.1;

c = сумма допусков, определенная в параграфе 304.1.1.

304.6. Редукторы.

304.6.1. Концентричные редукторы.

(a). Концентричные редукторы, изготовленные не в соответствии с параграфом 303 или 304.6.1(b), должны квалифицироваться в соответствии с требованиями, указанными в параграфе 304.7.2.

(b). Концентричные редукторы, сделанные с коническим сечением или сечением с кривизной с переменной знака, или с комбинацией таких сечений,

должны проектироваться в соответствии с правилами для конических и ториконических запорных элементов, указанных в параграфе 304.4.1.

304.6.2. Эксцентричные редукторы. Эксцентричные редукторы, изготовленные не в соответствии с параграфом 303, должны квалифицироваться в соответствии с параграфом 304.7.2.

304.7. Проектирование других компонентов по давлению.

304.7.1. Компоненты, включенные в список. Другие компоненты, удерживающие давление, изготовленные в соответствии со стандартами, указанными в Таблице 326.1, могут использоваться в соответствии с параграфом 303.

304.7.2. Компоненты и элементы, не включенные в список. Проектирование по давлению для компонентов и других элементов трубопроводной системы, которые не были включены в список, к которым не применяются правила, указанные где-либо в параграфе 304, должно основываться на расчетах, отвечающих критериям проектирования, указанным в этом Сборнике. Эти расчеты должны быть подтверждены одним или более средствами, указанными в параграфах 304.7.2(a), (b), (c) и (d), с учетом применимых динамических, термических и циклических эффектов, указанных в параграфах с 301.4 по 301.10, а также с учетом термического удара. Расчеты и документы, показывающие соответствие требованиям параграфов 304.7.2(a), (b), (c) или (d) и (e), должны предоставляться владельцу для одобрения:

- (a). обширный, успешный опыт эксплуатации при сравнимых условиях с аналогично соразмерными компонентами из такого же или похожего материала;
- (b). экспериментальный анализ напряжения, такой как описан в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, Приложение 6;
- (c). Контрольные испытания в соответствии либо с ASME B16.9, либо MSS SP-97, либо Разделом VIII, Подраздел 1, параграф UG-101;
- (d). подробный анализ напряжения (например, метод конечного элемента) с результатами, оцененными как описано в Разделе VIII, Подраздел 2, Приложение 4, Статья 4-1. Базовое допустимое напряжение из Таблицы A-1 должно использоваться вместо S_m в Подразделе 2. При расчетных температурах в диапазоне ползучести, рассмотрение дополнительных факторов, лежащих за пределами сферы действия Подраздела 2, может оказаться необходимым;
- (e). для всех пунктов, указанных выше, проектировщик может проводить интерполяцию между указанными размерами, толщинами стенок и классами давления и может определять аналоги среди родственных материалов.

304.7.3. Металлические компоненты с неметаллическими деталями, содержащими давление. Компоненты, которые не охвачены стандартами, перечисленными в Таблице 326.1, в которых и металлические, и неметаллические детали удерживают давление, должны оцениваться с помощью применимых требований параграфа A304.7.2, а также с помощью применимых требований параграфа 304.7.2.

304.7.4. Трубные компенсаторы.

- (a). *Металлические сильфонные трубные компенсаторы.* Проект трубных компенсаторов, сильфоного типа, должен выполняться в соответствии с Приложением X. Смотрите также Приложение F, параграф F304.7.4, в которых подробней описывается проектирование таких элементов.
- (b). *Трубные компенсаторы съемного типа.*

(1). Элементы, содержащие давление, должны изготавливаться в соответствии с требованиями параграфа 318 и другими применимыми требованиями этого Сборника.

(2). Внешние трубные нагрузки не должны вызвать избыточного изгибания соединения.

(3). Эффективная площадь упора давления должна рассчитываться с использованием внешнего диаметра трубы (c). *Другие типы трубных компенсаторов.* Проект других типов трубных компенсаторов должен квалифицироваться в соответствии с требованиями, указанными в параграфе 304.7.2.

ЧАСТЬ 3.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ.

305. ТРУБА.

Труба включает компоненты, обозначенные как "трубка" или "трубки" в технических требованиях к материалам, когда они используются под давлением.

305.1. Общие положения.

Трубы, включенные в список, могут использоваться в нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, как указано в параграфах 305.2.1 и 305.2.2. Трубы, не включенные в список, могут использовать только в соответствии с условиями, указанными в параграфе 302.2.3.

305.2. Особые требования

305.2.1. Трубы для Категории D условий эксплуатации по технологической среде. Следующие трубы из углеродистой стали могут использоваться только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде:

API 5L, Сваренные встык в печи

ASTM A53, Type F

ASTM A134, изготовленная из листов, отличных от ASTM A285.

305.2.2. Трубы, требующие мер безопасности. Когда следующие трубы из углеродистой стали используются для условий эксплуатации, отличных от Категории D, для них должны быть предусмотрены меры безопасности: ASTM A134, изготовленные из листов ASTM A285
ASTM A139.

305.2.3. Трубы для жестких циклических условий. Только следующие трубы⁷ могут использоваться при жестких циклических условиях:

⁷ Коэффициенты качества литья или соединения E_c или E_j , указанные для литой или сварной трубы, которые не соответствуют коэффициентам E в Таблице A-1A или A-1B, установлены в соответствии с параграфом 302.3.3 и 3.2.3.4

(a). Трубы из углеродистой стали.

API 5L, Grade A или B, бесшовные;
 API 5L, Grade A или B, сваренные с помощью процесса SAW, узкий валик, $E_j \geq 0.95$;
 API 5L, Grade X42, бесшовные;
 API 5L, Grade X46, бесшовные;
 API 5L, Grade X52, бесшовные;
 API 5L, Grade X56, бесшовные;
 API 5L, Grade X60, бесшовные;
 ASTM A53, бесшовные;
 ASTM A106;
 ASTM A333, бесшовные;
 ASTM A369;
 ASTM A381, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A524;
 ASTM A671, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A672, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A691, $E_j \geq 0.90$;

(b). Трубы из низколегированной или среднелегированной стали.

ASTM A333, бесшовные;
 ASTM A335;
 ASTM A369;
 ASTM A426, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A671, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A672, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A691, $E_j \geq 0.90$;

(c). Трубы из сплава с нержавеющей сталью.

ASTM A268, бесшовные;
 ASTM A312, бесшовные;
 ASTM A358, $E_j \geq 0.90$;
 ASTM A376;
 ASTM A451, $E_j \geq 0.90$.

(d). Трубы из меди и медного сплава.

ASTM B42;
 ASTM B466;

(e). Трубы из никеля и никелевого сплава.

ASTM B161;
 ASTM B165;
 ASTM B167;
 ASTM B407.

(f). Трубы из алюминиевого сплава.

ASTM B210, Закалка 0 и H112;
 ASTM B241, Закалка 0 и H112.

306. ФИТИНГИ, КОЛЕНА, СОСТАВНЫЕ КОЛЕНА, НАХЛЕСТКИ И ПАТРУБКИ.

Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки могут использоваться в соответствии с требованиями, указанными в параграфах с 306.1 по 306.5. Труба и другие материалы, использованные в таких компонентах, должны быть пригодными для процесса изготовления или сборки и для технологической среды.

306.1. Трубные фитинги.

306.1.1. Фитинги, включенные в список. Фитинги, включенные в список, могут использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде в соответствии с параграфом 303.

306.1.2. Фитинги, не включенные в список. Фитинги, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с условиями, указанными в параграфе 302.2.3.

306.1.3. Особые фитинги.

(a). Патентованные сварные фитинги отводных патрубков, которые успешно прошли контрольные испытания как описано в ASME B16.9, MSS SP-97 или Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, параграф UG-101, могут использоваться в пределах их установленных номинальных характеристик.

(b). Толщина нахлестки патентованных сваренных встык фитингов на укороченных концах соединений внахлестку "Типа С", должна отвечать требованиям параграфа 306.4.2 для развальцованных нахлесток.

306.1.4. Фитинги для жестких циклических условий.

(a). Только следующие фитинги могут использоваться при жестких циклических условиях:

- (1). Кованные;
- (2). катанные, с коэффициентом $E_j \geq 0.90^8$, или
- (3). литые с коэффициентом $E_c \geq 0.90^8$.

(b). Фитинги, отвечающие требованиям MSS SP-43, MSS SP-119 и патентованные сваренные встык фитинги на укороченных концах соединений внахлестку, "Типа С", не должны использоваться при жестких циклических условиях.

306.2. Трубные колена.

306.2.1. Общие положения. Трубное колено, изготовленное в соответствии с требованиями параграфов 332.2.1 и 332.2.2 и проверенные по давлению в соответствии с параграфом 304.2.1, пригодны для использования в таких условиях эксплуатации, что и труба, из которых они сделаны.

306.2.2. Гофрированные и другие колена. Колена других типов (таких как складчатое или гофрированное колено) должны квалифицироваться в рамках проектирования по давлению, как требуется в параграфе 304.7.2.

306.2.3. Колена для жестких циклических условий. Трубное колено, спроектированное как складчатое или гофрированное, не должно использовать при жестких циклических условиях.

306.3. Составные колена.

306.3.1. Общие положения. За исключением случаев, указанных в параграфе 306.3.2, составное колено, изготовленное в соответствии с требованиями параграфа 304.2.3 и сваренное в соответствии с требованиями параграфа 311.1, пригодно для использования в нормальных условиях эксплуатации по технологической среде.

⁸ Смотрите параграфы 302.3.3 и 302.3.4

306.3.2. Составные колена для Категории D условий эксплуатации по технологической среде. Составное колено, которое образует изменение направления в одинарном соединении (угол α на рисунке 304.2.3) больше чем на 45 градусов, или которое сварено в соответствии с параграфом 311.2.1, может использоваться только в условиях эксплуатации по технологической среде Категории D.

306.3.3. Составные колена для жестких циклических условий. Составное колено, которое должно использоваться при жестких циклических условиях, должно изготавливаться в соответствии с параграфом 304.2.3 и должно свариваться в соответствии с параграфом 311.2.2, и должно иметь угол α (смотрите рисунок 304.2.3) ≤ 22.5 градуса.

306.4. Нахлестки.

Следующие требования не применяются к фитингам, удовлетворяющим требованиям параграфа 306.1, особенно фитингам на укороченном торце трубы в соединениях внахлестку, удовлетворяющим требованиям ASME B16.9, а также не применяются к нахлесткам, цельно горячекованным на трубных торцах, за исключением случаев, указанных в параграфах 306.4.3 и 306.4.4(a).

306.4.1. Сборные Нахлестки. Сборная нахлестка пригодна для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии, что все следующие требования удовлетворены:

- внешний диаметр нахлестки должен быть в пределах допусков по размерам соответствующего укороченного торца соединения внахлестку ASME B16.9.
- Толщина нахлестки должна быть равна, по крайней мере, номинальной толщине стенки трубы, к которой она крепится
- Материал нахлестки должен быть указан в Таблице A-1 и должен иметь допустимое напряжение, по крайней мере, равное допустимому напряжению трубы.
- Сварка должна проводиться в соответствии с параграфом 311.1, а монтаж должен проводиться в соответствии с параграфом 328.5.5.

306.4.2. Развальцованные нахлестки. Смотрите параграф 308.2.5, в котором указаны требования к перекрывающимся фланцам, предназначенным для использования в развальцованных нахлестках. Развальцованная нахлестка пригодна для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии, что все следующие требования удовлетворены.

- Используемая трубы должна быть трубой из технического требования и класса, указанных в Таблице A-1, пригодной для формовки без трещин, поверхностного перекашивания и других дефектов.
- Внешний диаметр нахлестки должен быть в пределах допусков по размерам соответствующего укороченного торца соединения внахлестку ASME B16.9.
- Радиус галтели не должен превышать 3 миллиметров (1/8 дюйма).
- Толщина нахлестки в любой точке должна быть равна, по крайней мере, 95% от минимальной толщины стенки трубы T, умноженное на отношение внешнего диаметра трубы к диаметру, на котором измеряется толщина нахлестки.
- Проектирование по давлению должно квалифицироваться, как требуется в параграфе 304.7.2.

306.4.3. Кованые нахлестки. Нахлестка, цельно горячекованная на трубном торце, пригодна для нормальных

условий эксплуатации по технологической среде, только кода удовлетворены требования параграфа 332. Ее размеры должны соответствовать размерам для укороченных торцов соединений внахлестку, приведенных в ASME B16.9.

306.4.4. Нахлестки для жестких циклических условий.

- Кованая нахлестка укороченного торца соединения внахлестку согласно параграфу 306.1 или нахлестка цельно горячекованная на трубном торце согласно параграфу 306.4.3, может использоваться при жестких циклических условиях.
- Сборная нахлестка, которая должна использоваться при жестких циклических условиях, должна удовлетворять требованиям параграфа 306.4.1, за исключением того, что сварка должна проводиться в соответствии с параграфом 311.2.2. Сборная нахлестка должна удовлетворять требованиям, показанным на рисунке 328.5.5, схемы (d) или (e).
- Развальцованная нахлестка не допускается для эксплуатации при жестких циклических условиях..

306.5. Сборные патрубковые присоединения.

Следующие требования не применяются к фитингам, удовлетворяющим требованиям параграфа 306.1.

306.5.1. Общие положения. Сборное патрубковое присоединение, сделанное и проверенное в соответствии с проектированием по давлению, в соответствии с требованиями параграфа 304.3. и сваренное в соответствии с требованиями параграфа 311.1, пригодно для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде.

306.5.2. Сборные патрубковые присоединения для жестких циклических условий. Сборное патрубковое присоединение, которое должно использоваться при жестких циклических условиях, должно удовлетворять требованиям параграфа 306.5.1, за исключением того, что сварка должна выполняться в соответствии с параграфом 311.2.2, а монтаж должен ограничиваться требованиями, показанным на рисунке 328.5.4D, схемы (2) или (4) или на рисунке 328.5.4.E.

307. КЛАПАНЫ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Следующие требования к клапанам должны быть также применимы и удовлетворены для других компонентов трубопроводной системы, содержащих давление, такие как ловушки, фильтры грубой очистки и сепараторы. Смотрите также Приложение F, параграфы F301.4 и F307.

307.1. Общие положения.

307.1.1. Клапаны, включенные в список. Клапан, включенный в список, пригоден для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, за исключением случаев, указанных в параграфе 307.2.

307.1.2. Клапаны, не включенные в список. Клапаны, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с параграфом 302.2.3. Если только номинальные характеристики по давлению-температуре не были установлены с помощью метода, указанного в Приложении F к ASME B16.34,

Таблица 308.2.1.

Допустимые размеры/Классы номинальных показателей для съёмных фланцев, используемых как перекрывающиеся фланцы¹

Номинальный показатель		Максимальный размер фланца	
PN	Класс	DN	NPS
20	150	300	12
50	300	200	8

Замечание:

(1). Реальная толщина фланца на окружности болта должна быть, по крайней мере, равна минимальной требуемой толщине фланца в ASME B16.5.

проектирование по давлению должно квалифицироваться, как требуется в параграфе 304.7.2.

307.2. Особые требования.

Клапан с болтовой крышкой, чья крышка крепиться к корпусу менее чем 4 болтами, или с использованием П-образного болта, может использоваться только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде.

308. ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ФЛАНЦЕВАЯ ТОРЦОВКА И ПРОКЛАДКИ.

308.1. Общие положения.

308.1.1. Компоненты, включенные в список. Фланец, заглушка или прокладка, включенные в список, пригодны для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, за исключением случаев, указанных в любом месте параграфа 308.

308.1.2. Компоненты, не включенные в список. Фланец, заглушка или прокладка, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с параграфом 302.2.3.

308.2. Особые требования к фланцам.

Смотрите Приложение F, параграфы F308.2 и F312.

308.2.1. Съёмные фланцы.

(а). Съёмный фланец должен быть сварен двойным сварным швом, как показано на рисунке 328.5.2В, когда:

(1). во время эксплуатации он подвергается сильной эрозии, щелевой коррозии или циклической нагрузке;

(2). технологическая среда огнеопасна, токсична или вредна для человеческих тканей;

(3). он эксплуатируется при жестких циклических условиях;

(4). он эксплуатируется при температурах ниже -101°C (-150°F);

(б). Использование съёмного фланца следует избегать, когда ожидается большое количество крупных температурных циклов, особенно если фланцы не изолированы.

(с). *Съёмные фланцы как перекрывающиеся фланцы.* Съёмный фланец может использоваться, как перекрывающийся фланец только как показано в Таблице 308.2.1, если только проектирование по давлению не

квалифицируется в соответствии с требованиями параграфа 304.5.1. Угловой радиус или фаска должны соответствовать одному из следующих требований (в зависимости от применимости):

(1). Для укороченного торца соединений в нахлестку ASME B16.9 или ковеной нахлестки (смотрите параграф 306.4.3) угловой радиус должен быть таким, как указано в ASME B16.5, Таблицы 9 и 12, размер г;

(2). для сборной нахлестки, угловая фаска должна быть по крайней мере равна номинальной толщине трубы, к которой крепится нахлестка (смотрите Рисунок 328.5.5);

(3). для развальцованной нахлестки смотрите параграф 308.2.5.

308.2.2. Фланцы раструбных стыков. Фланец, имеющий раструбную вставку, должен отвечать требованиям, предъявляемым к раструбным стыкам в параграфе 313.

308.2.3. Муфтовый сварной фланец и резьбовой фланец. Муфтовый сварной фланец должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к муфтовой сварке в параграфе 211.2.4. Резьбовой фланец должен удовлетворять требованиям, предъявляемым к резьбовым соединениям в параграфе 314.4.

308.2.4. Фланцы для жестких циклических условий. Если только фланец не защищен особыми мерами безопасности, фланец, который должен использоваться при жестких циклических условиях, должен быть сварной горловиной, удовлетворяющей требованиям ASME B16.5 или ASME B16.47, или соразмерным фланцам, спроектированным в соответствии с параграфом 304.5.1.

308.2.5. Фланцы для развальцованных металлических нахлесток. Для фланца, используемого в развальцованной металлической нахлестке (смотрите параграф 306.4.2), пересечение лицевой поверхности и расточки должно быть скошено или округленно примерно на 3 миллиметра ($1/8$ дюйма). Смотрите также параграф 308.2.1(с).

308.3. Фланцевая торцовка.

Фланцевая торцовка должна быть пригодной для запланированного вида эксплуатации и пригодной для используемой прокладки и болтового крепления.

308.4. Прокладки.

Прокладки должны выбираться так, чтобы требуемая седельная нагрузка была сравнимой с номинальной характеристикой фланца и торцовкой фланца, прочностью фланца и его болтовым креплением. Материалы должны быть пригодными для условий эксплуатации. Смотрите также Приложение F, параграф F308.4.

309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

Болтовое крепление включает в себя болты, болтовые шпильки, шпильки, винты с головками, гайки и шайбы. Смотрите также Приложение F, параграф F309.

309.1. Общие положения.

309.1.1. Болтовые крепления, включенные в список. Болтовые крепления, включенные в список, пригодны для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, за исключением случаев, указанных где-либо в тексте параграфа 309.

309.1.2. Болтовые крепления, не включенные в список. Болтовые крепления, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с требованиями параграфа 302.2.3.

309.1.3. Болтовое крепление для компонентов. Болтовое крепление для компонентов, удовлетворяющее стандарту, включенному в список, должно быть в соответствии с этим стандартом, если указано в нем.

309.1.4. Критерии выбора. Выбранное болтовое крепление должно быть адекватным, чтобы крепить прокладку и поддерживать герметичность соединения при всех расчетных условиях.

309.2. Особое болтовое крепление.

309.2.1. Болтовое крепление с низким пределом текучести. Болтовое крепление, имеющее указанный минимальный предел текучести меньше чем 207 МПа (30 ksi), не должно использоваться для фланцевых соединений, имеющих номинальный показатель PN 68 (Class 400) или выше по ASME B16.5, а также не должно использоваться для фланцевых соединений, использующих металлические прокладки, если только расчеты не продемонстрировали адекватную прочность для поддержания герметичности соединения.

309.2.2. Болтовое крепление из углеродистой стали. За исключением положений, накладывающих ограничения, включенных в другие параграфы этого Сборника, болтовое крепление из углеродистой стали может использоваться с неметаллическими прокладками во фланцевых соединениях, имеющих номинальный показатель PN 50 (Class 300) и ниже, по ASME B16.5 для температур металла болтового крепления от -29°C до 204°C (от -20°F до 400°F) включительно. Если болты гальванизированы, должны использоваться тяжелые шестигранные гайки с соответствующей резьбой.

309.2.3. Болтовое крепление для комбинаций металлических фланцев. Любое болтовое крепление, которое удовлетворяет требованиям параграфа 309, может использоваться в любой комбинации материалов и торцовок фланца. Если фланец соответствует техническим требованиям ASME B16.5, ASME B16.24, MSS SP-42 или MSS SP-51, материал болтового крепления должен быть не прочнее, чем болтовое крепление с низким пределом текучести, если только:

- (а) оба фланца не имеют плоские лицевые торцы и не используется плоская лицевая прокладка, или
- (б) последовательность и предел затяжки болта не указаны с учетом долговременных нагрузок, напряжений смещения и случайных нагрузок (смотрите параграфы 302.3.5 и 302.3.6) и прочности фланцев.

309.2.4. Болтовое крепление для жестких циклических условий. Болтовое крепление с низким пределом текучести (смотрите параграф 309.2.1) не должно

использоваться для фланцевых соединений при жестких циклических условиях.

309.3. Резьбовые отверстия.

Резьбовые отверстия для болтового крепления, удерживающего давление, в металлических компонентах трубопроводной системы должны быть достаточно глубокими, чтобы резьбовое сцепление было, по крайней мере, равно семи восьмым номинального диаметра резьбы.

ЧАСТЬ 4.**ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.****310. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Трубные соединения должны выбираться так, чтобы соответствовать материалу трубопровода и условиям эксплуатации по технологической среде с учетом герметичности и механической прочности соединений при ожидаемых эксплуатационных и испытательных условиях по давлению, температуре и внешним нагрузкам.

311. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Соединения могут выполняться с помощью сварки на любом материале, для которого возможно провести квалификацию сварочных процедур, сварщиков и операторов сварочных автоматов в соответствии с правилами Главы V.

311.1. Общие положения.

За исключением случаев, указанных в параграфах 311.2.1 и 311.2.2, сварные швы должны отвечать следующим требованиям:

- (а) Сварка должна проводиться в соответствии с параграфом 328;
- (б) Предварительный нагрев и термическая обработка должны быть выполнены в соответствии с параграфами 330 и 331 соответственно;
- (с) Исследование должно быть проведено в соответствии с параграфом 341.4.1.
- (д) Критерии приемлемости должны быть такими, как указаны в Таблице 341.3.2 для нормальных условий эксплуатации по технологической среде.

311.2. Особые требования.

311.2.1. Сварные швы для Категории D условий эксплуатации по технологической среде. Сварные швы должны удовлетворять требованиям параграфа 311.1, но те сварные швы, для которых исследование проводится в соответствии с требованиями параграфа 341.4.2, а критерии приемлемости взяты из таблицы 341.3.2 для Категории D условий эксплуатации по технологической среде, могут использоваться только для таких условий эксплуатации.

311.2.2. Сварные швы для жестких циклических условий. Сварные швы для использования при жестких циклических условиях должны удовлетворять требованиям параграфа 311.1, за исключением того, что исследование должно проводиться в соответствии с требованиями параграфа 341.4.3, а

критериями приемлемости должны быть критерии, указанные в Таблице 341.3.2 для жестких циклических условий.

311.2.3. Подкладочные кольца и плавкие вставки.

(а). Если подкладочное кольцо используется там, где образующаяся щель является нежелательной (например, подвергается коррозии, вибрации или жестким циклическим условиям), оно должно быть удалено, а внутренняя поверхность соединения должна быть отполирована до гладкого состояния. Когда непрактично удалить подкладочное кольцо, в таком случае, следует рассмотреть возможность использования сварки без подкладочного кольца или использование плавкой вставки или съемного неметаллического подкладочного кольца.

(б). Разъемные подкладочные кольца не должны использоваться при жестких циклических условиях.

311.2.4. Муфтовая сварные швы.

(а). Использование муфтовых сварных соединений (смотрите параграф 328.5.2) следует избегать при любых условиях эксплуатации, при которых могут возникать щелевая коррозия или сильная эрозия.

(б). Муфтовые сварные соединения должны удовлетворять следующим условиям:

(1). Размеры муфты должны соответствовать ASME B16.5 для фланцев и ASME B16.11 или MSS SP-119 для других компонентов муфтовой сварки;

(2). Размеры сварного шва должны быть не меньше, чем размеры, показанные на Рисунках 328.5.2B и 328.5.2C.

(с). Муфтовые сварные швы большие, чем DN50 (NPS 2) не должны использоваться при жестких циклических условиях.

(д). Водоспуск или байпас в компоненте может крепиться с помощью муфтовой сварки, при условии, что размеры муфты соответствуют размерам, показанным на рисунке 4 в ASME B16.5.

311.2.5. Угловые сварные швы.

(а). Угловые сварные швы, выполненные в соответствии с параграфом 328.5.2, могут использоваться как первичные сварные швы для прикрепления компонентов муфтовой сварки и съемных фланцев.

(б). Угловые сварные швы могут также использоваться для прикрепления усиления и конструкционных принадлежностей, чтобы усилить прочность или уменьшить концентрацию напряжения первичных сварных швов и чтобы предотвратить разборку соединений.

311.2.6. Герметизирующие сварные швы.

Герметизирующие сварные швы (смотрите параграф 328.5.3) могут использоваться, только чтобы предотвращать утечку из резьбовых соединений и не должны рассматриваться, как укрепляющие какую-либо прочность соединений.

312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

312.1. Соединения, использующие фланцы с различными номинальными характеристиками.

Там, где фланцы с разными номинальными характеристиками скрепляются вместе болтовым

креплением, номинальный показатель соединения не должен превышать номинальный показатель фланца с меньшим номинальным показателем. Затяжка болта должна быть ограничена так, чтобы избыточные нагрузки не налагались на фланец с меньшим номинальным показателем, при попытке добиться герметичного соединения.

312.2. Фланцевые соединения металла к неметаллу.

Там, где металлический фланец крепится болтами к неметаллическому фланцу, оба фланца должны иметь плоскую торцовку. Предпочтительно использование прокладки с полной лицевой поверхностью. Если используется прокладка, которая доходит только до внутреннего края болтов, затяжка болта должна быть ограничена, так чтобы не произошло перенапряжение неметаллического фланца.

313. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ.

(а). Раструбные стыки не должны использоваться при жестких циклических условиях. Для других условий эксплуатации, адекватные меры должны быть приняты, чтобы предотвратить рассоединение. Если среда является токсичной или наносящей вред человеческим тканям, требуется принятие мер предосторожности.

(б). Следует обратить внимание на герметичность раструбных стыков, когда они подвергаются вибрации, дифференциальному расширению или сжатию в результате температурных циклов или внешних механических нагрузок.

314. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

314.1. Общие положения.

Резьбовые соединения пригодны для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, за исключением случаев, указанных где-либо в тексте параграфа 314. Они могут использоваться при жестких циклических условиях, только как указано в параграфах 314.2.1(с) и 314.2.2

(а). Использование резьбовых соединений необходимо избегать при любых условиях эксплуатации, при которых может иметь место щелевая коррозия, сильная эрозия или циклические нагрузки.

(б). Когда резьбовые соединения подлежат герметизирующей сварке, замазка для резьбовых соединений не должна использоваться.

(с). Размещение и устройство трубопроводных систем, использующих резьбовые соединения, должны (насколько это возможно) минимизировать напряжение на соединениях, уделяя особое внимание напряжениям, возникающим из-за термического расширения и работы клапанов (особенно клапана на свободном торце). Следует обеспечить меры по уравновешению сил, которые будут стремиться развинтить соединения.

(д). За исключением специально спроектированных соединений, использующих линзовые кольца или похожие прокладки, резьбовые фланцы, в которых трубные торцы проходят насквозь, чтобы служить прокладочной поверхностью, могут использоваться только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде.

Таблица 314.2.1.
Минимальная толщина компонентов с наружной резьбой¹

Условие эксплуатации и по технологической среде	Материал, чувствительный к надрезу	Диапазон размера (Замечание (2))		Минимальная толщина стенки (Замечание (3))
		DN	NPS	
Нормальное	Да (Замечание (4))	≤40	≤1 1/2	Регламент 80
		50	2	Регламент 40
		65-150	2 1/2 – 6	Регламент 40
Нормальное	Нет (Замечание (5))	≤50	≤2	Регламент 40S
		65-150	2 1/2 – 6	Регламент 40S
Категория D	Любой	≤300	≤12	Согласно параграфу 304.1.1

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Используйте большую величину из следующих: толщин, согласно параграфу 403.1.1, и толщина согласно этой Таблице.
- (2). Для размеров больше DN 50 (NPS 2), соединение должно быть обеспечено дополнительными мерами безопасности (смотрите Приложение G) для условий эксплуатации, в которых технологическая среда является огнеопасной, токсичной или наносящей вред человеческим тканям.
- (3). Номинальная толщина стенки приведена для Регламента 40 и Регламента 80 в ASME B36.10M и для Регламента 40S в ASME B36.19M.
- (4). Например, углеродистая сталь.
- (5). Например, аустенитная нержавеющая сталь..

314.2. Особые требования.

314.2.1. Соединения с конической резьбой. Требования в пунктах (а) – (с), ниже, применяются к соединениям, в которых резьба обоих сопряженных компонентов удовлетворяет требованиям ASME B1.20.1.

- Компоненты с наружной резьбой могут использоваться в соответствии с Таблицей 314.2.1 и ее Замечаниями.
- Компоненты с внутренней резьбой должны быть, по крайней мере, эквивалентными по прочности и ударной вязкости, резьбовым компонентам, указанным в Таблице 326.1.1, и в ином плане пригодными для данных условий эксплуатации.
- Резьбовые компоненты особого вида и назначения, которые не подвергаются нагрузкам со стороны внешних моментов, такие как колодцы термометров, могут использоваться при жестких циклических условиях..
- Соединительная муфта, которая имеет цилиндрическую резьбу, может использоваться только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде, и только с сопряженными компонентами, имеющими коническую резьбу.

314.2.2. Соединения с цилиндрической резьбой. Резьбовые соединения, в которых герметичность соединения обеспечивается за счет гнездовых поверхностей отличных от резьбы (например, соединение, включающее в себя торцы с наружной и внутренней резьбой, соединенные вместе с помощью резьбовой соединительной гайки, или другие

типовые конструкции, показанные на рисунке 335.3.3) могут использоваться. Если такие соединения используются при жестких циклических условиях и подвергаются нагрузкам со стороны внешних моментов, то требуется принятие мер предосторожности.

315. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ ДЛЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ.

315.1. Общие положения.

При выборе и применении развальцованных, неразвальцованных и компрессионного типа фитингов для насосно-компрессорных труб, проектировщик должен учитывать возможные неблагоприятные эффекты таких факторов, как сборка и разборка, циклическая нагрузка, вибрация, удар и термическое расширение и сжатие, действующих на соединение.

315.2. Соединения, удовлетворяющие перечисленным стандартам.

Соединения, использующие развальцованные, неразвальцованные или компрессионного типа фитинги для насосно-компрессорных труб, охваченные стандартами, включенными в список, могут использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии что:

- фитинги и соединения пригодны для труб, с которыми они будут использоваться (с учетом максимальной и минимальной толщины труб) и используются в пределах ограничений по давлению-температуре для фитинга и для соединения, и
- соединения имеют меры безопасности, когда используются при жестких циклических условиях.

315.3. Соединения, не удовлетворяющие перечисленным стандартам.

Соединения, использующие развальцованные, неразвальцованные или компрессионного типа фитинги для насосно-компрессорных труб, на включенные в Таблицу 326.1, могут использоваться в соответствии с требованиями параграфа 315.2, при условии, что выбранный тип фитингов также адекватен для давления и других нагрузок. Проект должен квалифицироваться в соответствии с параграфом 304.7.2.

316. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ ШВЫ.

Законопаченные швы, такие как колпаковые соединения, должны ограничиваться Категорией D, условий эксплуатации по технологической среде и температурой не выше 93°C (200°F). Они должны использоваться в пределах ограничений по давлению-температуре, налагаемых на соединение и трубу. Следует предпринять меры предосторожности, чтобы предотвратить плохое сцепление соединений, предотвратить перекашивание трубопровода и выдерживать поперечные реакции, вызванные патрубками или другими причинами.

317. СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯНЫЕ МЯГКИМ ПРИПОЕМ, И СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯНЫЕ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ.

317.1. Соединения, паяные мягким припоем

Соединения, паяные мягким припоем, должны быть в соответствии с положениями параграфа 333 и могут использоваться только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде. Соединения с угловым швом, сделанные из мягкого припоя, не допускаются. Низкая температура плавления припоя должна использоваться, когда ожидается возможное подвержение огню или повышенной температуры

317.2. Соединения, паяные твердым припоем, и соединения, сваренные с припоем

(а) Соединения, паяные твердым припоем, и соединения, сваренные с припоем, выполненные в соответствии с требованиями параграфа 333, пригодны для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде. Они должны иметь меры безопасности при использовании со средами, которые огнеопасны, токсичны или вредны для человеческих тканей. Они не должны использоваться при жестких циклических условиях. Температура плавления сплавов для пайки твердым припоем должна учитываться, когда возможно подвержение соединения огню.

(б) Соединения с угловым швом, сделанные из металла пайки твердым припоем, не допускаются.

318. ОСОБЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Особые соединения – это те соединения, которые не охвачены Главой II, Часть 4, такие как колпаковые соединения и соединения с компактным сальником.

318.1. Общие положения.

318.1.1. Соединения, включенные в список. Соединения, использующие компоненты, включенные в список, пригодны для нормальных условий эксплуатации по технологической среде.

318.1.2. Соединения, не включенные в список. Для соединений, которые используют компоненты, не включенные в список, проектирование по давлению должно квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа 304.7.2.

318.2. Особые требования.

318.2.1. Цельность соединения. Разделение соединения должно предотвращаться с помощью средств, которые имеют достаточную прочность, чтобы выдержать ожидаемые условия эксплуатации.

318.2.2. Блокировка соединений. Либо механическая, либо сварная блокировка должна использоваться, чтобы предотвратить разделение любого соединения, используемого с технологической средой, которая является огнеопасной, токсичной или наносящей вред человеческим тканям, любого соединения, которое будет использоваться при жестких циклических условиях, и любого соединения, которое будет подвергаться температурам в диапазоне ползучести.

318.2.3. Колпаковые и сальниковые типы соединений. Если они не охвачены требованиями параграфа 316, колпаковые и сальниковые соединения, используемые при жестких циклических условиях, требуют мер безопасности.

ЧАСТЬ 5.

ГИБКОСТЬ И ОПОРЫ.

319. ГИБКОСТЬ ТРУБОПРОВОДА.

319.1. Требования.

319.1.1. Базовые требования. Трубопроводные системы должны иметь достаточную гибкость, чтобы

предотвращать термическое расширение или сжатие или смещения трубопроводных опор и терминалов в результате:

(а) аварий трубопровода или опор из-за перенапряжения или усталости;

(б) утечек из соединений, или

(с) вредных напряжений и разрушений в трубопроводной системе и клапанах или в присоединенном оборудовании (насосах и турбинах, например) из-за избыточной осевой нагрузки и моментов в трубопроводной системе.

319.1.2. Особые требования. В параграфе 319, концепция, данные и методы даны для определения требований к гибкости в трубопроводной системе и для того, чтобы гарантировать, что система удовлетворяет всем этим требованиям. Вкратце, эти требования следующие:

(а) рассчитанный диапазон напряжений в любой точке, вызванных смещениями в системе, не должен превышать диапазон допустимых напряжений, установленный в параграфе 302.3.5;

(б) силы реакции, рассчитанные в параграфе 319.5, не должны наносить ущерб опорам или присоединенному оборудованию, и

(с) рассчитанное смещение трубопровода должно быть в пределах установленных ограничений и должным образом учтено при расчетах гибкости.

Если определяется, что трубопроводная система не имеет достаточной собственной гибкости, то средства для увеличения гибкости должны быть обеспечены в соответствии с параграфом 319.7.

319.2. Концепция.

Концептуальные характеристики анализа гибкости трубопроводной системы приведены в следующих параграфах. Особое внимание должно быть уделено смещениям (деформациям) в трубопроводной системе и результирующим сгибающим и крутящим напряжениям.

319.2.1. Деформации смещения

(а) *Термические смещения.* Трубопроводная система будет претерпевать изменения размеров при изменении температуры. Если трубопроводная система лишена возможности свободного расширения или сжатия из-за наличия присоединенного оборудования и фиксаторов, таких как направляющие и якоря, то она будет смещаться из своего неестественного положения.

(б) *Гибкость фиксаторов.* Если фиксаторы не считаются жесткими, то их гибкость может учитываться при определении диапазона напряжений смещения и реакций.

(с) *Смещения, наложенные извне.* Вызванные извне движения фиксаторов будут налагать смещения на трубопроводную систему в дополнение к смещениям, связанным с термическими эффектами. Движения могут происходить в результате приливных изменений (докерные трубопроводы), порывов ветра (например, трубопровод, поддерживаемый высокой тонкой опорой) или температурных изменений в присоединенном оборудовании.

Движения, связанные с осадкой земли, так как это однократный эффект, не будут существенно влиять на усталостный срок службы.

Диапазон напряжения смещения, больший чем допускается параграфом 302.3.5(d), может быть допустимым, если должное внимание уделено избежанию избыточной локальной деформации и торцевых реакций.

(d) *Общие деформации смещения.* термические смещения, реакционные смещения и вызванные извне смещения все имеют эквивалентный эффект на трубопроводную систему и должны учитываться совместно при определении общих деформаций смещений (пропорциональная деформация) в различных частях трубопроводной системы.

319.2.2. Напряжения смещения

(a) *Упругая работа.* Напряжения могут считаться пропорциональными общим деформациям смещения в трубопроводной системе, в которой деформации хорошо распределены и не являются избыточными ни в какой точке (сбалансированная система). Схема системы должна способствовать такому условию, которое предполагается в методах анализа гибкости, приведенных в этом Сборнике.

(b) *Перенапряженная работа.* Напряжения не могут считаться пропорциональными деформациями смещения в трубопроводной системе, в которой избыточное количество деформации может возникнуть в локализованных участках системы (несбалансированная система). Эксплуатация несбалансированной системы в диапазоне ползучести может усилить разрушительные эффекты аккумуляции деформации ползучести в большинстве чувствительных участков системы. Дисбаланс может произойти в результате одной или более причин, указанных ниже:

- (1) сильнонапряженные прогоны трубы маленького размера попеременно с прогонами крупных труб или относительно жестких труб
- (2) локальное уменьшение размера или толщины стенки, или локальное использование материала, имеющего пониженный предел текучести (например, кольцевые сварные швы с существенно более низкой прочностью, чем у базового металла)
- (3) линейная конфигурация системы равномерного размера, в которой расширение или сжатие могут хорошо поглощаться в коротком отводе от главной части прогона
- (4) вариация материала трубопровода или температуры в линии. Когда разницы в модулях эластичности в пределах трубопроводной системы будут существенно влиять на распределение напряжения, результирующие напряжения смещения должны рассчитываться исходя из реального модуля эластичности при соответствующих эксплуатационных температурах для каждого сегмента системы и затем умножаться на отношение модулей эластичности при окружающей температуре к модулям, использованным при анализе каждого сегмента.

Дисбаланс должен избегаться или минимизироваться за счет проектирования и размещения трубопроводных систем, особенно тех, которые используют материалы с низкой пластичностью. Многие из эффектов дисбаланса могут быть сглажены за счет селективного использования холодной упругости. Если дисбаланса избежать невозможно, проектировщик должен использовать подходящие аналитические методы в соответствии с параграфом 319.4, чтобы гарантировать адекватную гибкость, как определено в параграфе 319.1.

319.2.3. Диапазон напряжений смещения.

(a). В отличие от напряжений, вызванных продолжительными нагрузками, такими как внутреннее давление или вес, напряжения смещения разрешается достигать достаточного размера, чтобы вызвать местную пластическую деформацию в различных участках трубопроводной системы. Когда система сначала эксплуатируется при условии наибольшего смещения (наибольшей или наименьшей температуре или наибольшего налагаемого движения) по сравнению с его смонтированным состоянием, любая пластическая деформация или ползучесть вызывают уменьшение или ослабление напряжения. Когда система затем возвращается в свое исходное состояние (или в состояние, противоположное смещению), обратное движение и перераспределение напряжений возникает и самоотскакиванием. Оно похоже на холодную упругость по своему эффекту.

(b). В то время как напряжения, получающиеся в результате деформаций смещения, уменьшаются со временем из-за пластической деформации или текучести, алгебраическая разность между деформациями, в условии экстремального смещения и деформациями, в исходном состоянии (после монтажа) (или в любом ожидаемом состоянии с более сильным дифференциальным эффектом), остается существенно постоянной во время любого отдельно взятого цикла работы. Эта разница в деформациях производит соответствующий перепад напряжений, диапазон напряжений смещения, который используется как критерий при проектировании трубопроводной системы на гибкость. Смотрите параграф 302.3.5(d) в отношении допустимого диапазона напряжения S_A и параграф 319.4.4(a) в отношении рассчитанного диапазона напряжений S_E .

(c). Средние осевые напряжения (по поперечному сечению трубы) в результате действия продольных сил, вызванных деформациями смещения, обычно не учитываются при определении диапазона напряжений смещения, так как это напряжение незначительно в типичных схемах трубопроводных систем. В особых случаях, однако, учет средних осевых напряжений смещения становится необходимым. Примеры этого включают подземные линии, содержащие горячие среды, трубы с двойными стенками и параллельные линии с различными эксплуатационными температурами, соединенные вместе в более чем одной точке.

319.2.4. Холодная упругость. Холодная упругость – это намеренная деформация трубопровода во время сборки, чтобы вызвать желаемое исходное смещение и напряжение. Холодная упругость полезна тем, что она уравнивает величину напряжения при исходном состоянии и при состоянии экстремального смещения. Когда холодная деформация применяется правильно, имеется меньшая вероятность того, что перенапряжение возникнет во время изначальной эксплуатации; следовательно, она особенно рекомендуется для трубопроводных материалов с ограниченной пластичностью. Также имеет меньшее отклонение от монтажных размеров во время изначальной эксплуатации, так, что

подвески не будут смещены из своего исходного состояния слишком сильно.

Поскольку срок службы трубопроводной системы зависит больше от диапазона вариации напряжения, чем от величины напряжения в конкретный момент времени, при расчете диапазона напряжений не допускается каких-либо послаблений за счет холодной упругости. Однако, при расчете осевого давления и моментом, когда реальные реакции и их диапазон вариаций являются существенными, можно учитывать холодную упругость.

319.3. Свойства анализа гибкости.

Следующие параграфы затрагивают свойства материалов трубопроводной системы и их применение в анализе напряжений и гибкости трубопроводной системы.

319.3.1. Данные по термическому расширению.

(a). *Значения для диапазона напряжений.* Значения термических смещений, которые должны использоваться при определении общих деформаций смещения для расчета диапазона напряжений, должны определяться по Приложению С, как алгебраическая разница между значением при максимальной температуре металла и значением при минимальной температуре металла для рассматриваемого термического цикла.

(b). *Значения для реакций.* Значения для термических смещений, которые должны использоваться при определении общих деформаций смещения для расчета реакций на опорах и присоединенном оборудовании, должны определяться как алгебраическая разница между значением при максимальной (или минимальной) температуре для рассматриваемого термического цикла и значением при температуре, ожидаемой во время инсталляции.

319.3.2. Модули эластичности. Эталонный модуль эластичности при 21°C (70°F) E_a и модуль эластичности при максимальной или минимальной температуре E_m должны браться как значения, указанные в Приложении С для температур, определенных в параграфе 319.3.1(a) или (b). Для материалов, не включенных в Приложение С, эталон должен быть взят из авторитетных данных, таких как публикации Национального института стандартов и технологии.

319.3.3. Коэффициент Пуассона. Коэффициент Пуассона может быть принят за 0.3 при всех температурах для всех металлов. Более точные и авторитетные данные могут использоваться, если имеются.

319.3.4. Допустимые напряжения.

(a). Диапазон допустимых напряжений смещения S_A и допустимые добавочные напряжения должны быть, как указано в параграфе 302.3.5(d) для систем, получающих напряжение в первую очередь за счет сгибания и/или скручивания.

(b). Коэффициенты усиления напряжения в Приложении D были разработаны по результатам испытаний на усталость репрезентативных трубопроводных компонентов и блоков, изготовленных из пластичных черных металлов. Диапазон допустимых напряжений смещения основывается на испытаниях углеродистых и аустенитных нержавеющей сталей. Следует проявлять осторожность при использовании уравнений (1a) и (1b) (смотрите параграф 302.3.5) для расчета диапазона

допустимых напряжений смещения для некоторых цветных металлов (например, некоторых медных и алюминиевых сплавов) для условий эксплуатации, отличных от малоцикловых.

319.3.5. Размеры. Номинальные размеры и габаритные размеры трубы и фитингов должны использоваться в расчетах гибкости.

319.3.6. Коэффициенты гибкости и усиления напряжения. В отсутствие более непосредственного применимых данных, коэффициент гибкости k и коэффициент усиления напряжения i , показанные в Приложении D, должны использоваться в расчетах гибкости в параграфе 319.4. Для трубопроводных компонентов или принадлежностей (таких как клапаны, фильтры грубой очистки, якорные кольца или обода), не включенные в Таблицу, коэффициенты усиления напряжения могут быть примерно оценены через сравнение их существенных геометрических параметров с геометрическими параметрами перечисленных компонентов.

319.4. Анализ гибкости.

319.4.1. Формальный анализ не требуется. Формальный анализ адекватной гибкости не требуется для трубопроводной системы, которая:

- (a). копирует или заменяет без существенного изменения систему, работающую с успешным послужным списком;
- (b). может быть легко признана адекватной, через сравнение с ранее проанализированными системами;
- (c). имеет единый размер, имеет не больше двух точек крепления, не имеет промежуточных ограничителей и попадает в пределы ограничений, налагаемых эмпирическим уравнением (16)⁹:

где:

- D = внешний диаметр трубы, миллиметров (дюймов) ;
- u = результирующая общих деформаций смещения, миллиметров (дюймов), которая должна быть поглощена трубопроводной системой;
- L = осевая длина трубопровода между якорями, метров (футов);

⁹ ВНИМАНИЕ: Нет общего доказательства того, что это уравнение будет выдавать точные и постоянно консервативные результаты. Оно не применимо к системам, используемым при жестких циклических условиях. Оно должно использоваться с осторожностью для конфигураций, таких как U-образные колена с неравными коленами ($L/U > 2.5$) или почти прямыми "пилообразными" прогонами, или для больших труб с тонкими стенками ($i \geq 5$), или когда посторонние смещения (не в направлении, соединяющем анкерные точки) составляют большую часть общего смещения. Нет никакой гарантии того, что реакции терминалов будут приемлемо низкими, даже если трубопроводная система попадает в пределы ограничений, налагаемых уравнением (16).

U = якорное расстояние, прямая линия между якорями, метров (футов);
 $K_1 = 208000 S_A/E_a$, (мм/м)²
 $= 30 S_A/E_a$, (дюйм/фут)²

$$\frac{Dy}{(L-U)^2} \leq K_1 \quad (16)$$

где:

S_A = диапазон допустимых напряжений смещения согласно уравнению (1а), МПа (ksi);

E_a = эталонный модуль эластичности при 21°C (70°F), МПа (ksi).

319.4.2. Требования к формальному анализу.

(а). Любая трубопроводная система, которая не удовлетворяет критериям, приведенным в параграфе 319.4.1, должна быть проанализирована упрощенным, приближенным или всеобъемлющим методом анализа, в зависимости от вида.

(б). упрощенный или приближенный метод может применяться только если он используется в пределах диапазона конфигураций, для которых была продемонстрирована его адекватность.

(с). Приемлемые всеобъемлющие методы анализа включают аналитический и графический методы, которые обеспечивают оценку сил, моментов и напряжений, вызванных деформациями смещения (смотрите параграф 319.2.1).

(д). Всеобъемлющий анализ должен принимать во внимание коэффициенты усиления напряжения для любого компонента, отличного от прямой трубы. Можно сделать послабления для дополнительной гибкости такого компонента.

319.4.3. Базовые предположения и требования.

Стандартные предположения, указанные в параграфе 319.3, должны использоваться во всех случаях. При расчете гибкости трубопроводной системы между точками якорения, система должна рассматриваться как одно целое. Значимость всех частей линии и всех фиксаторов, используемых для уменьшения моментов и сил на оборудовании и маленьких патрубках, а также ограничений, вызванных трением опор, должны признаваться во время анализа. Учитывайте все смещения, как показано в параграфе 319.2.1, по температурному диапазону, определенному в параграфе 319.3.1.

319.4.4. Напряжения гибкости.

(а). Диапазон напряжений сгибания и скручивания должен рассчитываться с использованием эталонного модуля эластичности при 21°C (70°F) E_a за исключением случаев, указанных в параграфе 319.2.2(б)(4) и затем складываться в соответствии с уравнением (17), чтобы определить рассчитанный диапазон напряжений смещения S_E , который не должен превышать допустимый диапазон напряжения S_A в параграфе 302.3.5(д).

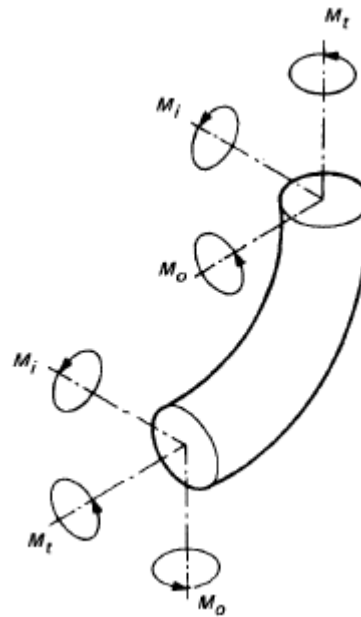


Рисунок 319.4.4А. Моменты в коленах.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} \quad (17)$$

где:

S_b = результирующее напряжение сгибания;

S_t = скручивающее напряжение

$= M_i/2Z$;

M_i = крутящий момент;

Z = момент сопротивления сечения трубы.

(б). Результирующие напряжения сгибания S_b , которые должны использоваться в уравнении (17) для колен, составных колен и полноразмерных отводных патрубков (Стояки 1, 2 и 3) должны рассчитываться в соответствии с уравнением (18) с моментами, как показано на рисунках 319.4.4А и 319.4.4В.

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_1 M_i)^2 + (i_0 M_o)^2}}{Z} \quad (18)$$

где:

S_b = результирующее напряжение сгибания;

i_1 = коэффициент усиления напряжения в плоскости, взятый из Приложения D;

i_0 = коэффициент усиления напряжения вне плоскости, взятый из Приложения D;

M_i = сгибающий момент в плоскости;

M_o = сгибающей момент вне плоскости;

Z = момент сопротивления сечения трубы.

(с). Результирующее напряжение сгибания S_b , которое должно использоваться в

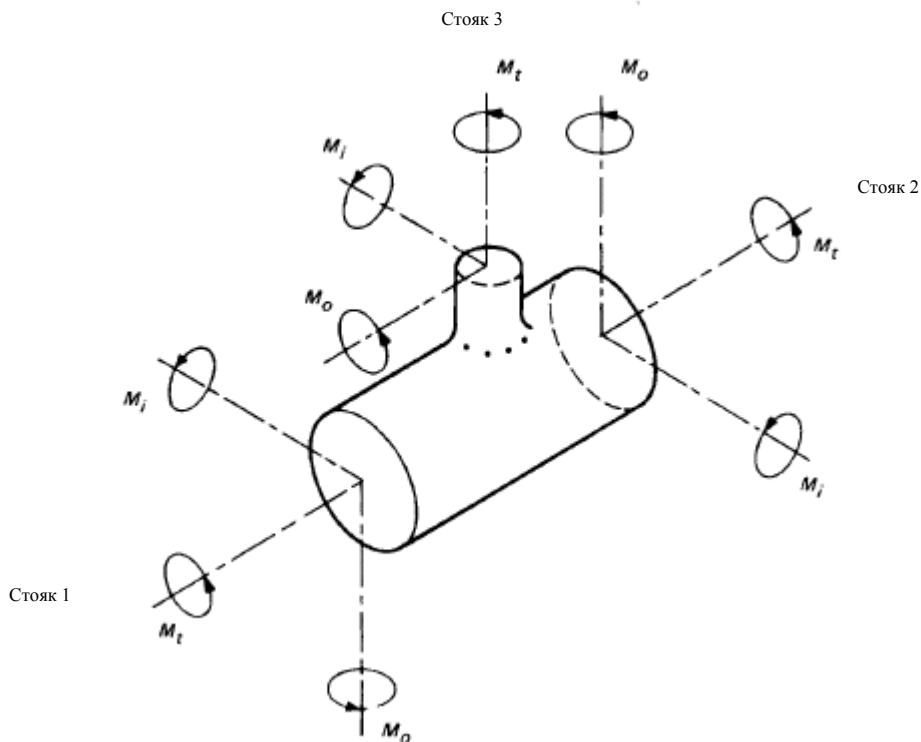


Рисунок 319.4.4В. Моменты в патрубковом присоединении

уравнении (17) для редукторных отводных патрубковых присоединений должно рассчитываться в соответствии с уравнениями (19) и (20) с моментами, как показано на Рисунке 319.4.4В.

Для коллектора (стояки 1 и 2):

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z} \quad (19)$$

Для патрубка (стояк 3)

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z_e} \quad (20)$$

где:

S_b = результирующее напряжение сгибания;
 Z_e = эффективный момент сопротивления сечения трубы для патрубка

$$= \pi r_2^2 T_s; \quad (21)$$

r_2 = средний радиус поперечного сечения патрубка;
 T_s = эффективная толщина стенок патрубка, меньше чем T_h и $(i_i)(T_b)$;

T_h = толщина трубы, соответствующей прогону тройника или коллектора, исключая элементы усиления;

T_b = толщина трубы, соответствующей патрубку;

i_o = коэффициент усиления напряжения вне плоскости (Приложение D);

i_i = коэффициент усиления напряжения в плоскости (Приложение D).

319.4.5. Требуемая гарантия качества сварки. Любой сварной шов, на котором S_E превышает $0.8S_A$ (как определено в параграфе 302.3.5) и эквивалентное количество циклов N превышает 7000, должен быть полностью обследован в соответствии с параграфом 341.4.3.

319.5. Реакции.

Силы и моменты реакции, которые должны использоваться при проектировании фиксаторов и опор для трубопроводной системы и при оценке влияния смещений трубопровода на присоединенное оборудование, должны базироваться на диапазоне реакции R для условий экстремального смещения, с учетом температурного диапазона, определенного в параграфе 319.3.1(b) и с использованием E_a . Проектировщик должен учитывать мгновенные максимальные значения сил и моментов в исходном состоянии и состоянии экстремального смещения (смотрите параграф 319.2.3), а также диапазон реакции при проведении оценки.

319.5.1. Максимальные реакции для простых систем.

Для двухъякорной трубопроводной системы без промежуточных фиксаторов, максимальные мгновенные значения сил и моментов реакции могут быть оценены с помощью уравнения (22) и уравнения (23).

(а). Для условий экстремального смещения, R_m . Температура для этого расчета является максимальной или минимальной температурой, определенной в параграфе 319.3.1(b), которая производит следующую реакцию:

$$R_m = R \left(1 - \frac{2C}{3} \right) \frac{E_m}{E_a} \quad (22)$$

где:

C = коэффициент холодной упругости, варьирующийся от нуля (когда холодная упругость отсутствует) до 1.0 для 100%-ой холодной упругости. Коэффициент две трети основывается на опыте, который показывает, что указанная холодная упругость не может быть полностью гарантирована, даже после принятия точных мер предосторожности;

E_a = эталонный модуль эластичности при 21°C (70°F);

E_m = модуль эластичности при максимальной или минимальной температуре металла;

R = диапазон сил и моментов реакции (выведенный во время анализа гибкости), соответствующий полному диапазону напряжений смещения и основанный на E_a ;

R_m = расчетная мгновенная максимальная сила или момент реакции при максимальной или минимальной температуре металла.

(b). Для исходного состояния, R_a . Температурой для этого расчета является ожидаемая температура, при которой будет собираться трубопроводная система.

$R_a = CR$ или C_1K в зависимости от того, какая величина будет большей,

где: условные обозначения такие же как в параграфе 319.5.1(a) и

$$C_1 = 1 - \frac{S_h E_a}{S_E E_m} \quad (23)$$

= расчетный коэффициент самоотскакивания или расслабления; используйте 0, если значение C_1 отрицательно.

R_a = расчетная мгновенная сила или момент реакции при температуре инсталляции;

S_E = вычисленный диапазон напряжения смещения (смотрите параграф 319.4.4);

S_h = смотрите определение в параграфе 302.3.5(d).

319.5.2. Максимальные реакции для сложных систем.

Для многоякорных трубопроводных систем и для двухъякорных трубопроводных систем с промежуточными фиксаторами, уравнения (22) и (23) не применимы. Каждый случай необходимо исследовать, чтобы определить размещение, природу и размер локального перенапряжения и его влияние на распределение напряжения и реакции.

319.6. Расчеты движений.

Расчеты смещения и вращения в заданных точках могут потребоваться там, где затронуты проблемы зазоров и свободных пространств. В тех случаях, когда патрубки малого размера, прикрепленные к более жестким напорным трубам, должны рассчитываться отдельно, линейные и угловые движения точки соединения должны рассчитываться или оцениваться с помощью соответствующего анализа патрубка.

319.7. Средства увеличения гибкости.

Схема трубопроводной системы часто обеспечивает исходную гибкость за счет изменений направления, так что смещения производят в основном деформации сгиба и скручивания в пределах предписанных ограничений. Количество осевого растяжения или деформации сжатия (которое производит большие реакции) обычно мало.

Там, где трубопроводной системе недостает встроенных изменений направления или когда система не сбалансирована (смотрите параграф 319.2.2(b)), могут возникать большие реакции или вредные перенапряжения. Проектировщик должен рассматривать увеличение гибкости за счет одного или более из следующих средств: колена, нахлестки или отводы; подвижные стыки труб; гофрированные трубы; раструбные стыки сильфонового или съёмного типа; или другие устройства, допускающие угловое, вращательное или осевое смещение. Подходящие якоря, стяжки или другие устройства должны обеспечиваться по мере необходимости, чтобы сопротивляться торцевым силам, вызванным давлением среды, фрикционным сопротивлением движению и другими причинами. Когда раструбные стыки или другие похожие устройства используются в системе, жесткость соединения или устройства должна учитываться в любом анализе гибкости трубопровода.

321. ОПОРЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ.**321.1. Общие положения.**

Проект опорных конструкций (не охватываемых данным Сборником) и опорных элементов (смотрите определение трубопровода и опорных элементов трубопровода в параграфе 300.2) должен основываться на всех одновременно действующих нагрузках, передаваемых в такие опоры. Эти нагрузки, определенные в параграфе 301, включают весовые эффекты, нагрузки, вызванные эксплуатационным давлением или температурами, вибрацией, ветром, землетрясением, ударом и деформацией смещения (смотрите параграф 319.2.2).

Для трубопроводов, содержащих газ или пар, расчеты по весу не должны включать вес среды, если проектировщик предпринял особые меры предосторожности против поступления среды в трубопровод и если трубопровод не должен

подвергаться гидростатическому испытанию при изначальном строительстве или во время последующих осмотров.

321.1.1 Цели. Схема и проект трубопроводной системы и ее опорных элементов должны быть направлены на то, чтобы предотвратить следующее:

- (a). напряжения трубопроводной системы сверх тех, что допускаются в этом Сборнике;
- (b). утечки на соединениях;
- (c). избыточное осевое давление и моменты на присоединенном оборудовании (таком как насосы и турбины);
- (d). избыточные напряжения в опорных (или ограничительных) элементах;
- (e). резонанс с налагаемыми вибрациями или вибрациями, вызванными средой;
- (f). избыточное вмешательство термического расширения и сжатия в трубопроводную систему, которая без них является адекватно гибкой;
- (g). непреднамеренное открепление трубопроводной системы от ее опор;
- (h). избыточное провисание трубопровода в трубопроводных системах, требующих уклона для водоспуска;
- (i). избыточное разрушение или провисание трубопровода (например, сделанного из термопластика), подверженного ползучести при условиях повторяющихся термических циклов;
- (j). избыточный поток тепла, подвергающий опорные элементы экстремальным температурам за пределами их расчетных диапазонов.

321.1.2. Анализ. В общем, размещение и проект опорных элементов трубопроводной системы могут базироваться на простых расчетах и инженерном рассуждении. Однако, когда требуется более углубленный анализ и производится анализ трубопроводной системы, который может включать анализ жесткости опор, напряжения, моменты и реакции, определенные таким образом, должны использоваться при проектировании опорных элементов.

321.1.3. Напряжения для опорных элементов трубопровода. Допустимые напряжения для материалов, использованных при изготовлении опорных элементов трубопроводной системы, за исключением пружин, должны быть в соответствии с параграфом 302.3.1. Коэффициенты продольных сварных соединений E_j , однако, не должны применяться к допустимым напряжениям для сварных трубопроводных компонентов, которые должны использоваться для опорных элементов трубопроводной системы.

321.1.4. Материалы.

- (a). Постоянные опоры и фиксаторы должны изготавливаться из материала, пригодного для условий эксплуатации. Если сталь формируется холодным методом до радиуса осевой линии меньшего ее двукратной толщины, она должна быть закалена или нормализована после формовки.
- (b). Литой, пластичный и ковкий чугун может использоваться для катковой опоры, катковых

оснований, якорных оснований и других опорных элементов, подверженных в основном компрессионным нагрузкам. Литой чугун не рекомендуется, если трубопровод может подвергаться ударным нагрузкам, вызванным пульсацией или вибрацией. Пластичный и ковкий чугун может использоваться для трубных и балочных хомутов, фланцев для подвески труб, зажимов, скоб и вертлюжных колец.

(c). Сталь неизвестной спецификации может использоваться для опорных элементов трубопроводной системы, которые не привариваются напрямую к трубопроводным компонентам, содержащим давление. (Совместимые промежуточные материалы известных спецификаций могут привариваться напрямую к таким компонентам.) Базовые допустимые напряжения в натяжении или сжатии не должны превышать 82 МПа (12 ksi), а температура опоры должна быть в пределах от -29°C до 343°C (от -20°F до 650°F). В отношении значений напряжения при сдвиге и смятии смотрите параграф 302.3.1(b).

(d) Дерево и другие материалы могут использоваться для опорных элементов трубопроводов, при условии, что этот опорный элемент правильно спроектирован, с учетом температуры, прочности и долговечности.

(e). Прикрепления, приваренные или приклеенные к трубопроводу, должны быть из материала, совместимого с трубопроводом и условиями эксплуатации. В отношении других требований смотрите параграф 321.3.2.

321.1.5. Резьба. Винтовая резьба должна соответствовать ANSI B1.1, если только другой вид резьбы не требуется для регулировки при тяжелых нагрузках. Резьба винтовой стяжной муфты и установочных гаек должна войти в сцепление по всей длине. Любые резьбовые регулировки должны снабжаться контргайкой, если только они не будут блокироваться каким-либо другим способом.

321.2 Арматура.

321.2.1. Якоря и направляющие.

(a). Опорный элемент, используемый как якорь, должен проектироваться так, чтобы сохранять существенно фиксированное положение.

(b). Чтобы защитить терминальное оборудование или другие (более слабые) части системы, фиксаторы (такие как якоря и направляющие) должны устраиваться там, где это необходимо, чтобы контролировать движения и направлять расширение внутрь тех участков системы, которые предназначены для их поглощения. Проект, устройство и размещение фиксаторов должны гарантировать, что движения раструбных стыков возникают в направлениях, на которые эти соединения спроектированы. Кроме других термических сил и моментов, эффекты трения в других опорах системы должны учитываться при проектировании таких якорей и направляющих.

(c). Схема трубопроводной системы, якоря, фиксаторы, направляющие и опоры для всех типов раструбных стыков должны проектироваться в соответствии с требованиями параграфа X301.2 Приложения X.

321.2.2. Непродолжаемые опоры, отличные от якорей и направляющих¹⁰.

(a). Опорные элементы должны проектироваться так, чтобы позволять свободное движение трубопроводной системы, вызванное термическим расширением и сжатием.

(b). Подвески включают трубные и балочные хомуты, зажимы, скобы, штанги, стропы, цепи и другие устройства. Они должны быть соразмерными для всех требуемых нагрузок. Безопасные нагрузки для резьбовых деталей должны основываться на площади корня резьбы.

(c). *Скользкие опоры.* Скользящие опоры (или башмаки) и скобы должны проектироваться так, чтобы сопротивляться силам, вызванным трением, в дополнение к нагрузкам, налагаемым опорным давлением. Размеры опоры должны обеспечивать ожидаемое движение поддерживаемого трубопровода.

321.2.3. Эластичные опоры¹⁰

(a). Пружинные опоры должны проектироваться так, чтобы вызывать поддерживающую силу в точке крепления к трубе, равную нагрузке, определяемой с помощью расчетов весового баланса. Они должны снабжаться средствами для предотвращения неувверенности, продольного изгиба или эксцентричной нагрузки на пружины, и чтобы предотвратить непреднамеренное отцепление нагрузки.

(b). Пружинные подвески постоянной опоры обеспечивают существенно единообразную поддерживающую силу на всем диапазоне рабочего хода. Использование такого типа пружинной подвески имеет преимущества в точках, подвергаемых значительным движениям за счет термических измерений. Подвески такого типа должны выбираться так, чтобы их диапазон рабочего хода превышал ожидаемые движения.

(c). Должны быть предприняты меры для предотвращения перенапряжения пружинных подвесок, вызываемого избыточными отклонениями. Рекомендуется, чтобы все пружинные подвески снабжались индикаторами положения.

321.2.4. Противовесные опоры. Противовесные опоры должны снабжаться стопорами для ограничения рабочего хода. Вес должен быть надежно прикреплен. Цепи, кабели, подвески, коромысла или другие устройства, используемые для прикрепления противовесной нагрузки к трубопроводной системе должны удовлетворять требованиям параграфа 321.2.2.

321.2.5. Гидравлические опоры. Устройство, использующее гидроцилиндр, может использоваться для обеспечения постоянной поддерживающей силы. Устройство безопасности и стопоры должны устраиваться для того, чтобы поддержать нагрузку в случае гидравлической аварии.

321.3. Конструкционные крепления.

Внешние и внутренние крепления к трубопроводу должны проектироваться так, чтобы они не вызывали чрезмерного расплющивания трубы, избыточных локальных напряжений сгибания или вредных термических градиентов в стенке трубы. Важно, чтобы эти крепления проектировались так, чтобы

минимизировать концентрацию напряжения, особенно в циклических условиях эксплуатации.

321.3.1. Неинтегральные крепления. Неинтегральные крепления, в которых реакция между трубопроводом и креплением осуществляется через контакт, включают хомуты, стропы, люльки, П-образные болты, седла и карабины. Если вес вертикальной трубы поддерживается с помощью хомута, рекомендуется, для предотвращения соскальзывания, чтобы хомут помещался под фланец, фитинги или опорные уши, приваренные к трубе.

321.3.2. Интегральные крепления. Интегральные крепления включают заглушки, уши, башмаки, пластины и угловые зажимные скобы, литые или приваренные к трубопроводу. Материал для интегральных креплений, прикрепленных сваркой, должен быть хорошего качества. (Смотрите параграф 321.1.4(e), в котором указаны требования к материалу). Предварительный нагрев, сварка и термическая обработка должны быть в соответствии с Главой V. Следует обратить внимание на локализованные напряжения, вызванные в трубопроводном компоненте приваркой интегрального крепления.

(a). Интегральное усиление, полно-окружное усиление или промежуточные подушки из пригодного сплава и дизайна могут использоваться для снижения распространения или нежелательных тепловых эффектов в трубопроводе из сплава.

(b). Промежуточные подушки, интегральное усиление, полно-окружное усиление или другие средства усиления могут использоваться для распределения напряжений.

321.4. Конструкционные присоединения.

Нагрузка со стороны трубопровода и опорных элементов трубопровода (включая фиксаторы и обвязку) должна надлежаще передаваться к сосуду под давлением, зданию, платформе, опорной конструкции, фундаменту или к другому трубопроводу, способному нести эту нагрузку без разрушительных эффектов. Смотрите Приложение F, параграф F321.4

ЧАСТЬ 6. СИСТЕМЫ.

322. ОСОБЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ.

322.3. Трубопроводные системы контрольно-измерительных приборов.

322.3.1. Определение. Трубопроводная система контрольно-измерительных приборов в рамках этого Сборника включает в себя все трубопроводы и трубопроводные

¹⁰ Различные типы непродолжаемых (сплошных) и эластичных опор приведены в MSS SP-58

компоненты, используемые для того, чтобы присоединить измерительные приборы к другим трубопроводам или оборудованию, и трубопроводов управления для присоединения управляющих аппаратов, работающих на воздухе или гидравлике. Она не включает измерительные приборы или постоянно герметизированные заполненные средой трубы, поставляемые вместе с измерительными приборами, такими как устройства, чувствительные к температуре или давлению.

322.3.2. Требования. Трубопроводная система контрольно-измерительных приборов должна отвечать применимым требованиям Сборника и требованиям, указанным ниже:

(а). Расчетное давление и температура для трубопроводной системы контрольно-измерительных приборов должны определяться в соответствии с параграфом 301. Если более жесткие условия имеют место во время продувки трубопроводной системы, они должны рассматриваться как временные вариации в соответствии с параграфом 302.2.4.

(б). Внимание должно быть уделено механической прочности (включая усталость) инструментальных присоединений малого размера к трубопроводной системе или аппаратам (смотрите параграф 304.3.5).

(с). Трубопроводная система контрольно-измерительных приборов, содержащая среды, которые в нормальном состоянии статичны и подвергаются замораживанию, должна быть защищена тепловым слежением или другими методами обогрева и изоляцией.

(д). Если будет необходимо продуть (или спустить) трубопроводную систему контрольно-измерительных приборов, содержащую токсичные или огнеопасные среды, следует обратить внимание на безопасную утилизацию отходов.

322.6. Трубопроводные системы для спуска давления.

Трубопроводные системы для спуска давления в пределах сферы действия этого Сборника, должны удовлетворять следующим требованиям. Смотрите также Приложение F, параграф F322.6.

322.6.1. Запорные клапаны в трубопроводных системах для спуска давления. Если один или больше запорных клапанов устанавливаются между защищаемым трубопроводом и его защитным устройством или устройствами, или между защитным устройством или устройствами и точкой выгрузки, они должны удовлетворять требованиям, указанным в пунктах (а) и либо в (б), либо в (с) ниже:

(а). Полнопроходный запорный клапан может устанавливаться на стороне подачи устройства сброса давления. Полнопроходный запорных клапан может размещаться на стороне разгрузки устройства сброса давления, когда его разгрузка присоединена к общему коллектору с другими разгрузочными линиями от других устройств сброса давления. Запорные клапаны с неполным проходным отверстием могут использоваться и на стороне подачи, и на стороне разгрузки устройств сброса давления, как указано здесь, если запорные клапаны такого типа и размера, что увеличение падения давления не снизит спускающую способность ниже требуемой, а также не будет негативно влиять на правильную работу устройства сброса давления.

(б). Запорные клапаны, которые должны использоваться в трубопроводах сброса давления, должны конструироваться и надежно контролироваться так, чтобы закрытие максимального количества клиновых задвижек, возможного за раз, не снижало способности спускать давление, которую обеспечивают спускающие устройства, ниже требуемой спускной мощности.

(с). Как альтернатива пункту (б), выше, запорные клапаны должны конструироваться и устраиваться так, чтобы они могли блокироваться и герметизироваться либо в открытом, либо в закрытом положении. Смотрите Приложение F, параграф F322.6.

322.6.2. Нагнетательные трубопроводы для сброса давления. Нагнетательные линии от предохранительных устройств сброса давления должны проектироваться так, чтобы облегчать водоспуск. Когда выгрузка происходит напрямую в атмосферу, выгрузка не должна ударяться на другой трубопровод или оборудование и должна направляться в сторону от платформ и других участков, используемых персоналом. Реакции на трубопроводной системе, вызванные запуском предохранительных спускных устройств, должны учитываться и адекватная прочность должна быть обеспечена, чтобы выдержать такие реакции.

322.6.3. Устройства сброса давления.

(а). Устройства сброса давления, требуемые в параграфе 301.2.2(а), должны быть в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, параграфы UG-125(с), UG-126 – UG-128 и UG-132 – UG-136, за исключением UG-135(е) и UG-136(с). Термины "расчетное давление"¹¹ и "трубопроводная система" должны использоваться вместо терминов "максимально допустимое рабочее давление" и "сосуд" соответственно в этих параграфах. Требуемая спускная мощность любого устройства сброса давления должна включать учет всех трубопроводных систем, которые оно защищает.

(б). Установочное давление сброса¹² должно в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1, с исключениями, указанными в альтернативах (1) и (2) ниже.

(1). С одобрения владельца, уставочное давление может превышать пределы, указанные в Разделе VIII, Подраздел 1, при условии, что ограничение по максимальному давлению сброса, указанное в пункте (с) ниже, не превышает.

(2). Для предохранительного устройства, работающего по принципу термического расширения жидкости, которое защищает только заблокированную часть трубопроводной системы, уставочное давление не должно превышать меньшую величину из следующих двух: испытательное давление системы или 120% расчетного давления.

(с). Максимальное давление сброса¹³ должно быть в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1 за исключением того, что допуски в параграфе 302.2.4(ф) допускаются, при условии, что все остальные требования параграфа 302.2.4 удовлетворены.

¹¹ Расчетное давление для сброса давления – это максимальное разрешенное расчетное давление, учитывающее все компоненты в трубопроводной системе.

¹² Установочное давление – это давление, при котором устройство начинает производить сброс давления, например давление подъема предохранительного клапана, приводимого за счет пружины, разрывное давление для разрушающегося диска или размыкающее давление устройства с размыкающей иглой

¹³ Максимальное давление сброса – это максимальное давление системы во время сброса давления

ГЛАВА III. МАТЕРИАЛЫ.

323. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Глава III устанавливает ограничения и требуемые квалификации для материалов, основываясь на присущих им свойствах. Их использование в трубопроводной системе зависит от требований и ограничений, налагаемых в других частях этого Сборника (смотрите параграф 300(d)). Смотрите также параграф 321.1.4 в отношении материалов для опор и Приложение F, параграф F323 в отношении мер предосторожности.

323.1. Материалы и Технические требования.

323.1.1. Материалы, включенные в список. Любой материал, используемый в трубопроводных компонентах, содержащих давление, должен удовлетворять одному из перечисленных технических требований, за исключением случаев, указанных в параграфе 323.1.2.

323.1.2. Материалы, не включенные в список. Материалы, не включенные в список, могут использоваться при условии, что они удовлетворяют одному из опубликованных технических требований, охватывающих химический состав, физические и механические свойства, метод и процесс производства, термическую обработку и контроль качества, и иным образом удовлетворяют требованиям этого Сборника. Допустимые напряжения должны определяться в соответствии с применимыми базами допустимого напряжения, указанными в этом Сборнике, или в соответствии с более консервативными базами.

323.1.3. Неизвестные материалы. Материалы неизвестной спецификации не должны использоваться в трубопроводных компонентах, содержащих давление.

323.1.4. Материалы, извлеченные из отходов. Трубы и другие трубопроводные компоненты, изготовленные из материалов, извлеченных из отходов, могут использоваться, при условии, что они правильно идентифицированы как соответствующие одному из технических требований, включенных в список, или одному из опубликованных технических требований (параграфы 323.1.1 или 323.1.2), и иным образом удовлетворяют требованиям этого Сборника. Достаточная чистка и осмотр должны быть проведены, чтобы определить минимальную толщину стенки и отсутствие изъянов, которые были бы неприемлемыми для запланированных условий эксплуатации.

323.2. Температурные ограничения.

Проектировщик должен убедиться, что материалы, которые отвечают другим требованиям Сборника, пригодны для эксплуатации на всем протяжении диапазона эксплуатационных температур. Обращаем

внимание на Замечание (7) в Приложении A, которое объясняет средства, используемые для установки как предупредительных, так и ограничительных температурных пределов в Таблицах A-1 и A-2.

323.2.1. Верхние температурные пределы, материалы, включенные в список. Материал, включенный в список, может использоваться при температуре выше максимальной температуры, для которой указано значение напряжения или номинальный показатель, только если:

- (a). в Приложении A или где-либо еще в тексте Сборника не имеется запрета, и
- (b). проектировщик проверил пригодность материалов к эксплуатации в соответствии с параграфом 323.2.4.

323.2.2. Нижние температурные пределы, материалы, включенные в список.

(a). Материал, включенный в список, может использоваться при любой температуре не ниже минимальной температуры, показанной в Таблице A-1, при условии что базовый металл, сварной шов и зона термического влияния (HAZ) квалифицируются как требуется применимой записью в Колонке A Таблицы 323.2.2.

(b). Для углеродистых сталей с буквенным обозначением в колонке минимальной температуры Таблицы A-1, минимальная температура определяется с помощью применимой кривой и Замечаний на Рисунке 323.2.2A. Если комбинация "расчетная минимальная температура металла – толщина" находится на или выше кривой, то испытание на ударную вязкость не требуется.

(c). Материал, включенный в список, может использоваться при температуре ниже минимальной, показанной в Таблице A-1 или на Рисунке 323.2.2A (включая замечания), если только не существует запрета в таблице 323.2.2, Таблице A-1 или где-либо еще в тексте Сборника, и при условии что базовый металл, сварной шов и HAZ квалифицированы как требуется применимой записью в Колонке B Таблицы 323.2.2.

(d). Когда коэффициент напряжения, определенный по Рисунку 323.2.2B, меньше единицы, Рисунок 323.2.2B обеспечивает дальнейшую основу для использования углеродистых сталей, охваченных параграфами 323.2.2(a) и (b) без прохождения испытания на ударную вязкость.

(1). Для расчетных минимальных температур -48°C (-55°F) и выше, минимальная расчетная температура металла без испытания на ударную вязкость, определенная в параграфе 323.2.2(b) для заданного материала и толщины, может быть снижена на количество уменьшения температуры, указанное на Рисунке 323.2.2B для применимого коэффициента напряжения. Если результирующая температура ниже, чем минимальная расчетная температура металла, испытание на ударную вязкость материала не требуется. Когда применяется это условие,

Таблица 323.2.2.

Требования к испытаниям на вязкость при низких температурах для металлов.

Эти требования к испытаниям на вязкость приводятся в дополнение к испытаниям, требуемым в соответствии с Техническим требованием к материалу.

	Тип материала	Колонка А		Колонка В
		Расчетная минимальная температура при или выше минимальной температуры в Таблице А-1 или на Рисунке 323.2.2А		Расчетная минимальная температура ниже минимальной температуры в Таблице А-1 или на Рисунке 323.2.2А
Материалы, включенные в список	1. Серый литой чугун	А-1. Никаких дополнительных требований		В-1. Никаких дополнительных требований
	2. Ковкий и пластичный литой чугун, углеродистая сталь согласно Замечанию (1)	А-2. Никаких дополнительных требований		В-2. Материалы, указанные в ячейке 2, не должны использоваться
		(а) Базовый металл	(b) Металл сварного шва и зона термического влияния (HAZ) (Замечание 92))	
	3. Другие углеродистые стали, низко- и среднелегированные стали; высоколегированные ферритные стали; дуплексные нержавеющие стали	А-3 (а). Никаких дополнительных требований	А-3 (b). Металл сварного шва должен испытываться на ударную вязкость согласно параграфу 323.3, если расчетная минимальная температура < -29°C (-20°F), за исключением случаев, указанных в Замечаниях (3) и (5) и за исключением следующего: для материалов, указанных для Кривых С и D на рисунке 323.2.2А, когда соответствующие сварочные плавки материалы квалифицируются с помощью испытания на ударную вязкость при расчетное минимальной температуре или при более низкой температуре в соответствии с применимым техническим требованием AWS, дополнительное испытание не требуется	В-3. За исключением случаев, указанных в Замечаниях (3) и (5), провести термическую обработку базового металла в соответствии с применимым техническим требованием ASTM, приведенном в параграфе 323.3.2; затем провести испытание на ударную вязкость базового металла, металла сварного шва и HAZ согласно параграфу 323.3 (смотрите Замечание (2)). Когда материалы используются при расчетной минимальной температуре ниже присписанной кривой, как допускается Замечаниями (2) и (3) к Рисунку 323.2.2А, металл сварного шва и HAZ должны пройти испытание на ударную вязкость (смотрите Замечание (2))
	4. Аустенитные нержавеющие стали	А-4 (а). Если: (1) содержание углерода в соответствии с химическим анализом > 0.1%, или (2) материал не находится в состоянии закалки на твердый раствор; тогда проводится испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом 323.3 для расчетной минимальной температуры < -29°C (-20°F), за исключением случаев, указанных в Замечаниях (3) и (6)	А-4 (b). Металл сварного шва должен пройти испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом 323.3, если расчетная минимальная температура < -29°C (-20°F), за исключением случаев, указанных в параграфе 323.2.2 и в Замечаниях (3) и (6)	В-4. Базовый металл и металл сварного шва должны пройти испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом 323.3. Смотрите Замечания (2), (3) и (6)
	5. Аустенитный пластичный чугун, ASTM A571	А-5 9а). Никаких дополнительных требований	А-5 (b) Сварка не допускается	В-5. Базовый металл должен пройти испытание на ударную вязкость согласно параграфу 323.3. Не использовать при температуре < -196°C (-320°F). Сварка не допускается
6. Алюминий, медь, никель и их сплавы; нелегированный титан	А-6 (а). Никаких дополнительных требований	А-6 (b). Никаких дополнительных требований, если только состав присадочного металла не находится за пределами диапазона состава базового металла; тогда провести испытание согласно колонке В-6	В-6. Проектировщик должен получить уверенность после проведения соответствующих испытаний (смотрите Замечание (4)), что базовый металл, металл сварного шва и HAZ пригодны для расчетной минимальной температуры	
Материалы, не включенные в список	7. Материал, не включенный в список, должен соответствовать опубликованному техническому требованию. Когда состав, термическая обработка и форма продукта сравнимы с аналогичными характеристика металла, включенного в список, требования для соответствующего металла, включенного в список, должны быть соблюдены. Другие материалы, не включенные в список, должны квалифицироваться как требуется в применимой части колонки В.			

Замечания к этой Таблице находятся на следующей странице

Таблица 323.2.2 (продолжение).

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). На углеродистые стали, удовлетворяющие следующему, распространяются ограничения, указанные в ячейке B-2: пластины по ASTM A36, A283 и A570; трубы по ASTM A134, когда они изготавливаются из этих пластин; и трубы по ASTM A53 Type F и API 5L Grade A25 сваренные встык.
- (2). Испытания на ударную вязкость, которые удовлетворяют требованиям Таблицы 323.3.1, которые выполняются как часть квалификации сварочной процедуры, будут удовлетворять всем требованиям параграфа 323.2.2 и не требуют повторения для технологических сварных швов.
- (3). Испытание на ударную вязкость не требуется, если расчетная минимальная температура ниже -29°C (-20°F), но равна или выше -104°C (-155°F) и коэффициент напряжения, определенный по рисунку 323.2.2B, не превышает 0.3-кратного значения S.
- (4). Испытания могут включать испытания на удлинение при растяжении, испытание на прочность при растяжении с острым надрезом (для сравнения с прочностью при растяжении без надреза) и/или другие испытания, проводимые при или ниже расчетной минимальной температуры. Смотрите также параграф 323.3.4.
- (5). Испытание на ударную вязкость не требуется, когда максимальный возможный образец по Шарпи имеет ширину вдоль надреза менее чем 2.5 миллиметра (0.098 дюйма). При таких условиях расчетная минимальная температура должна быть не меньше, чем меньшая из следующих величин: -48°C (-55°F) или минимальная температура материала в Таблице A-1.
- (6). Испытания на ударную вязкость не требуются, когда максимально возможный образец по Шарпи имеет ширину вдоль надреза меньше 2.5 миллиметра (0.098 дюйма).

трубопроводная система также должна удовлетворять следующим требованиям:

(а). Трубопровод должен подвергаться гидростатическому испытанию при давлении, не меньшем чем 1.5-кратное расчетное давление;

(б). За исключением трубопровода с номинальной толщиной стенки 13 миллиметров (1/2 дюйма) или меньше, трубопроводная система должна быть обеспечена мерами безопасности (смотрите Приложение G) для защиты от внешних нагрузок, таких как сервисные нагрузки, ударные нагрузки и термические удары.

(2). Для расчетных минимальных температур меньше чем -48°C (-55°F), испытание на ударную вязкость требуется для всех материалов за исключением случаев, предусмотренных Замечанием (3) к Таблице 323.2.2.

(е). Допустимое напряжение или номинальный показатель компонента при любой температуре ниже минимальной температуры, показанной в Таблице A-1 или на рисунке 323.2.2A, не должны превышать значение напряжения или номинальное значение при минимальной температуре в Таблице A-1 или в стандарте, определяющем этот компонент.

(ф). Испытание на ударную вязкость не требуется для следующих комбинаций металлов сварного шва и расчетных минимальных температур:

(1). для базовых материалов из аустенитной нержавеющей стали, имеющих содержание углерода не превышающее 0.10%, сваренных без использования присадочного металла, при расчетных минимальных температурах -101°C (-150°F) и выше;

(2). для аустенитного металла сварного шва:

(а). имеющего содержание углерода не превышающее 0.10% и полученного с использованием присадочного металла, удовлетворяющего требованиям AWS A5.4, A5.9, A5.11, A5.14 или A5.22¹ при расчетных минимальных температурах -101°C (-150°F) и выше, или

(б). имеющего содержание углерода выше 0.10% и полученного с использованием присадочного металла, удовлетворяющего требованиям AWS A5.4, A5.9, A5.11, A5.14 или A5.22¹ при расчетных минимальных температурах -48°C (-55°F) и выше.

323.2.3. Температурные ограничения, материалы, не включенные в список. Материал, не включенный в список, приемлемый согласно параграфу 323.1.2, должен быть квалифицирован для эксплуатации при всех температурах в пределах указанного диапазона, от расчетной минимальной температуры до расчетной (максимальной) температуры в соответствии с параграфом 323.2.4.

323.2.4. Проверка пригодности к эксплуатации.

(а). Когда материал, не включенный в список, должен использовать, или когда материал, включенный в список, должен использоваться при температуре выше наибольшей температуры, для которой в Приложении A приведены значения напряжения, проектировщик должен нести ответственность за демонстрацию действительности допустимых напряжений и других ограничений, использованных при проектировании, и подхода, использованного при использовании этого материала, включая вывод данных по напряжению и установку температурных ограничений.

(б). Данные для разработки проектных ограничений должны быть получены в результате тщательной научной программы, проведенной в соответствии с признанной технологией для как материала, так и для планируемых эксплуатационных условий. Факторы, требующие рассмотрения, включают:

(1). применимость и надежность данных, особенно для предельных значений температурного диапазона;

(2). устойчивость материала к разрушительному влиянию условий эксплуатации с данной средой и условий окружающей среды на всем протяжении температурного диапазона, и

(3). определение допустимых напряжений в соответствии с параграфом 302.3.

323.3. Методы проведения испытаний на ударную вязкость и критерии приемлемости.

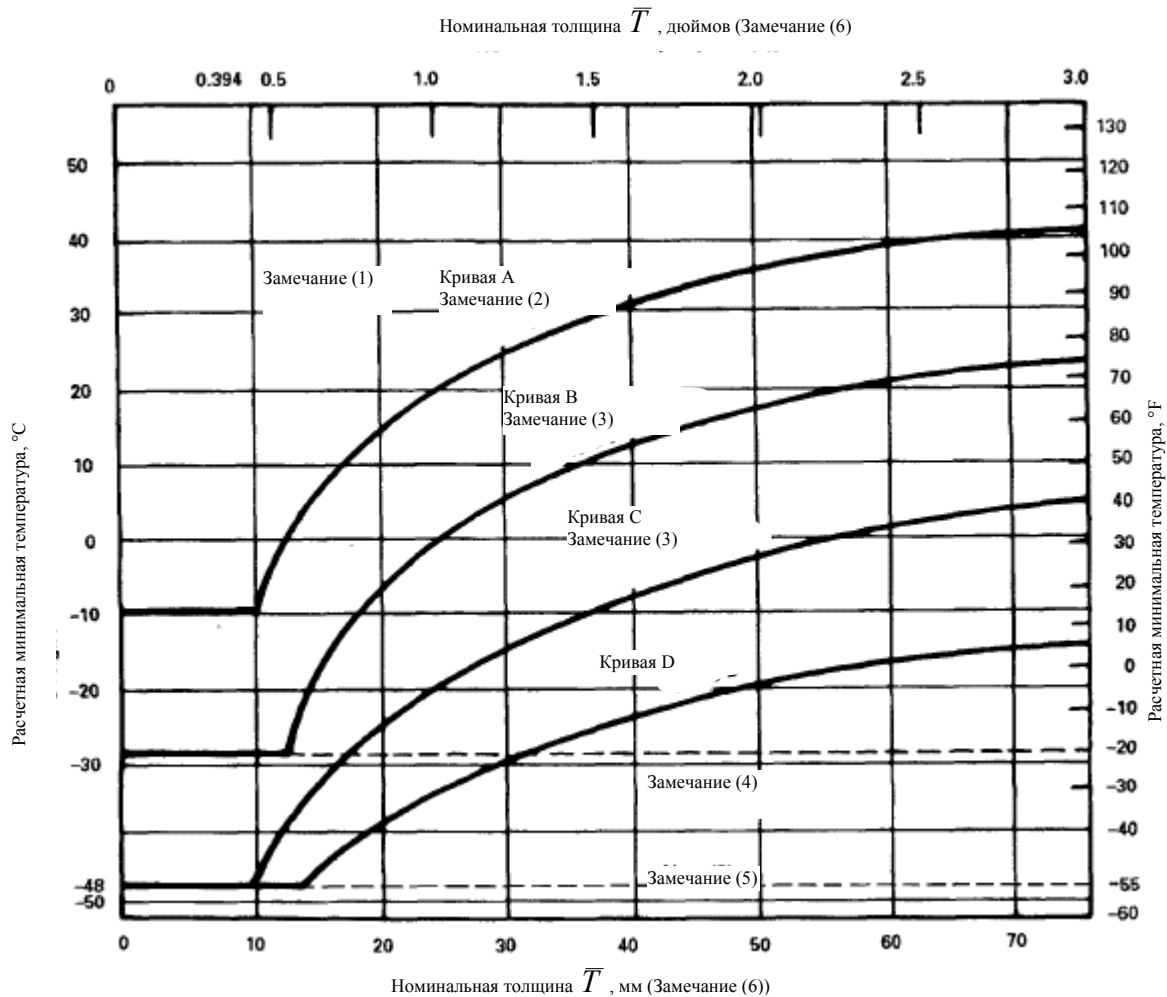
323.3.1. Общие положения. Когда испытания на ударную вязкость требуются в соответствии с Таблицей 323.2.2, другими положениями, указанными где-либо в тексте данного Сборника или в соответствии с инженерным проектом, они должны проводиться в соответствии с Таблицей 323.3.1, с использованием методов проведения испытаний

¹ Заголовки ссылочных стандартов AWS следующие: AWS A5.4 "Электроды из нержавеющей стали для экранированной дуговой сварки с металлическим электродом", AWS A5.9 "Голые сварочные электроды и прутки из нержавеющей стали", AWS A5.11 "Сварочные электроды из никеля и никелевых сплавов для экранированной дуговой сварки с металлическим электродом", AWS A5.14 "Голые сварочных электроды и прутки из никеля и никелевых сплавов" и AWS A5.22 "Сварочные порошковые электроды из коррозионно-устойчивой хромовой и хромово-никелевой стали"

Таблица 323.2.2А.

Табличные значения для минимальных температур без испытания на ударную вязкость для материалов из углеродистой стали (смотрите Рисунок 323.2.2А, на котором приведены кривые и применимые замечания).

Номинальная толщина, T (Замечание (6))		Расчетная минимальная температура							
		Кривая А (Замечание (2))		Кривая В (Замечание (3))		Кривая С (Замечание (3))		Кривая D	
мм	дюйм	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
6.4	0.25	-9.4	15	-28.9	-20	-48.3	-55	-48.3	-55
7.9	0.3125	-9.4	15	-28.9	-20	-48.3	-55	-48.3	-55
9.5	0.375	-9.4	15	-28.9	-20	-48.3	-55	-48.3	-55
10.0	0.394	-9.4	15	-28.9	-20	-48.3	-55	-48.3	-55
11.1	0.4375	-6.7	20	-28.9	-20	-41.7	-43	-48.3	-55
12.7	0.5	-1.1	30	-28.9	-20	-37.8	-36	-48.3	-55
14.3	0.5625	2.8	37	-21.7	-7	-35.0	-31	-45.6	-50
15.9	0.625	6.1	43	-16.7	2	-32.2	-26	-43.9	-47
17.5	0.6875	8.9	48	-12.8	9	-29.4	-21	-41.7	-43
19.1	0.75	11.7	53	-9.4	15	-27.2	-17	-40.0	-40
20.6	0.8125	14.4	58	-6.7	20	-25.0	-13	-38.3	-37
22.2	0.875	16.7	62	-3.9	25	-23.3	-10	-36.7	-34
23.8	0.9375	18.3	65	-1.7	29	-21.7	-7	-35.6	-32
25.4	1.0	20.0	68	0.6	33	-19.4	-3	-34.4	-30
27.0	1.0625	22.2	72	2.2	36	-18.3	-1	-33.3	-28
28.6	1.125	23.9	75	3.9	39	-16.7	2	-32.2	-26
30.2	1.1875	25.0	77	5.6	42	-15.6	4	-30.6	-23
31.8	1.25	26.7	80	6.7	44	-14.4	6	-29.4	-21
33.3	1.3125	27.8	82	7.8	46	-13.3	8	-28.3	-19
34.9	1.375	28.9	84	8.9	48	-12.2	10	-27.8	-18
36.5	1.4375	30.0	86	9.4	49	-11.1	12	-26.7	-16
38.1	1.5	31.1	88	10.6	51	-10.0	14	-25.6	-14
39.7	1.5625	32.2	90	11.7	53	-8.9	16	-25.0	-13
41.3	1.625	33.3	92	12.8	55	-8.3	17	-23.9	-11
42.9	1.6875	33.9	93	13.9	57	-7.2	19	-23.3	-10
44.5	1.75	34.4	94	14.4	58	-6.7	20	-22.2	-8
46.0	1.8125	35.6	96	15.0	59	-5.6	22	-21.7	-7
47.6	1.875	36.1	97	16.1	61	-5.0	23	-21.1	-6
49.2	1.9375	36.7	98	16.7	62	-4.4	24	-20.6	-5
50.8	2.0	37.2	99	17.2	63	-3.3	26	-20.0	-4
51.6	2.0325	37.8	100	17.8	64	-2.8	27	-19.4	-3
54.0	2.125	38.3	101	18.3	65	-2.2	28	-18.9	-2
55.6	2.1875	38.9	102	18.9	66	-1.7	29	-18.3	-1
57.2	2.25	38.9	102	19.4	67	-1.1	30	-17.8	0
58.7	2.3125	39.4	103	20.0	68	-0.6	31	-17.2	1
60.3	2.375	40.0	104	20.6	69	0.0	32	-16.7	2
61.9	2.4375	40.6	105	21.1	70	0.6	33	-16.1	3
63.5	2.5	40.6	105	21.7	71	1.1	34	-15.6	4
65.1	2.5625	41.1	106	21.7	71	1.7	35	-15.0	5
66.7	2.625	41.7	107	22.8	73	2.2	36	-14.4	6
68.3	2.6875	41.7	107	22.8	73	2.8	37	-13.9	7
69.9	2.75	42.2	108	23.3	74	3.3	38	-13.3	8
71.4	2.8125	42.2	108	23.9	75	3.9	39	-13.3	8
73.0	2.875	42.8	109	24.4	76	4.4	40	-12.8	9
74.6	2.9375	42.8	109	25.0	77	4.4	40	-12.2	10
76.2	3.0	43.3	110	25.0	77	5.0	41	-11.7	11



ЗАМЕЧАНИЯ:

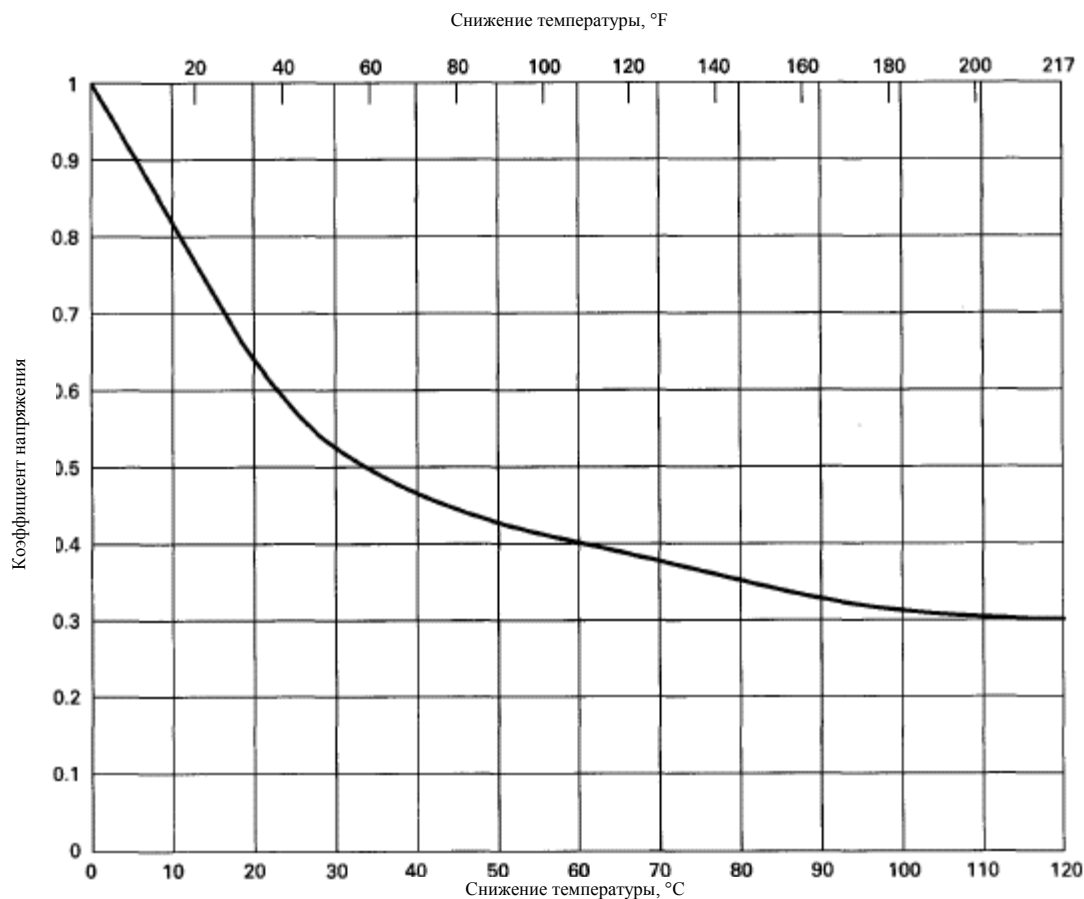
- (1). Любой материал из углеродистой стали, может использоваться при минимальной температуре -29°C (-20°F) для Категории D условий эксплуатации по технологической среде.
- (2). Классы X (Grade X) материалов API 5L и ASTM A381 могут использоваться в соответствии с Кривой В, если они нормализованы или закалены.
- (3). Следующие материалы могут использоваться в соответствии с Кривой D, если они нормализованы:
 - (a). ASTM A516 пластина, все классы;
 - (b). ASTM A671 труба, классы CE55, CE60 и все классы, сделанные из пластин A516;
 - (c). ASTM A672 труба, классы E55, E60 и все классы, сделанные из пластин A516;
- (4). Сварочная процедура для производства трубы или компонентов должна включать испытание на ударную вязкость сварных швов и HAZ для любой расчетной минимальной температуры ниже -29°C (-20°F), за исключением случаев, указанных в Таблице 323.2.2, A-3(b).
- (5). Испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом 323.3 требуется для любой расчетной минимальной температуры ниже -48°C (055°F), за исключением случаев, допускаемых Замечанием (3) к Таблице 323.2.2.
- (6). Для слепых фланцев и заглушек, \bar{T} должна быть равна 1/4 толщины фланца.

02

Рисунок 323.2.2А. Минимальные температуры без испытаний на ударную вязкость для материалов из углеродистой стали.

(Смотрите Таблицу А-1, в которой указано какие кривые используются для каждого материала, включенного в список)

(Смотрите Таблицу 323.2.2А, в которой приведены табличные значения).



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Коэффициент напряжения определяется как максимальная из следующих трех величин:

(1). номинальное напряжение давления (рассчитанное по минимальной толщине стенки трубы минус допуски), деленное на S при расчетной минимальной температуре;

(2). для трубопроводных компонентов с номинальными характеристиками по давлению, давление для рассматриваемого состояния, деленное на номинальный показатель давления при расчетной минимальной температуре;

(3). суммарное продольное напряжение в результате давления, собственного веса и деформации смещения (коэффициенты усиления напряжения не включаются в этот расчет), деленное на S при расчетной минимальной температуре. При расчете продольного напряжения, силы и моменты в трубопроводной системе должны рассчитываться с использованием номинальных размеров, а напряжения должны рассчитываться с использованием моментов сопротивления сечения, рассчитанных для номинальных размеров минус допуски на коррозию и эрозию и минус механические допуски.

(b). Нагрузки, совпадающие при рассматриваемой температуре металла, должны использоваться при определении коэффициента напряжения, как указано выше.

Рисунок 323.2.2В. Уменьшение минимальной расчетной температуры металла без испытания на ударную вязкость.

**Таблица 323.3.1.
Требования к испытаниям на ударную вязкость для металлов.**

Характеристики испытания		Колонка А Материалы, испытываемые производителем (смотрите Замечание (1)), или материалы из Таблицы 323.2.2, требующие испытания на ударную вязкость только на сварных швах	Колонка В Материалы, не испытываемые производителем, или материалы, испытываемые, но термически обрабатываемые во время или после сборки
Испытания материалов	Количество испытаний	A-1. Больше из количеств, требуемых: (а) техническими требованиями к материалу, или (б) применимым техническим требованием, перечисленным в параграфе 323.3.2. Смотрите замечание (2)	B-1. Количество, требуемое применимым техническим требованием, указанным в параграфе 323.3.2. Смотрите замечание 92)
	Размещения и ориентация образчиков	A-2. Как требуется в применимом техническом требовании, указанном в параграфе 323.3.2	
	Испытания проводятся	A-3. Производителем	B-3. Сборщиком или монтажником
Испытания сварных швов при сборке или монтаже	Образец для испытаний для подготовки образчиков для испытания на ударную вязкость	A-4. Один образец требуется для каждой сварочной процедуры, для каждого типа присадочного металла (то есть, классификация AWS E-XXXX) и для каждого флюса, который будет использоваться. Образцы для испытаний должны подвергаться существенно такой же термической обработке (включая время при температуре или температурах и скорость охлаждения), что и термическая обработка, которой будет подвергнут смонтированный трубопровод	
	Количество образцов для испытаний (смотрите Замечание (3))	A-5 (а) Один образец, толщиной Т, для каждого диапазона толщины материала от Т/2 до Т+6.4 мм (9/16 дюйма) (б) Если не требуется по инженерному проекту, образцы не должны браться из каждой партии или из материала для каждой серии, при условии что сварные швы были испытаны как требуется Разделом 4 выше, для такого же типа и класса материала (или для такого же Р-номера и номера группы в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX) и такого же диапазона толщины, и при условии что отчеты по испытаниям доступны для просмотра	B-5 (а) Один образец из каждой партии материала в каждой спецификации и классе, включая термическую обработку (смотрите Замечание (4)), если только (б) материалы не квалифицируются сборщиком или монтажником, как указано в Разделах В-1 и В-2 выше; в таком случае применяются требования раздела А-5
	Размещение и ориентация образчиков	6 (а) Металл сварного шва: поперек сварного шва, с надрезом в металле сварного шва; ось надреза должна быть нормальной по отношению к поверхности материала, и одна поверхность образчика ≤ 1.5 мм (1/16 дюйма) должна быть со стороны материала (б) Зона термического влияния (HAZ): поперек сварного шва и достаточно длинный, чтобы поместить разрез в HAZ после травления; ось разреза должна быть примерно нормальной к поверхности материала и должна включать как можно больше HAZ в разломе	
	Испытание проводится	7. Сборщиком или монтажником	

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). заверенный отчет по испытанию на ударную вязкость, выполненному (после соответствующей термической обработки, как требуется в Таблице 323.2.2, запись В-3) производителем, должен быть получен как доказательство того, что материал (включая любые сварные швы, использованные при его изготовлении), отвечает требованиям этого Сборника, и что:

(а). испытания проводились на образчиках, представляющих собой материал, доставленный изготовителю или монтажнику и использованный им, или

(б). испытания проводились на образчиках, снятых с образцах для испытаний, сделанных из материала, который прошел термическую обработку отдельно таким же способом, что и материал (включая термическую обработку, проведенную производителем), так чтобы представлять собой законченный трубопровод.

(2). Если сварка используется при производстве, сборке или монтаже, испытания HAZ должны быть достаточными для испытаний базового материала.

(3). Образец для испытаний должен быть достаточно большим, чтобы допускать подготовку трех образчиков из металла сварного шва и трех образчиков из HAZ (если требуется) согласно параграфу 323.3. Если это невозможно, потребуется подготовка дополнительных образцов для испытаний.

(4). В целях этого требования, "партия" означает количество материала, описываемого в статье "Количество испытаний" технического требования, примененного к форме продукта (то есть, к трубе, пластине и так далее), указанного в параграфе 323.3.2.

и критерии приемлемости, описанные в параграфах 323.3.2 – 323.3.5.

323.3.2. Процедура. Испытание на ударную вязкость каждой формы продукта, сделанного из материала любой спецификации (включая сварные швы в компонентах) должно проводиться с использованием процедур и аппаратов в соответствии с ASTM A370 и в соответствии с требованиями к испытаниям на ударную вязкость следующих технических требований, за исключением того, что особые требования этого Сборника, которые входят в противоречие с этими техническими требованиями, должны превалировать.

Форма продукта	Номер технического требования ASTM
Труба	A333
Трубка	A334
Фитинги	A420
Кованые детали	A350
Литые детали	A352
Болтовое крепление	A320
Пластина	A20

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Заголовки ссылочных стандартов, не приведенных в указателе технических требований для Приложения А, следующие: A20 "Общие требования к стальным пластинам для сосудов, работающих под давлением" и A370 "Методы проведения испытаний и определения для механического испытания стальных изделий".

323.3.3. Испытательные образчики. Каждый набор испытательных образчиков для испытаний на ударную вязкость должен состоять из трех испытательных брусков. Все испытания на ударную вязкость должны проводиться с использованием стандартных испытательных образчиков для испытаний на V-образный надрез по Шарпи с квадратным сечением 10 миллиметров (0.394 дюйма), за исключением случаев, когда форма или толщина материала не допускают этого. Испытания на ударную вязкость по Шарпи могут выполняться на образчиках полной толщины материала, которая может быть обработана на станке, чтобы устранить все неровности поверхности. Иначе же, у такого материала может быть уменьшена толщина, так чтобы получились самые крупные возможные образчики уменьшенного размера для испытаний по Шарпи. Смотрите Таблицу 323.3.4.

323.3.4. Испытательные температуры. Для всех испытаний на ударную вязкость по Шарпи критерии испытательных температур в параграфе 323.3.4(a) или (b) должны быть удовлетворены. Испытательные образчики, а также лабораторные плашки должны быть охлаждены в течение достаточно длительного времени, чтобы достичь испытательной температуры.

(a). Для материалов с толщиной равной или большей чем 10 миллиметров (0.394 дюйма). Когда самый крупный возможный образчик для испытания по Шарпи с V-образным надрезом имеет ширину вдоль надреза, по крайней мере, 8 миллиметров (0.135 дюйма), испытание по Шарпи, использующее такой образчик, должно проводиться при температуре не выше, чем расчетная минимальная температура. Когда самый крупный возможный испытательный образчик имеет ширину вдоль надреза меньше 8 миллиметров, испытание должно проводиться при температуре, которая ниже расчетной минимальной температуры на количество, указанное в Таблице 323.3.4 для этой ширины образчика.

Таблица 323.3.4

Уменьшение температуры испытания на ударную вязкость по Шарпи.

Реальная толщина материала (смотрите параграф 323.3.4(b)) или ширина образчика для испытаний на ударную вязкость по Шарпи вдоль надреза (Замечание (2))		Уменьшение температуры ниже расчетной минимальной температуры	
мм	дюйм	°C	°F
10	0.394	0	0
(полноразмерный стандартный брусок)			
9	0,354	0	0
8	0,315	0	0
7.5 (3/4 от стандартного бруска)	0,295	2,8	5
(стандартного бруска)			
7	0,276	4,4	8
6.67 (2/3 от стандартного бруска)	0,262	5,6	10
(стандартного бруска)			
6	0,236	8,3	15
5 (1/2 от стандартного бруска)	0,197	11,1	20
(стандартного бруска)			
4	0,157	16,7	30
3.33 (1/3 от стандартного бруска)	0,131	19,4	35
(стандартного бруска)			
3	0,118	22,2	40
2.5 (1/4 от стандартного бруска)	0,098	27,8	50

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Эти критерии уменьшения температуры не применяются, когда Таблица 323.3.5 указывает поперечное расширение для минимальных требуемых величин.
- (2). Прямолинейная интерполяция для промежуточных величин допускается.

(b). Для материалов с толщиной менее 10 миллиметров (0.394 дюйма). Когда самый крупный возможный образчик для испытания на ударную вязкость по Шарпи с V-образным надрезом имеет ширину вдоль разреза, по крайней мере, равную 80% от толщины материала, испытание по Шарпи такого образчика должно проводиться при температуре не большей чем расчетная минимальная температура. Когда самый крупный возможный испытательный образчик имеет ширину вдоль разреза меньше 80% от толщины материала, испытание должно проводиться при температуре, которая ниже расчетной минимальной температуры на количество, равное разнице (смотрите Таблицу 323.3.4) между уменьшением температуры, соответствующим реальной толщине материала, и уменьшением температуры, соответствующим реально испытанной ширине образчика для испытаний по Шарпи.

323.3.5. Критерии приемлемости.

(a). Требования к минимальной энергии. За исключением материалов для болтового крепления, применимое требование к минимальной энергии для углеродистых и низколегированных сталей с указанными значениями минимальной прочности на разрыв, меньшими, чем 665 МПа (95 ksi), должно быть таким, как показано в Таблице 323.3.5.

Таблица 323.3.5.
Минимальные требуемые значения ударной вязкости по Шарпи.

Указанная минимальная прочность на разрыв	Количество образчиков (Замечание (2))	Энергия (Замечание (1))			
		Полностью раскисленная сталь		Сталь, отличающаяся от полностью раскисленной	
		Джоуль	Фут-фунт силы	Джоуль	Фут-фунт силы
(а) Углеродистая и низколегированная сталь					
448 МПа (65 ksi) и меньше	В среднем для 3 образчиков	18	13	14	10
	Минимум для 3 образчиков	16	10	10	7
Больше 448 и меньше 517 МПа (75ksi)	В среднем для 3 образчиков	20	15	18	13
	Минимум для 1 образчика	16	12	14	10
Больше 517 и меньше 656 МПа (95 ksi) (исключая верхний предел)	В среднем для 3 образчиков	27	20	...	...
	Минимум для 1 образчика	20	15	....	....
Поперечное расширение					
656 МПа и больше (Замечание (3))	Минимум для 3 образчиков	0.38 миллиметра (0.015 дюйма)			
(b) Стали с Р-номерами 6, 7 и 8	Минимум для 3 образчиков	0.38 миллиметра (0.015 дюйма)			

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Значения энергии в этой Таблице приведены для образчиков стандартного размера. Для образчиков, имеющих меньшие размеры, эти значения должны быть умножены на отношение реальной ширины образчика к ширине полноразмерного образчика, 10 миллиметров (0.394 дюйма).

(2). Смотрите параграф 323.3.5(d) в отношении допустимых повторных испытаний.

(3). Для болтов такого уровня прочности при номинальных размерах М52 (2 дюйма) и ниже, требования к испытанию на ударную вязкость ASTM А320 могут применяться. Для болтов размера больше М52 должны применяться требования этой Таблицы.

(b). *Требования к поперечному расширению.* Другие углеродистые и низколегированные стали, имеющие указанные минимальные прочности на разрыв равные или меньшее, чем 656 МПа (95 ksi), все материалы для болтовых креплений и все высоколегированные стали (с Р-номерами 6, 7 и 8) должны иметь поперечное расширение, противоположное надрезу, в размере не меньше 0.38 миллиметра (0.015 дюйма) для всех размеров образчиков. Поперечное расширение – это увеличение ширины сломанного образчика по сравнению с шириной несломанного образчика, измеренной на стороне сжатия, параллельное линии, образующей дно V-образного надреза (смотрите ASTM А370).

(c). *Требования к испытаниям на ударную вязкость сварных швов.* Там где два базовых металла, имеющих различные требуемые значения энергии удара, соединяются с помощью сварки, требования к энергии испытания на ударную вязкость должны удовлетворять требованиям базового металла, имеющего указанную минимальную прочность на разрыв, наиболее точно соответствующую указанной минимальной прочности на разрыв металла сварного шва.

(d). *Повторные испытания.*

(1). *Для критериев поглощенной энергии.* Когда среднее значение по трем образчикам равно или превышает минимальное значение, допустимое для одного образчика, и значение для более чем одного образчика ниже требуемого среднего значения, или когда значения для одного образчика ниже минимального значения, допустимого для одного отдельного образчика,

должно быть проведено повторное испытание трех дополнительных образчиков. Значение для всех этих образчиков повторных испытаний должно быть равно или должно превышать требуемое среднее значение.

(2). *Для критерия поперечного расширения.* Если значение поперечного расширения для одного образчика в группе из трех образчиков ниже 0.38 миллиметра (0.015 дюйма), но не ниже 0.25 миллиметра (0.01 дюйма) и если среднее значение для трех образчиков равно или превышает 0.38 миллиметра (0.015 дюйма), может быть проведено повторное испытание трех дополнительных образчиков, каждый из которых должен быть равен или должен превышать указанное минимальное значение 0.38 миллиметра (0.015 дюйма). В случае материалов, прошедших термическую обработку, если требуемые значения не достигаются во время повторного испытания или если значения в первом испытании меньше чем минимально допустимые для повторного испытания, материал, может быть, подвергнут повторной термической обработке и повторно испытан. После повторной термической обработки, должен быть сделан набор из трех образчиков. Для того, чтобы пройти испытание, поперечное расширение каждого из образчиков должно быть равно или больше указанного минимального значения 0.38 миллиметра (0.015 дюйма).

(3). *Для непостоянных результатов испытаний.* Когда непостоянный результат получается в результате использования дефектного образчика или когда имеется неопределенность в испытательной процедуре, допускается проведение повторного испытания.

323.4. Требования к материалам в зависимости от условий эксплуатации по технологической среде.

323.4.1. Общие положения. Требования в параграфе 323.4 применяются к деталям, содержащим давление. Они не применяются к материалам, используемым для опор, прокладок, набивки или болтового крепления. Смотрите также Приложение F, параграф F323.4.

323.4.2. Особые требования.

(a). *Пластичный чугун.* Пластичный чугун не должен использоваться для деталей, содержащих давление, при температурах ниже -29°C (-20°F) (за исключением аустенитного пластичного чугуна) или выше 343°C (650°F). Аустенитный пластичный чугун, удовлетворяющий требованиям ASTM A571, может использоваться при температурах ниже -29°C (-20°F) вплоть до температуры испытания на ударную вязкость, проводимого в соответствии с этими Техническими требованиями, но не ниже -196°C (-320°F).

Клапаны, имеющие корпуса и крышки, сделанные из материалов, удовлетворяющих требованиям ASTM A395, и отвечающие требованиям ASME B16.42 и дополнительным требованиям в ASTM B16.34 Стандартный класс, API 594, API 599 или API 609, могут использоваться в пределах номинальных показателей давления-температуры, приведенных в ASME B16.42.

Сварка не должна выполняться при сборке или ремонте компонентов из пластичного чугуна, а также при сборке таких компонентов в рамках трубопроводной системы.

(b). *Другие литые чугуны.* Следующее не должно использоваться при жестких циклических условиях. Если меры безопасности приняты для защиты от избыточного тепла, термического удара, механического удара и неправильной эксплуатации, они могут использоваться при других условиях эксплуатации с учетом выполнения следующих требований:

(1). Литой чугун не должен использоваться над уровнем земли в пределах ограничений, накладываемых на технологическую установку, эксплуатируемую с углеводородами или другими огнеопасными средами при температурах выше 149°C (300°F) или избыточных давлениях выше 1035 кПа (150 psi). В других местах предельным давлением должно быть 2760 кПа (400 psi).

(2). Ковкий чугун не должен использоваться ни при каких условиях с температурой ниже -29°C (-20°F) или выше 343°C (650°F) и не должен использоваться с огнеопасными средами при температурах выше 149°C (300°F) или при избыточных давлениях больше 2760 кПа (400 psi).

(3). Чугун с высоким содержанием кремния (14.5% Si) не должен использоваться с огнеопасными средами. Необходимо проконсультироваться с производителем в отношении номинальных показателей давления-температуры и мер предосторожности при использовании такого материала.

(c). *Другие материалы.*

(1). Если сварка или термическая резка используются на алюминиевых литых изделиях, значения напряжения в Приложении A и номинальные показатели компонентов в Таблице 326.1 не применимы. Ответственностью проектировщика является определение таких напряжений и номинальных показателей, удовлетворяющих требованиям этого Сборника.

(2). Свинец, олово и их сплавы не должны использоваться с огнеопасными средами.

323.4.3. Материалы плакировки и облицовки. Материалы с металлической плакировкой или металлической обшивкой могут использоваться в соответствии со следующими положениями:

(a). Если трубопроводные компоненты изготавливаются из цельно плакированной пластины, удовлетворяющей требованиям:

(1). ASTM A263 "Пластины, листы и полосы, плакированные коррозионно-устойчивой хромовой сталью", или

(2). ASTM A264 "Пластины, листы и полосы, плакированные нержавеющей хромоникелевой сталью", или

(3). ASTM A265 "Пластины, листы и полосы, плакированные никелем и сплавами на основе никеля", проектирование по давлению в соответствии с правилами параграфа 304 может основываться на общей толщине базового металла и плакировки после того, как будут вычтены любые допуски на коррозию, при условии что и базовый металл, и металл плакировки приемлемы для использования в рамках Сборника в соответствии с условиями параграфа 323.1 и при условии что плакированная пластина была испытана на сдвиг и удовлетворяет всем требованиям к испытаниям на сдвиг применимого Технического требования ASTM. Допустимое напряжение для каждого материала (базового и плакировки) должно браться из Приложения A или определяться в соответствии с правилами, указанными в параграфе 302.3, при условии, однако, что допустимое напряжение, использованное для плакировочной части расчетной толщины, никогда не будет больше, чем допустимое напряжение, использованное для базовой части расчетной толщины.

(b). Для всех других трубопроводных компонентов с металлической плакировкой или облицовкой, базовый металл должен быть материалом, приемлемым в рамках Сборника, как определено в параграфе 323.1, а толщина, использованная при проектировании по давлению в соответствии с параграфом 304, не должна включать толщину плакировки или облицовки. Использованное допустимое напряжение должно быть напряжением для базового металла при расчетной температуре. Для таких компонентов, плакировка или облицовка могут быть сделаны из любого металла, который, с точки зрения пользователя, пригоден для запланированных условий эксплуатации и для метода производства и сборки трубопроводного компонента.

(c). За исключением компонентов, проектируемых в соответствии с положениями параграфа 323.4.39a), требования по технологической среде для материалов, указанные в этом Сборнике, не должны ограничивать их использование в роли плакировки или облицовки на трубе или других компонентах. Требования по технологической среде для внешнего материала (включая внешний материал для компонентов и соединений) должны быть руководящими, за исключением того, что необходимо учитывать температурные ограничения для, как внутренних, так и внешних материалов и температурные ограничения для любой связи между ними.

(d) Сборка с помощью сварки плакированных или облицованных трубопроводных компонентов и осмотр и испытание таких компонентов должны проводиться в соответствии с применимыми положениями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1,

параграфы с UCL-30 по UCL-52, или в соответствии с положениями Глав V и VI этого Сборника, в зависимости от того, какие из них будут более строгими.

323.5. Разрушение материалов во время эксплуатации.

Выбор материала с точки зрения сопротивления разрушению во время эксплуатации находится вне сферы действия этого Сборника. Ответственность проектировщика является выбор материалов, пригодных для данного вида эксплуатации. Рекомендации, основанные на опыте, приведены как общее руководство в Приложении F, параграф F323.

325. МАТЕРИАЛЫ – РАЗНОЕ.

325.1. Материалы соединений и вспомогательные материалы.

При выборе материалов, таких как адгезивы, клеи, растворители, мягкий припой, материалы для пайки твердым припоем, набивка и уплотнительные кольца для производства или герметизации соединений, проектировщик должен учитывать их пригодность к данным условиям эксплуатации по технологической среде. (Внимание также должно быть уделено возможному влиянию материалов соединения или вспомогательных материалов на технологическую среду).

ГЛАВА IV. СТАНДАРТЫ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.

326. РАЗМЕРЫ И НОМИНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТОВ.

326.1. Требования к размерам.

326.1.1. Трубопроводные компоненты, включенные в список. Стандарты по размерам для трубопроводных компонентов приведены в Таблице 326.1. Требования к размерам, содержащиеся в технических требованиях, перечисленных в Приложении А, также должны считаться требованиями данного Сборника.

326.1. Трубопроводные компоненты, не включенные в список. Размеры трубопроводных компонентов, не включенных в Таблицу 326.1 или Приложение А, должны соответствовать требованиям для сравнимых компонентов, включенных в список, на столько, на сколько это возможно. В любом случае, размеры должны быть такими, чтобы обеспечить прочность и рабочие характеристики, эквивалентные стандартным компонентам, за исключением случаев, указанных в параграфах 303 и 304.

326.1.3. Резьба. Размеры резьбы трубопроводных соединений, каким-либо иным образом не охваченные стандартом или техническими требованиями к компоненту, должны удовлетворять требованиям применимых стандартов, перечисленных в Таблице 326.1 или Приложении А.

326.2. Номинальные характеристики компонентов.

326.2.1. Компоненты, включенные в список. Номинальные показатели давления-температуры компонентов, включенных в Таблицу 326.1, приемлемы для проектирования по давлению в соответствии с параграфом 303.

326.2.2. Компоненты, не включенные в список. Номинальные показатели давления-температуры трубопроводных компонентов, не включенных в список, должны соответствовать применимым положениям параграфа 304.

326.3. Ссылочные документы.

Документы, перечисленные в Таблице 326.1, содержат ссылки на сборники правил, стандарты и технические требования, не перечисленные в Таблице 326.1. Такие сборники правил, стандарты и технические требования должны использоваться только в контексте перечисленных документов, в которых они появляются.

Требования к проектированию, материалам, изготовлению, сборке, исследованию, осмотру и испытаниям этого Сборника не применимы к компонентам, изготовленным в соответствии с документами, перечисленными в Таблице 326.1, если только это специально не указано в этом Сборнике или в документе из списка.

Таблица 326.1.
Стандарты для компонентов¹

Стандарт или техническое требование	Код (Замечание (2))
Болтовое крепление	
Квадратные и шестигранные болты и винты, дюймовый ряд, включая винты с шестигранной головкой и шурупы с квадратной головкой	* ASME B18.2.1
Квадратные и шестигранные гайки (дюймовый ряд)	* ASME B18.2.1
Металлические фитинги, клапаны и фланцы	
Трубные фланцы и фланцевые фитинги из литого чугуна	* ASME B16.1
Резьбовые фитинги из ковкого чугуна	* ASME B16.3
Резьбовые фитинги из серого чугуна	* ASME B16.4
Трубные фланцы и фланцевые фитинги	* ASME B16.5
Заводские фитинги из катаной стали для стыковой сварки	* ASME B16.9
Размеры клапанов от грани-до-грани и от торца-до-торца	* ASME B16.10
Кованые фитинги, для муфтовой сварки и резьбовые	* ASME B16.11
Трубные заглушки, втулки и контргайки с трубной резьбой, сделанные из черных металлов	* ASME B16.14
Резьбовые литые бронзовые фитинги, класс 125 и класс 250 (Замечания (3), (4))	* ASME B16.15
Литые напорные фитинги из медного сплава для паяных соединений	* ASME B16.18
Напорные фитинги из катаного медного сплава для паяных соединений	* ASME B16.22
Бронзовые трубные фланцы и фланцевые фитинги, классы 150, 300, 400, 600, 900, 1500 и 2500, и фланцевые фитинги, класс 150 и 300	* ASME B16.24
Литые фитинги из медного сплава для развальцованных медных труб	* ASME B16.26
Колена и U-образные колена малого радиуса из катаной стали для стыковой сварки (Замечание (5))	* ASME B16.28
Клапаны – фланцевые, резьбовые и сварные торцы	* ASME B16.34
Форсуночные фланцы, классы 300, 600, 900, 1500 и 2500	* ASME B16.36
Резьбовые соединительные муфты из ковкого чугуна, класс 150, 250 и 300	* ASME B16.39
Трубные фланцы и фланцевые фитинги из пластичного чугуна, класс 150 и 300	* ASME B16.42
Стальные фланцы большого диаметра, от NPS 26 до NPS 60	* ASME B16.47
Фланцевые стальные предохранительные клапаны давления	API 526
Дисковые и дисково-язычковые обратные клапаны	* API 594
Металлические конусные затворы – фланцевые и сварные торцы	API 599
Стальные шиберные клапаны – фланцевые торцы и торцы для стыковой сварки, болтовые и герметизированные крышки	API 600
Компактные стальные шиберные клапаны – фланцевые, резьбовые, сварочные и вытянутые торцы	API 602
Класс 150, литые, коррозионно-устойчивые, фланцевые шиберные клапаны	* API 603
Металлические шаровые клапаны – фланцевые, резьбовые и сварочные торцы	API 608
Язычковые и дисковые поворотные заслонки	API 609
Фитинги из пластичного чугуна и серого чугуна, от 3 дюймов до 48 дюймов (от 75 до 1200 миллиметров), для воды и других жидкостей	* AWWA C110
Фланцевые из пластичного чугуна с резьбовыми фланцами из пластичного или серого чугуна	* AWWA C115
Стальные трубные фланцы для работы с водой, размеры от 4 дюймов до 144 дюймов (от 100 до 3600 миллиметров)	* AWWA C207
Размеры для сборных стальных фланцев труб для работы с водой	* AWWA C208
Шибберные клапаны со стальными седлами для подачи воды	* AWWA C500
Поворотные заслонки с резиновыми седлами	* AWWA C504
Стандартная обработка контактных поверхностей трубных фланцев и соединительных фланцев клапанов и фитингов	MSS SP-6
Торцовка для бронзовых, чугунных и стальных фланцев	MSS SP-9
Стандартные системы маркировки для клапанов, фитингов, фланцев и соединительных муфт	MSS SP-25
Коррозионно-устойчивые шиберные, проходные запорные, угловые и обратные клапаны с фланцевыми торцами и торцами для сварки встык, класс 150 (PN 20)	MSS SP-42
Фитинги из катаной нержавеющей стали для сварки встык, включая ссылки на другие коррозионно-устойчивые материалы	MSS SP-43
Стальные трубные линейные фланцы	MSS SP-44
Байпасные и водоспускные присоединения	MSS SP-45
Коррозионно-устойчивые фланцы класса 1500LW и литые фланцевые фитинги	MSS SP-51
Фланцы для высоких давлений в химической промышленности и резьбовые штыри для использования с линзовыми прокладками	MSS SP-65
Шибберные клапаны из литого чугуна, фланцевые и резьбовые торцы	MSS SP-70
Вертлюжные обратные клапаны из серого чугуна, фланцевые и резьбовые торцы	MSS SP-71
Шаровые клапаны с фланцевыми торцами или торцами для сварки встык общего назначения	MSS SP-72

(продолжение следует)

Таблица 326.1.
Стандарты для компонентов¹ (продолжение).

Стандарт или техническое требование	Код (Замечание (2))
Металлические фитинги, клапаны и фланцы (продолжение)	
Технические требования к катаным фитингам для сварки встык, прошедшим строгие испытания	MSS SP-75
Редукторные вставки для муфтовой сварки	MSS SP-79
Бронзовые шиберные, проходные запорные, угловые и обратные клапаны	MSS SP-80
Щелевые литниковые клапаны, из нержавеющей стали, без крышки, фланцевые	MSS SP-81
Стальные соединительные муфты класса 3000, резьбовые и для сварки	MSS SP-83
Проходные запорные и угловые клапаны из литого чугуна, фланцевые и резьбовые торцы	MSS SP-85
Клапаны мембранного типа	MSS SP-88
Двухнипельные переходники и конические пробки	MSS SP-95
Цельно усиленные кованные отводные фитинги патрубков – резьбовые торцы, торцы для муфтовой сварки и сварки встык	MSS SP-97
Клапаны контрольно-измерительных приборов для применения в рамках Сборника	MSS SP-105
Фитинги с раструбными торцами для муфтовой сварки, из нержавеющей стали и медно-никелевого сплава (Замечание (7))	MSS SP-119
Фитинги для трубок морозильных установок – общие технические требования	SAE J513
Фитинги для гидравлических трубок	SAE J514
Гидравлические фланцевые трубки, трубки и шланговые присоединения, четырехболтовые, разъемного типа	* SAE J518
Металлические трубы и трубки (Замечание (6))	
Сварные и бесшовные трубы из катаной стали	* ASME B36.10M
Бесшовные стальные трубы	* ASME B36.19M
Фланцевые трубы из пластичного чугуна с резьбовыми фланцами из пластичного или серого чугуна	* AWWA C115
Проектирование по толщине для труб из пластичного чугуна	* AWWA C150
Трубы из пластичного чугуна, центробежно-литые, для воды и других жидкостей	* AWWA C151
Стальные водопроводные трубы 6 дюймов (150 миллиметров) и больше	AWWA C200
Разное	
Унифицированная дюймовая винтовая резьба (формы UN и UNR)	* ASME B1.1
Трубная резьба, общего назначения (дюймовая)	* ASME B1.20.1
Трубная резьба с сухой замазкой (дюймовая)	* ASME B1.20.3
Винтовая резьба для шланговых соединительных муфт (дюймовая)	* ASME B1.20.7
Металлические прокладки для трубных фланцев – кольца: муфтовые, спирально-свернутые и обшитые	* ASME B16.20
Неметаллические плоские прокладки для трубных фланцев	* ASME B16.21
Торцы для сварки встык	* ASME B16.25
Поверхностная текстура (шероховатость, волнистость и направление скрутки поверхности)	* ASME B46.1
Технические требования к нарезке резьбы, калибровке и осмотру для резьбы на корпусах, трубках и линейных трубках	API 5B
Соединения с резиновыми прокладками для напорных труб и фитингов из пластичного чугуна	* AWWA C111
Трубные подвески и опоры – материалы, проектирование и изготовление	MSS SP-58
Соединения, паяные твердым припоем, для катаных и литых фитингов из медного сплава	MSS SP-73
Стандарт по присоединениям пожарных шлангов	NFPA 1963

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого, одобренные ссылочные издания вместе с наименованиями и адреса организаций-спонсоров приведены в Приложении Е.
- (2). Звездочка (*) перед кодом документа указывает на то, что такой стандарт был одобрен как, Американский национальный стандарт Американским институтом национальных стандартов.
- (3). Этот стандарт допускает использование материалов, не включенных в список, смотрите параграф 323.1.2.
- (4). Этот стандарт допускает цилиндрическую трубную резьбу для размеров \leq DN 15 (NPS 1/2); смотрите параграф 314.2.1(d).
- (5). **ВНИМАНИЕ:** номинальные показатели по давлению компонентов, изготовленных в соответствии с изданиями, вышедшими до Издания 1994 года этого стандарта были пересчитаны до 80% от эквивалентной бесшовной трубы. Этот перерасчет больше не требуется для компонентов, изготовленных в соответствии с Изданием 1994 года.
- (6). Смотрите также Приложение А.
- (7). MSS SP-119 включает три класса фитингов: MP, MARINE и CR. Только фитинги класса MP рассматриваются как "компонент, включенный в список" для целей данного Сборника. **ВНИМАНИЕ:** смотрите MSS SP-119 (Раздел b), в котором указаны особые положения в отношении номинальных показателей. (В соответствии с MSS SP-119, номинальные показатели по давлению для фитингов класса MP равны 87.5% от номинальных показателей по давлению, рассчитанных для прямых бесшовных труб *минимальной* толщины стенки).

ГЛАВА V. ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ.

327. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Материалы и компоненты металлических трубопроводных систем подготавливаются к сборке и монтажу с помощью одного или более процессов изготовления, указанных в параграфах 328, 330, 331, 332 и 333. Когда какой-либо из этих процессов используется для сборки или монтажа, требования для этих операций такие же, как и для изготовления.

328. СВАРКА.

Сварка должна отвечать требованиям параграфов 328.1 – 328.6 в соответствии с применимыми требованиями параграфа 311.2.

328.1. Ответственность за сварку.

Каждый работодатель несет ответственность за сварку, выполняемую персоналом его организации и, за исключением случаев, указанных в параграфах 328.2.2 и 328.2.3, должен проводить испытания, требуемые для того, чтобы квалифицировать сварочные процедуры и квалифицировать и, при необходимости, переквалифицировать сварщиков и операторов сварочных автоматов.

328.2. Сварочные квалификации.

328.2.1. Требования к квалификации.

- (a). Квалификация сварочных процессов, которые должны использоваться, и работы сварщиков и операторов сварочных автоматов должна отвечать требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, за исключением требований, модифицированных в данном Сборнике.
- (b). Когда базовый металл не должен выдерживать направленную гибку под 180 градусов, требуемую в Разделе IX, квалифицирующий сварной образец должен проходить через гибку под таким же углом, что и базовый металл, с точностью 5 градусов.
- (c). Требования к предварительному нагреву в параграфе 330 и к термической обработке в параграфе 331, в также такие требования в инженерном проекте должны применяться при квалификации сварочных процедур.
- (d). Когда испытание на ударную вязкость требуется в соответствии со Сборником или инженерным проектом, эти требования должны быть удовлетворены при квалификации сварочных процедур.
- (e). Если используются плавкие вставки (Рисунок 328.3.2, схема (d), (e), (f) или (g)) или их эквиваленты, полностью обработанные на станке, или подкладочные кольца, их

пригодность должна быть продемонстрирована с помощью квалификации процедуры, за исключением того, что процедура, квалифицированная без использования подкладочного кольца, также квалифицируется для использования с подкладочным кольцом в одношовных соединениях встык.

(f). Чтобы уменьшить количество требуемых квалификаций сварочных процедур, Р-номера или S-номера и номера групп присваиваются в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, группам металлов, собранных вместе в основном по составу, пригодности для сварки и механическим свойствам насколько это возможно. Р-номера или S-номера для большинства металлов приведены для удобства пользователей Сборника в отдельной колонке Таблицы А-1. Смотрите Раздел IX QW/QB-422 в отношении номеров групп для соответствующих Р-номеров и S-номеров. Использование Раздела IX QW-420.2 требуется для этого Сборника.

328.2.2. Квалификация процедуры, проведенная другими лицами. Каждый работодатель несет ответственность за квалификацию любой сварочной процедуры, которую персонал его организации будет использовать. При условии особого одобрения Инспектора, сварочные процедуры, квалифицированные другими лицами, могут использоваться при условии, что выполнены следующие условия:

- (a). Инспектор должен быть удовлетворен по следующим пунктам:
 - (1). предлагаемые технические требования к сварочной процедуре (WPS) были подготовлены, квалифицированы и выполнены ответственной, признанной организацией с опытом в области сварки, и
 - (2). работодатель не сделал никаких изменений в сварочной процедуре.
- (b). Р-номер базового металла равен 1, 3, 4 номер группы 1 (1 1/4 Cr. max) или 8; и испытание на ударную вязкость не требуется.
- (c). Базовые металлы, которые должны соединяться, имеют один и тот же Р-номер, за исключением того, что Р-номера 1, 3 и 4 номер группы 1 могут свариваться один к другому в соответствии с правилами Раздела IX.
- (d). Материал, который должен быть сварен, имеет толщину не больше 19 миллиметров (3/4 дюйма). Послесварочная термическая обработка не требуется.
- (e). Расчетное давление не превышает номинального значения PN 50 (класс 300) по ASME B16.5 для материала при расчетной температуре, а расчетная температура находится в диапазоне от -29°C до 399°C (от -20°F до 750°F) включительно.

- (f). Сварочный процесс – SMAW или GTAW или комбинация этих видов процессов.
 (g). Сварочные электроды для процесса SMAW выбираются по следующим классификациям:

AWS A5.1 ¹	AWS A5.4 ¹	AWS A5.5 ¹
E6010	E308-15, -16	E7010-A1
E6011	E308L-15, -16	E7018-A1
E7015	E309-15, -16	E8016-B1
E7016	E310-15, -16	E8018-B1
E7018	E-16-8-2-15, -16	E8016-B2
	E316-15, -16	E8018-B2
	E316L-15, -16	E8015-B2L
	E347-15, -16	E8018-B2L

(h). подписав документ, работодатель принимает ответственность и за WPS, и за отчет по квалификации процедуры (PQR).

(1). Работодатель имеет, по крайней мере, одного сварщика или оператора сварочного автомата, нанятого в настоящий момент, который, будучи на работе у него, удовлетворительно прошел квалификационное испытание с использованием процедуры и материала с Р-номером, указанных в WPS. Испытание гибкой при квалификации работы, требуемое в разделе IX, QW-302, должно использоваться для этой цели. Квалификация с помощью радиографии не приемлема.

328.2.3. Квалификация работы, проведенная другими лицами. Чтобы избежать повторения действий, работодатель может принять квалификацию работы, проведенную для другого работодателя, при условии, что Инспектор особо одобрит это. Приемлемость ограничивается квалификацией на трубопроводе с использованием той же самой или эквивалентной процедуры, в которой существенные параметры находятся в пределах ограничений, налагаемых в Разделе IX. Работодатель должен получить от предыдущего работодателя копию отчета по квалификационным испытаниям работы, на которой должно быть указано наименование работодателя, имя сварщика или оператора сварочного автомата, идентификация процедуры, дата успешной квалификации и дата, когда этот работник в последний раз использовал эту процедуру на напорном трубопроводе.

328.2.4. Отчеты по квалификации. Работодатель должен вести заверенный отчет, доступный для владельца (или представителя владельца) и Инспектора, по использованным процедурам и нанятым сварщикам и операторам сварочных автоматов, указывающий дату и результаты квалификации процедур и работы, и идентификационный символ, присвоенный каждому сварщику и оператору сварочного автомата.

328.3. Материалы для сварки.

¹ AWS A5.1 "Сварочные электроды из углеродистой стали для экранированной дуговой сварки с металлическим электродом"; AWS A5.4 "Сварочные электроды из нержавеющей стали для экранированной дуговой сварки с металлическим электродом" и AWS A5.5 "Сварочные электроды из низколегированной стали с обмазкой для дуговой сварки"

328.3.1. Присадочный металл. Присадочный металл должен удовлетворять требованиям Раздела IX. Присадочный металл, еще не включенный в Раздел IX, может использоваться с одобрения владельца, если сначала квалификационные испытания процедуры были успешно пройдены.

328.3.2. Подкладочный материал сварного шва. Когда используются подкладочные кольца, они должны удовлетворять следующим требованиям:

(a). *Подкладочные кольца из черных металлов.* Они должны быть качества, допускающего сварку. Содержание серы не должно превышать 0.05%.

(b). Если две прилегающие поверхности должны привариваться к третьему элементу, использованному как подкладочное кольцо, и один или два из этих трех элементов сделаны из ферритного металла, а другой элемент или элементы сделаны из аустенитного металла, удовлетворительное использование таких материалов должно быть продемонстрировано с помощью сварочной процедуры, квалифицированной в соответствии с параграфом 328.2.

Подкладочные кольца могут быть непрерывными обработанными на станке или разъемного типа. Некоторые наиболее часто используемые типы приведены на Рисунке 328.3.2.

(c). *Подкладочные кольца из цветных металлов и неметаллов.* Подкладочные кольца из цветных металлов или неметаллических материалов могут использоваться, при условии, что они сделаны из такого же номинального состава, что и присадочный металл, не будут вызывать вредное легирование металла сварного шва, а сварочная процедура, использующая их, квалифицирована в соответствии с требованиями параграфа 328.2. Некоторые наиболее часто используемые типы показаны на Рисунке 328.3.2.

328.4. Подготовка к сварке.

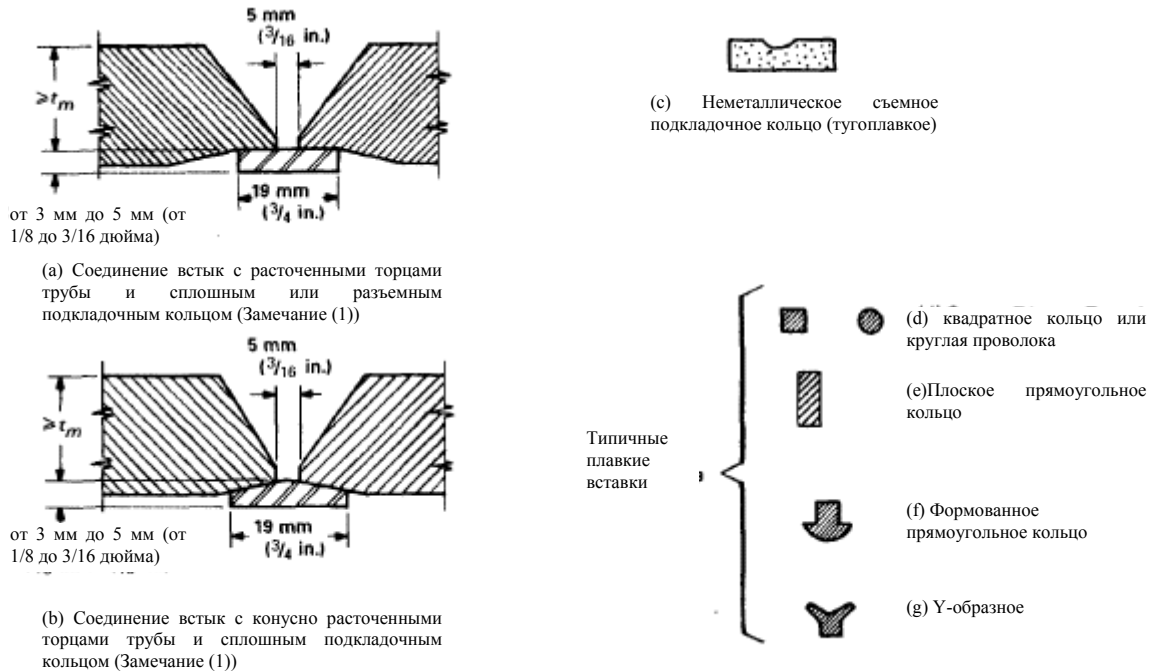
328.4.1. Очистка. Внутренние и внешние поверхности, которые должны быть термически отрезаны или сварены, должны быть чистыми и свободными от краски, масла, ржавчины, шелухи и других материалов, которые будут вредить либо металлу сварного шва, либо базовому металлу, когда будет подаваться тепло.

328.4.2. Подготовка торцов.

(a). *Общие положения.*

(1). Подготовка торцов, приемлема только если поверхность разумно гладкая и выровненная, а шлак от газопламенной или дуговой резки счищен с термически разрезанных поверхностей. Потеря цвета, остающаяся на термически отрезанной поверхности, не должна считаться разрушительным окислением.

(2). Подготовка торцов для стыковых сварных швов, указанная в ASME B16.25, или любая другая, которая отвечает требованиям WPS, приемлема. (Для удобства, базовые углы фаски в ASME B16.25 и дополнительные углы криволинейной фаски показаны на рисунке 328.4.2, схемы (a) и (b)).



Замечание:

(1). Смотрите ASME B16.25 в котором приведена информация по размерам сварочных торцов.

Рисунок 328.3.2. Типовые подкладочные кольца и плавкие вставки.

(b). Круговые сварные швы

(1). Если торцы компонентов подготавливаются так, как показано на рисунке 328.3.2, схемы (а) или (б), чтобы соответствовать подкладочным кольцам или плавким вставкам, или как показано на рисунке 328.4.3, схемы (а) или (б), чтобы скорректировать внутреннюю невыверенность, такая обработка торцов не должна снижать конечную толщину стенки ниже требуемой минимальной толщины стенки t_m

(2). Торцы компонентов могут растачиваться, чтобы допускать использование полностью утопленного подкладочного кольца, при условии, что остающаяся чистая толщина обработанных торцов должна быть не меньше чем t_m

(3). Допускается выбирать трубные торцы одного размера, чтобы улучшить выравнивание, если сохраняются требования к толщине стенки.

(4). Когда необходимо, металл сварного шва может наноситься внутри или снаружи компонента, чтобы позволить выравнивание или допустить станочную обработку, чтобы гарантировать удовлетворительную посадку колец или вставок.

(5). Когда кольцевой или нормальный стыковой сварной шов соединяет компоненты стенок разных толщин, и один из компонентов имеет толщину более чем в 1.2 раза большую, чем у другого, подготовка и геометрия торцов должны быть в соответствии с применимыми проектами для неодинаковой толщины стенок в ASME B16.25.

328.4.3. Выравнивание.

(a). Кольцевые сварные швы.

(1). Внутренние поверхности компонентов на торцах, которые должны быть соединены кольцевым или нормальным стыковым сварными швами, должны быть выровнены в пределах ограничений, накладываемых в WPS и в инженерном проекте.

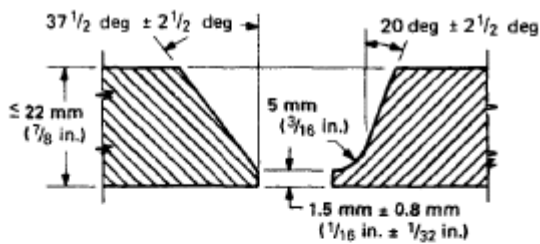
(2). Если внешние поверхности компонентов не выровнены, сварной шов должен быть сведен на конус между ними.

(b). Продольные сварные швы. Выравнивание продольных стыковых сварных швов (не сделанное в соответствии с одним из стандартов, перечисленных в Таблице А-1 или Таблице 326.1) должно соответствовать требованиям параграфа 328.4.3(а).

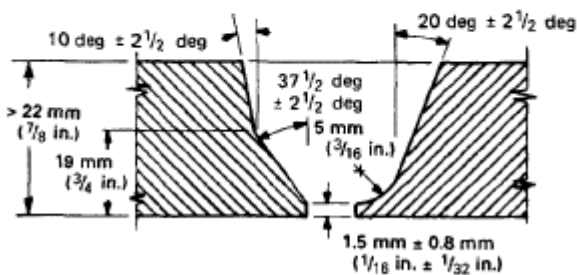
(с). Сварные швы на патрубках.

(1). Патрубки, которые присоединяются к внешней поверхности напорной трубы, должны иметь контур для стыковых сварных швов, который удовлетворяет требованиям WPS (смотрите рисунок 328.4.4, схемы (а) и (б)).

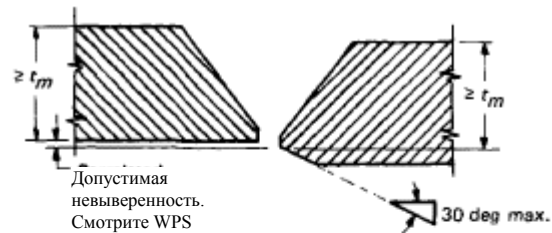
(2). Патрубки, которые вставляются через отверстие в напорной трубе, должны вставляться, по крайней мере, на глубину до внутренней поверхности напорной трубы во всех точках (смотрите рисунок 328.4.4, схема (с)) и должны по иным параметрам соответствовать параграфу 328.4.3(с)(1).



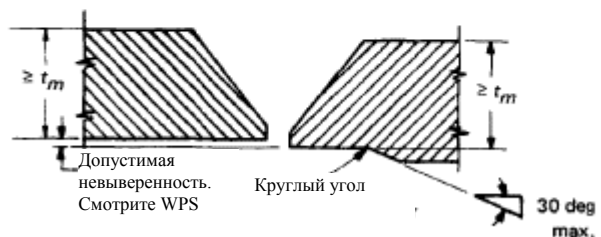
(a) Толщина стенки от 6 до 22 мм включительно (от 3/16 до 7/8 дюйма)



(b) Толщина стенки больше 22 мм (7/8 дюйма)



(a) Более толстые трубы, конусно расточенные для выравнивания



(b) Более толстые трубы, расточенные для выравнивания

Рисунок 328.4.2. Типовая подготовка торца для стыковой сварки

(3). Напорные отверстия для патрубков не должны отклоняться от требуемого контура больше, чем размер t на рисунке 328.4.4. Ни в коем случае отклонения от формы отверстия не должны вызывать превышение пределов допусков для корневого расстояния в WPS. Металл сварного шва может добавляться и повторно обрабатываться, если необходимо для достижения соответствия требованиям.

(d). *Расстояние.* Корневое расстояние соединения должно быть в пределах допусков, указанных в WPS.

328.5. Требования к сварке.

328.5.1. Общие положения.

(a). Сварные швы, включая дополнение металла сварного шва для выравнивания (смотрите параграфы 328.4.2(b)(4) и 328.4.3(c)(3)) должны выполняться в соответствии с квалифицированной процедурой и квалифицированным сварщиком или оператором сварочного автомата.

(b). Каждый квалифицированный сварщик и оператор сварочного автомата должен получить идентификационный символ. Если иное не указано в инженерном проекте, каждый сварной шов, содержащий давление, или прилегающий участок должны быть помечены идентификационным символом сварщика или оператора сварочного автомата. Вместо маркирования сварного шва должны сохраняться соответствующие отчеты.

Рисунок 328.4.3. Подравнивание и допустимая невыверенность

(c). Прихваточные сварные швы на корне соединения должны выполняться с помощью присадочного металла, эквивалентного тому, что использовался в корневом валике. Прихваточные сварные швы должны выполняться квалифицированным сварщиком или оператором сварочного автомата. Прихваточные сварные швы должны сплавляться со сварным швом корневого валика, за исключением того, что те сварные швы, которые дали трещину, должны быть удалены.

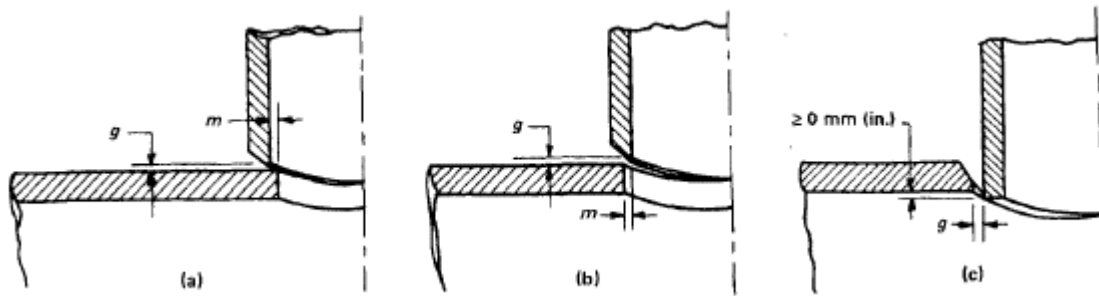
(d). Задавливание запрещено на корневом валике и конечном валике сварного шва.

(e). Никакая сварка не должна проводиться, если на область сварного шва падает дождь, снег, снежная крупа или дует очень сильный ветер или если область сварного шва замерзла или влажная.

(f). *Клапаны со свариваемыми торцами.* Последовательность и процедура сварки, и любая термическая обработка клапана со свариваемыми торцами должны быть такими, чтобы сохранить герметичность седел клапана.

328.5.2. Угловые сварные швы и муфтовые сварные швы. Угловые сварные швы (включая муфтовые сварные швы) могут варьироваться от вогнутых до выпуклых. Размер углового сварного шва определяется, как показано на рисунке 328.5.2A.

(a). Типичные размеры и характеристики сварного шва для съемных фланцев и муфтовых сварных фланцев



g = корневой зазор согласно техническому требованию к сварочной процедуре
 m = меньшая из двух величин: 3.2 миллиметра (1/8 дюйма) и $0.5 T_b$

Рисунок 328.4.4. Подготовка для патрубковых присоединений.



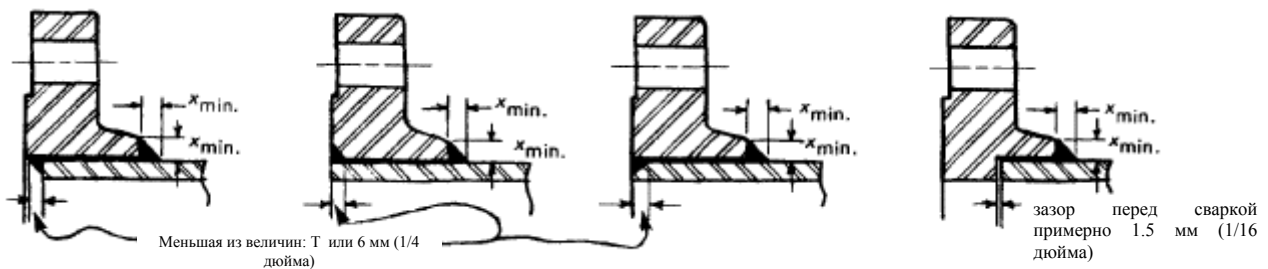
Угловой сварной шов с равными катетами

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Размер углового сварного шва с равными катетами равен длине катета наибольшего вписанного равнобедренного прямоугольного треугольника (теоретический полезный вылет = $0.707 \times$ размер)

Угловой сварной шов с неравными катетами

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Размер углового сварного шва с неравными катетами равен длинам катетов наибольшего прямоугольного треугольника, который может быть вписан в поперечное сечение сварного шва (например, 13 мм x 19 мм (1/2 дюйма x 3/4 дюйма))

Рисунок 328.5.2А. Размер углового сварного шва



(1) Лицевой и задний сварные швы

(2) Лицевой и задний сварные швы

(3) Муфтовые сварной фланец

x_{min} = меньшая из двух величин: $1.4 T$ или толщина втулки

Рисунок 328.5.2В. Типичные характеристики двухшовных сварных швов для крепления съемных фланцев и фланец, приваренных муфтовым способом.

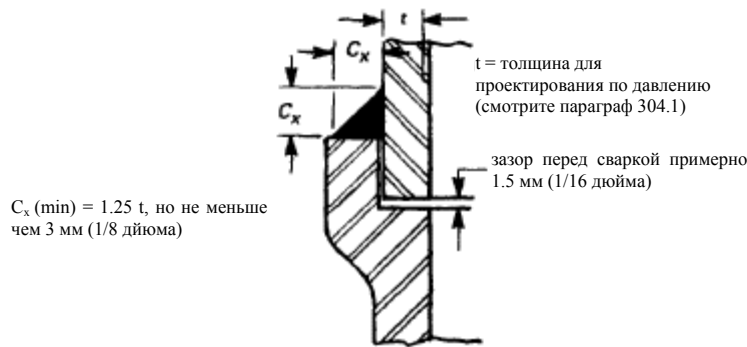


Рисунок 328.5.2С. Минимальные сварочные размеры для компонентов, сваренных муфтовым способом, отличных от фланцев.

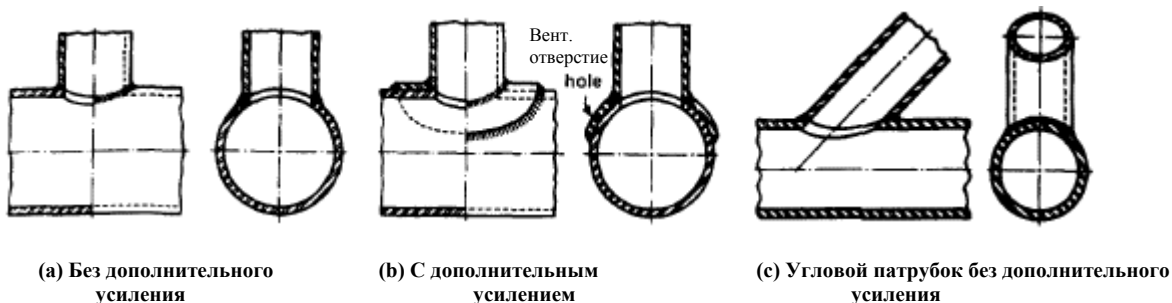


Рисунок 328.5.4А, В, С. Типовые сварные патрубки.

показаны на рисунке 328.5.2В; минимальные сварочные размеры для других компонентов, привариваемых муфтовым способом, показаны на рисунке 328.5.2С или MSS SP-119.

(b). Если съемные фланцы привариваются одношовной сваркой, то сварной шов должен выполняться на втулке.

328.5.3. Герметизирующие сварные швы. Герметизирующая сварка должна выполняться квалифицированным сварщиком. Герметизирующие сварные швы должны закрывать все открытые витки резьбы.

328.5.4. Сварные патрубковые присоединения.

(a). Рисунки 328.5.4А – 328.5.4Е показывают приемлемые характеристики патрубковых присоединений с использованием или без использования дополнительного усиления, в которых труба патрубка присоединяется напрямую к напорной трубе. Рисунки являются типовыми и не исключают применения применимых типов конструкций, которые не попали в рисунки.

(b). Рисунок 328.5.4D показывает базовые типы сварных прикреплений, используемых при изготовлении патрубковых присоединений. Размещение и минимальный размер сварного шва должны отвечать требованиям, указанным здесь. Сварные швы должны рассчитываться в соответствии с параграфом 304.3.3, но должны быть не меньше, чем размеры, показанные на Рисунке 328.5.4D.

(c). Условные обозначения и символы, использованные здесь и на рисунке 328.5.4D, следующие:

t_c = меньшая из двух величин: $0.7\bar{T}_b$ или 6 миллиметров (1/4 дюйма);

\bar{T}_b = номинальная толщина патрубка;

\bar{T}_h = номинальная толщина коллектора;

\bar{T}_r = номинальная толщина усилительной подушки или седла;

t_{min} = минимальная величина из двух следующих: \bar{T}_b или

\bar{T}_r .

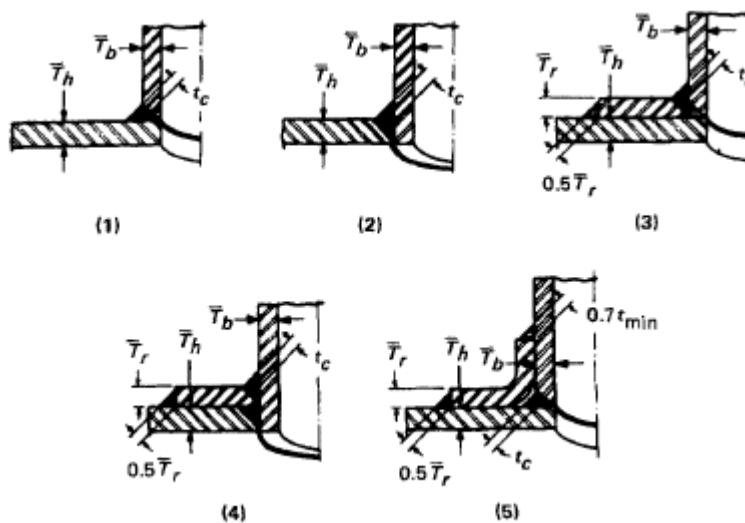
(d). Патрубковые присоединения, включая фитинги патрубковых присоединений (смотрите параграфы 300.2 и 304.3.2), которые крепятся к наружной поверхности напорной трубы или которые вставляются в отверстие в напорной трубе, должны крепиться с помощью стыковых сварных швов с полным проплавлением. Сварные швы должны покрываться перекрывающим угловым сварным швом, имеющим полезный вылет не меньше t_c . Смотрите рисунок 328.5.4D, схемы (1) и (2).

(e). Усилительная подушка или седло должны крепиться к трубе патрубка любым из следующих способов:

(1). полнопроваренным стыковым сварным швом, покрытым перекрывающим угловым сварным швом, имеющим размер полезного вылета не меньше чем t_c

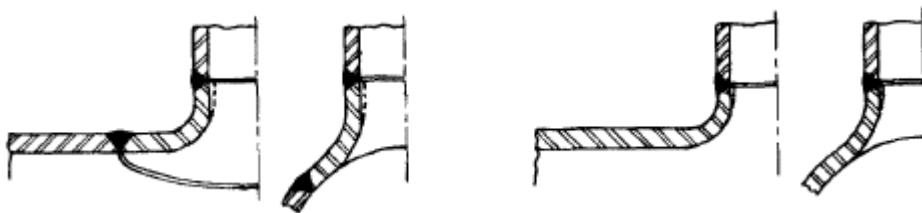
(2). угловым сварным швом с размером полезного вылета не меньше чем $0.7t_{min}$. Смотрите рисунок 328.5.4D, схема (5)

(f). Внешний край усилительной подушки или седла



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Эти схемы показывают минимальные допустимые сварные швы. Сварные швы могут быть больше тех, что показаны здесь.

Рисунок 328.5.4D. Приемлемые характеристики для сварных швов для крепления патрубков.



(1). Контурные выходные патрубки

(2). Прессованные сток коллектора

Рисунок 328.5.4E. Приемлемые характеристики для сварных швов для крепления патрубков, пригодных для 100% радиографического исследования.

должны крепиться к напорной трубе с помощью углового сварного шва, имеющего размер полезного вылета не меньше чем $0.5 T_r$. Смотрите рисунок 328.5.4D, схемы (3), (4) и (5).

(g). Усилительные подушки и седла должны иметь хорошую подгонку под детали, к которым они крепятся. Вентиляционное отверстие должно быть оборудовано в боку (не на развилке) любой подушки или седла, чтобы обнаружить утечку в сварном шве между патрубком и напорной трубой и чтобы обеспечивать вентиляцию во время сварки и термической обработки. Подушка или седло может быть сделано из более чем одной детали, если соединения между этими деталями имеют прочность, эквивалентную основному металлу подушки или седла, и если каждая такая деталь имеет вентиляционное отверстие.

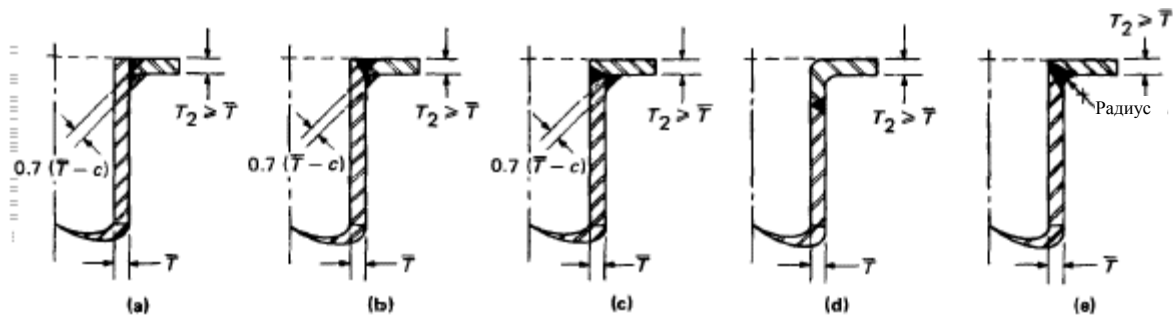
(h). Исследование и любые необходимые ремонты законченных сварных швов между патрубком и напорной трубой должны выполняться до добавления подушки или седла.

328.5.5. Сборные нахлестки. Рисунок 328.5.5 показывает типичные сборные нахлестки. Сборка должна проводиться в соответствии с применимыми требованиями параграфа 328.5.4.

328.5.6. Сварка для жестких циклических условий. Должна использоваться сварочная процедура, которая обеспечивает гладкую, равномерную, полностью проваренную внутреннюю поверхность.

328.6. Устранение дефектов с помощью сварки.

Дефект сварки, который должен быть устранен, должен быть удален до такой степени, чтобы остался только качественный металл. Ремонтные сварные швы должны выполняться с использованием сварочной процедуры, квалифицированной в соответствии с параграфом 328.2.1, признавая то, что полость, которая должна быть отремонтирована, может отличаться по контуру и размерам от оригинального соединения. Ремонтные сварные швы должны выполняться сварщиками или операторами



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Нахлестки должны обрабатываться на станке (спереди и сзади) и выравниваться после сварки. Плоские фланцы согласно параграфу 304.5 или фланцы для соединений внахлестку, согласно ASME B16.5, могут использоваться. Сварные швы могут обрабатываться на станке до радиуса, как показано на схеме (е), если необходимо, чтобы соответствовать фланцам для соединений внахлестку согласно ASME B16.5.

Рисунок 328.5.5. Типичные сборные нахлестки.

сварочных автоматов, квалифицированными в соответствии с параграфом 328.2.1. Предварительный нагрев и термическая обработка должны быть такими, как требуется для оригинальной сварки. Смотрите также параграф 341.3.3.

330. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ.

330.1. Общие положения.

Предварительный нагрев используется, наряду с термической обработкой, чтобы минимизировать разрушительные эффекты высокой температуры и сильных термических градиентов, которые присущи сварке. Необходимость в предварительном нагреве и температура, которая должна использоваться, должны быть указаны в инженерном проекте и продемонстрированы квалификацией процедуры. Требования и рекомендации, указанные здесь, применяются ко всем типам сварки, включая прихваточные сварные швы, ремонтные сварные швы и герметизирующие сварные швы резьбовых соединений.

330.1.1. Требования и рекомендации. Требуемые или минимальные температуры предварительного нагрева для материалов с различными Р-номерами приведены в Таблице 330.1.1. Если окружающая температура ниже 0°C (32°F), рекомендации, данные в Таблице 330.1.1, становятся требованиями. Толщина, используемая в Таблице 330.1.1, является толщиной более толстого компонента, измеренной на соединении.

330.1.2. Материалы, не включенные в список. Требования по предварительному нагреву для материала, не включенного в список, должны быть указаны в WPS.

330.1.3. Проверка температуры.

(а). Температура предварительного нагрева должна проверяться с использованием электрода, указывающего температуру, термопарного пирометра или других подходящих средств, чтобы гарантировать, что температура, указанная в WPS, достигается до начала сварки и поддерживается во время сварки.

(б). Термопары могут временно крепиться напрямую к деталям, удерживающим давление, с использованием конденсаторной сварки без прохождения квалификации

сварочной процедуры и работы. После того как термопары будут удалены, эти участки должны быть визуально исследованы на наличие дефектов, которые требуют устранения.

330.1.4. Зоны предварительного нагрева. Зона предварительного нагрева должна распространяться на 25 миллиметров (1 дюйм), как минимум, за каждый край сварного шва.

330.2. Особые требования.

330.2.3. Разнородные материалы. Когда материалы, имеющие различные требования по предварительному нагреву, свариваются вместе, рекомендуется, чтобы использовалась более высокая температура, указанная в Таблице 330.1.1.

330.2.4. Прерванная сварка. Если сварка прерывается, скорость охлаждения должна контролироваться или другие средства должны использоваться, чтобы предотвратить вредное воздействие на трубопровод. Предварительный нагрев, указанный в WPS, должен применяться до того, как сварка будет возобновлена.

331. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

Термическая обработка используется до того, чтобы устранить или предотвратить вредные воздействия высокой температуры и сильных термических градиентов, присущих сварке, и чтобы снять остаточные напряжения, вызванные гибкой и формовкой. Положение в параграфе 331 является базовыми практиками, которые пригодны для большинства операций сварки, гибки и формовки, но не обязательно пригодны для всех условий эксплуатации.

331.1. Общие положения.

331.1. Требования к термической обработке.

(а). Термическая обработка должна проводиться в соответствии с группами материалов и диапазонами толщины, указанными в Таблице 331.1.1, за исключением случаев, указанных в параграфах 331.2.1 и 331.2.2.

Таблица 330.1.1.
Температуры предварительного нагрева.

Р-номер или S- номер базового металла (Замечание (1))	А-номер химического состава металла сварного шва (Замечание (2))	Группа базового металла	Номинальная толщина стенки		Указанная минимальная прочность на разрыв, базовый металл		Минимальная температура			
							Требуемая		Рекомендуемая	
			мм	дюйм	МПа	ksi	°C	°F	°C	°F
1	1	Углеродистая сталь	< 25	< 1	≤ 490	≤ 71	...	...	10	50
			≥ 25	≥ 1	Все	Все	...	...	79	175
3	2, 11	Легированная сталь, Cr ≤ 0.5%	< 13	< 1	≤ 490	≤ 71	...	...	10	50
			≥ 13	≥ 1	Все	Все	...	...	79	175
			Все	Все	> 490	> 71	...	...	79	175
4	3	Легированная сталь, 0.5% ≤ Cr ≤ 2%	Все	Все	Все	Все	149	300	...	...
5A, 5B, 5C	4, 5	Легированная сталь, 2.25% ≤ Cr ≤ 10%	Все	Все	Все	Все	177	350	...	...
6	6	Высоколегированная сталь, мартенситная	Все	Все	Все	Все	...	...	149 ³	300 ³
7	7	Высоколегированная сталь, ферритная	Все	Все	Все	Все	...	...	10	50
8	8, 9	Высоколегированная сталь, аустенитная	Все	Все	Все	Все	...	...	10	50
9A, 9B	10	Никелевые легированные стали	Все	Все	Все	Все	...	...	93	200
10	...	Хромомедные стали	Все	Все	Все	Все	149-204	300-400	...	...
10I	...	Стали 27Cr	Все	Все	Все	Все	149 ⁴	300 ⁴	...	...
11A SG1	...	Стали 8Ni, 9Ni	Все	Все	Все	Все	...	...	10	50
11A SG2	...	Стали 5Ni	Все	Все	Все	Все	10	50	...	...
21-52	...	.....	Все	Все	Все	Все	...	...	10	50

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Р-номера или S-номера взяты из Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, QW/QB-422.
- (2). А-номера из Раздела IX, QW-442.
- (3). Максимальная температура между проходами 316°C (600°F).
- (4). Поддерживать температуру между проходами на уровне 177°-232°C (350°-450°F).

(b). Термическая обработка, которая должна использоваться после технологической сварки, должна быть указана в WPS и должна использоваться при квалификации сварочной процедуры.

(c). Инженерный проект должен указывать исследование и/или другой контроль продукции (не меньший, чем предусмотрено требованиями этого Сборника), чтобы гарантировать, что конечные сварные швы будут иметь адекватное качество.

(d). Термическая обработка при гибке и формовке должна проводиться в соответствии с параграфом 332.4.

331.1.3. Определяющая толщина. Когда компоненты соединяются с помощью сварки, толщина, которая должна использоваться при применении положений по термической обработке, указанных в таблице 331.1.1, должна быть толщиной более толстого компонента, измеренной на соединении, за исключением следующих случаев:

- (a). В случае патрубкового присоединения, металл (отличный от металла сварного шва), добавленный как усиление, не должен учитываться при определении требований к термической обработке, не зависимо от того является ли он интегральной частью патрубкового фитинга или прикреплен в виде усилительной подушки седла.

Таблица 331.1.1.
Требования к термической обработке.

Р-номер или S-номер базового металла (Замечание (1))	А-номер химического состава металла сварного шва (Замечание (2))	Группа базового металла	Номинальная толщина стенки		Указанная минимальная прочность на разрыв, базовый металл		Диапазон температуры металла		Период выдержки			Твердость по Бринеллю (Замечание (4), макс
			мм	дюйм	МПа	ksi	°C	°F	Номинальная стенка (Замечание (3))		Минима льное время, час	
									мин/мм	час/дюйм		
1	1	Углеродистая сталь	≤ 19	≤ 3/4	Все	Все	Нет	Нет	...	...	...	...
			> 19	> 3/4	Все	Все	593-649	1100-1200	2.4	1	1	...
3	2, 11	Легированная сталь, Cr ≤ 0.5%	≤ 19	≤ 3/4	≤ 490	≤ 71	нет	нет	...	...	...	...
			> 19	> 3/4	Все	Все	593-718	1100-1325	2.4	1	1	225
			Все	Все	> 490	> 71	593-718	1100-1325	2.4	1	1	225
4 ¹⁰	3	Легированная сталь, 0.5% ≤ Cr ≤ 2%	≤ 13	≤ 1/2	≤ 490	≤ 71	Нет	нет	...	...	...	...
			> 13	> 1/2	Все	Все	704-746	1100-1375	2.4	1	2	225
			Все	Все	> 490	> 71	704-746	1100-1375	2.4	1	2	225
5A ¹⁰ , 5C ¹⁰	5B ¹⁰ , 4, 5	Легированная сталь, 2.25% ≤ Cr ≤ 10%	≤ 13	≤ 1/2	Все	Все	Нет	Нет	...	...	...	...
		≤ 3% Cr и ≤ 0.15% C	> 13	> 1/2	Все	Все	704-760	1300-1400	2.4	1	2	241
		≤ 3% Cr и ≤ 0.15% C	Все	Все	Все	Все	704-760	1300-1400	2.4	1	2	241
		> 3% Cr или > 0.15% C	Все	Все	Все	Все	704-760	1300-1400	2.4	1	2	241
6	6	Высоколегированная сталь, мартенситная A240 Grade 429	Все	Все	Все	Все	732-788	1350-1450	2.3	1	2	241
			Все	Все	Все	Все	621-663	1150-1225	2.4	1	2	241
7	7	Высоколегированная сталь, ферритная	Все	Все	Все	Все	Нет	Нет	...	...	...	...
8	8, 9	Высоколегированная сталь, аустенитная	Все	Все	Все	Все	Нет	Нет	...	...	...	...
9A, 9B	10	Никелевые легированные стали	≤ 19	≤ 3/4	Все	Все	Нет	Нет	...	...	...	...
	...		> 19	> 3/4	Все	Все	593-635	1100-1175	1.2	1/2	1	...
10	...	Хромомедные стали	Все	Все	Все	Все	760-816	1400-1500	1.2	1/2	1/2	...
							(Зам. (5))	(Зам. (5))				

Таблица 331.1.1.
Требования к термической обработке (продолжение).

Р-номер или S-номер базового металла (Замечание (1))	А-номер химического состава металла сварного шва (Замечание (2))	Группа базового металла	Номинальная толщина стенки		Указанная минимальная прочность на разрыв, базовый металл		Диапазон температуры металла		Период выдержки		Твердость по Бринеллю (Замечание (4), макс)	
			мм	дюйм	МПа	ksi	°C	°F	Номинальная стенка (Замечание (3))			Минимальное время, час
									мин/мм	час/дюйм		
10H	Дуплексная нержавеющая сталь	Все	Все	Все	Все	Замечание (7)	Замечание (7)	1.2	1/2	1/2	...
10I	Сталь 27Cr	Все	Все	Все	Все	663-704 (Замечание (6))	1225-1300 (Замечание (6))	2.4	1	1	...
11A SG1	Сталь 8Ni, 9Ni	≤51 >51	≤2 >2	Все Все	Все Все	Нет 552-585 (Замечание (8))	Нет 1025-1085 (Замечание (8))	... 2.4	... 1	... 1	......
11A SG2	Сталь 5Ni	> 51	> 2	Все	Все	552-585 (Замечание (8))	1025-108 (Замечание (8))	2.4	1	1	...
62	Zr R60705	Все	Все	Все	Все	538-593 (Замечание (9))	1000-1100 (Замечание (9))	Замечание (9)	Замечание (9)	1	...

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Р-номера или S-номера взяты из Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, QW/QB-422.
- (a) А-номер из Раздела IX, QW-442.
- (3). Для продолжительности в метрических единицах СИ используйте мин/мм (минут на миллиметр толщины). Для единиц США используйте час на дюйм толщины.
- (4). Смотрите параграф 331.1.7.
- (5). Охлаждать как можно быстрее после периода выдержки.
- (6). Скорость охлаждения до 646°C (1200°F) должна быть меньше чем 56°C (100°F) в час; после этого скорость охлаждения должна быть достаточно большой, чтобы предотвратить охрупчивание.
- (7). Послесварочная термическая обработка не требуется, но и не запрещается, но любая применяемая термическая обработка должна проводиться в соответствии с техническими требованиями к материалу.
- (8). Скорость охлаждения должна быть > 167°C (300°F) в час до 316°C (600°F).
- (9). Проводить термическую обработку в течение 14 дней после сварки. Период выдержки должен увеличиваться на 0.5 часа на каждые 25 миллиметров (1 дюйм) сверх толщины 25 миллиметров. Охлаждать до 427°C (800°F) на скорости ≤ 278°C (500°F)/час на каждые 25 миллиметров (1 дюйм) номинальной толщины, максимум 278°C (500°F)/час. Охлаждать в неподвижном воздухе начиная с температуры 427°C (800°F).
- (10). Смотрите Приложение F, параграф F331.1.

Термическая обработка требуется, однако, когда толщина в сварном шве в любой плоскости через патрубок более чем в два раза больше минимальной толщины материала, требующей термическую обработку, даже если толщина компонентов на соединении меньше, чем эта минимальная толщина. Толщина в сварном шве для размеров, указанных на рисунке 328.5.4D, должна рассчитываться с использованием следующих формул:

$$\text{схема (1)} = \bar{T}_b + t_c$$

$$\text{схема (2)} = \bar{T}_h + t_c$$

$$\text{схема (3)} = \text{большая из величин: } \bar{T}_b + t_c \text{ и } \bar{T}_r + t_c$$

$$\text{схема (4)} = \bar{T}_h + \bar{T}_r + t_c$$

$$\text{схема (5)} = \bar{T}_b + t_c$$

(b). В случае с угловыми сварными швами на съемных или муфтовых сварных фланцах и трубных присоединений размером DN 50 (NPS 2) и меньше, для герметизирующей сварки резьбовых соединений трубопроводах размером DN 50 (NPS 2) и меньше, и для прикрепления внешних деталей, не находящихся под давлением, таких как монтажные уши или другие элементы опоры трубопроводной системы на трубах всех размеров, термическая обработка требуется, когда толщина, сквозь сварной шов, в любой плоскости больше двукратной минимальной толщины материала, требующей термическую обработку (даже если толщина компонентов на соединении меньше, чем эта минимальная толщина), за исключением следующих случаев:

(1). не требуется для материалов с Р-номером 1, когда толщина вылета сварного шва равна или меньше 16 миллиметров (5/8 дюйма) независимо от толщины базового металла;

(2). не требуется для материалов с Р-номерами 3, 4, 5 или 10А, когда толщина вылета сварного шва равна или меньше 13 миллиметров (1/2 дюйма), независимо от толщины базового металла, при условии что применяется предварительный нагрев, не меньший, чем рекомендуется, и при условии, что указанная минимальная прочность на разрыв базового металла составляет не меньше 490 МПа (71 ksi);

(3) не требуется для ферритных материалов, когда сварные швы выполняются с помощью присадочного металла, который не затвердевает на воздухе. Аустенитные материалы, для сварки, могут использоваться для сварных швов на ферритных материалах, когда влияние условий эксплуатации, таких как дифференциальной термическое расширение, вызванное повышенной температурой или коррозией, не будет негативно сказываться на сварном соединении.

331.1.4. Нагревание и охлаждение. Метод нагревания должен обеспечивать требуемую температуру металла, равномерность температуры металла и контроль температуры, и может включать закрытую печь, локальное нагревание пламенем, электрическое сопротивление, электрическую индукцию или экзотермическую химическую реакцию. Метод охлаждения должен обеспечивать требуемую или желательную скорость охлаждения и может включать охлаждение в печи, на воздухе, с применением

локального нагрева или изоляции или другие пригодные средства и способы.

331.1.6. Проверка температуры. Температура термической обработки должна проверяться с помощью термопарного пирометра или другим пригодным методом, чтобы гарантировать, что требования WPS удовлетворены. Смотрите параграф 330.1.3(b). касательно прикрепления термопар с помощью конденсаторной сварки.

331.1.7. Испытания на твердость. Испытания на твердость технологических сварных швов и горячегнутых и горяче-формованных трубопроводов предназначены для того, чтобы гарантировать удовлетворительное качество термической обработки. Ограничения твердости применяются к сварному шву и к зоне термического влияния (HAZ), испытываемым настолько близко к краю сварного шва, насколько это возможно.

(a). Когда ограничения твердости указаны в Таблице 331.1.1, по крайней мере, 10% сварных швов и компонентов, изготовленных с помощью горячей гибки или горячей формовки, в каждой партии, прошедшей термическую обработку в печи, и 100% прошедших локальную термическую обработку, должны быть испытаны на твердость.

(b). Когда разнородные металлы соединяются с помощью сварки, ограничения по твердости, указанные для базового и сварочного материалов в Таблице 331.1.1, должны быть удовлетворены для каждого материала.

331.2. Особые требования.

Если это подкреплено опытом или знаниями условий эксплуатации, альтернативные методы термической обработки или исключения из базовых положений по термической обработке, указанных в параграфе 331.1, могут быть приняты в соответствии с требованиями параграфов 331.2.1 и 331.2.2.

331.2.1. Альтернативная термическая обработка. Нормализация, или нормализация и закаливание, или закаливание могут применяться вместо требуемой термической обработки после сварки, гибки или формовки, при условии, что механические свойства любого затронутого металла сварного шва и базового металла отвечают требованиям спецификации после такой обработки и при условии, что такая замена одобрена проектировщиком.

331.2.2. Исключения из базовых требований. Как указано в параграфе 331, базовые практики, приведенные в нем, могут потребовать модификации, чтобы соответствовать условиям эксплуатации в некоторых случаях. В таких случаях, проектировщик может указать более жесткие требования в инженерном проекте, включая ограничения по термической обработке и твердости для меньших толщин, или может указать менее строгие требования к термической обработке и твердости, включая отсутствие таких требований вообще. (a). Когда указываются положения менее строгие, чем те, что указаны в параграфе 331, проектировщик должен продемонстрировать, к удовлетворению владельца, адекватность этих положений с помощью сравнимого опыта эксплуатации, с учетом эксплуатационной

температуры и ее эффектов, частоты и интенсивности термических циклов, уровней напряжений гибкости, вероятности хрупкого разрушения и других существенных факторов. Кроме того, должны быть проведены соответствующие испытания, включая квалификационные испытания WPS.

331.2.3. Разнородные материалы.

(а). Термическая обработка сварных соединений между разнородными ферритными металлами или между ферритными металлами с использованием непохожего ферритного присадочного металла должна проводиться на более высоком из температурных диапазонов, указанных в Таблице 331.1.1 для материалов соединения.
(б). Термическая обработка сварных соединений, включающих и ферритные, и аустенитные компоненты и присадочные металлы, должна проводиться, как требуется для ферритного материала или материалов, если иное не указано в инженерном проекте.

331.2.4. Отложенная термическая обработка. Если сварному соединению позволяют остыть перед термической обработкой, скорость охлаждения должна контролироваться или другие средства должны использоваться для того, чтобы предотвратить разрушительные эффекты в трубопроводе.

331.2.5. Частичная термическая обработка. Когда весь узел трубопровода, который должен пройти термическую обработку, не может поместиться в печь, допускается проводить термическую обработку, более чем за один раз, при условии, что имеется перехлест размером, по крайней мере, 300 миллиметров (1 фут) между последовательными термическими обработками, и что части узла вне печи защищены от вредных термических градиентов.

331.2.6. Локальная термическая обработка. Когда термическая обработка проводится локально, кольцевая полоса напорной трубы (и патрубка, когда применимо) должна нагреваться до тех пор, пока указанный температурный диапазон не будет иметь место по всему участку (участкам) трубопровода, постепенно уменьшаясь за пределами полосы, которая включает сварное соединение или гнутую, или формованную часть трубы и по крайней мере 25 миллиметров (1 дюйм) за пределами ее концов.

332. ГИБКА И ФОРМОВКА.

332.1. Общие положения.

Труба может гнуться, и компоненты могут формоваться с помощью любого горячего или холодного метода, который пригоден для данного материала, условий эксплуатации по технологической среде, и сложности процессов гибки ли формовки. Законченная поверхность должна быть свободной от трещин и существенно свободна от перекашивания. Толщина после гибки или формовки должна быть не меньше, чем толщина, требуемая в соответствии с проектом.

332.2. Гибка.

332.2.1. Выравнивание сгиба. При выравнивании сгиба, разница между максимальным и минимальным диаметрами на любом поперечном сечении не должна превышать 8% от номинального внешнего диаметра для внутреннего давления и 3% для внешнего давления. Удаление металла не должно использоваться для удовлетворения этих требований.

332.2.2. Температура гибки.

(а). Холодная гибка ферритных материалов, должна проводиться при температуре ниже интервала фазового превращения.
(б). Горячая гибка, должна проводиться при температуре выше интервала фазового превращения и в любом случае в пределах температурного диапазона, совместимого с материалом и запланированным способом эксплуатации.

332.2.3. Гофрированные и другие сгибы. Размеры и конфигурации должны соответствовать проекту, квалифицированному в соответствии с требованиями параграфа 306.2.2.

332.3. Формовка.

Температурный диапазон для формовки должен быть совместимым с материалом, запланированным видом эксплуатации и указанной термической обработкой.

332.4. Требуемая термическая обработка.

Термическая обработка должна выполняться в соответствии с параграфом 331.1.1, когда требуется в соответствии со следующим:

332.4.1. Горячая гибка и формовка. После горячей гибки и формовки термическая обработка требуется для материалов с R-номерами 3, 4, 5, 6 и 10A при всех толщинах. Продолжительность и температуры должны быть в соответствии с параграфом 331.

332.4.2. Холодная гибка и формовка. После холодной гибки и формовки, термическая обработка требуется (для всех толщин и при температуре и продолжительности, соответствующих указанным в Таблице 331.1.1), когда имеет место любое из следующих условий:

- (а). для материалов с R-номерами от 1 до 6, когда максимальное рассчитанное удлинение волокна после гибки или формовки превышает 50% от указанного базового минимального удлинения (в направлении наиболее сильной деформации) для применимой спецификации, класса и толщины. Это требование может пропускаться, если можно продемонстрировать, что выбор трубы и выбор процесса гибки или формовки обеспечивают гарантию, того, что в законченном состоянии, наиболее сильно деформированный материал сохранит, по крайней мере, 10% удлинение.
(б). для любого материала, требующего проведения испытания на ударную вязкость, когда максимальное рассчитанное удлинение волокна после гибки или формовки превышает 5%;
(с). когда указано в инженерном проекте.

333. ПАЙКА ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ И ПАЙКА МЯГКИМ ПРИПОЕМ.

333.1. Квалификация.

333.1.1. Квалификация пайки твердым припоем. Квалификация процедур пайки твердым припоем, работы паяльщиков твердым припоем и операторов пайки твердым припоем должна проводиться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, Часть QB. Для Категории D условий эксплуатации по технологической среде при расчетной температуре не больше 93°C (200°F), такая квалификация проводится по усмотрению владельца.

333.2. Материалы для пайки твердым и мягким припоем.

333.2.1. Присадочный металл. Сплав для пайки твердым припоем или мягким припой должны плавиться и свободно течь в пределах указанного или желательного температурного диапазона и, вместе с соответствующим флюсом или контролируемой атмосферой, должны увлажнять и прилипать к соединяемым поверхностям.

333.2.2. Флюс. Флюс, который является жидкостью и химически активен при температуре пайки твердым или мягким припоем, должен использоваться, когда необходимо исключить окисление присадочного металла и соединяемых поверхностей, и чтобы обеспечить свободное течение сплава для пайки твердым припоем или мягкого припоя.

333.3. Подготовка.

333.3.1. Подготовка поверхности. Поверхности, которые должны быть паяны твердым или мягким припоем, должны быть чистыми и свободными от жиров, оксидов, краски, шелухи и грязи любого вида. Подходящий химический или механический метод очистки должен быть использован, если необходимо обеспечить чистую смачиваемую поверхность.

333.3.2. Зазор соединения. Зазор между поверхностями, которые должны быть соединены с помощью пайки мягким или твердым припоем, должен быть не больше чем необходимо, чтобы обеспечить полное капиллярное распределение присадочного металла.

333.4. Требования.

333.4.1. Процедура пайки мягким припоем. Паяльщики мягким припоем должны следовать процедуре, указанной в Справочнике по медным трубкам Copper Development Association.

333.4.2. Нагрев. Чтобы минимизировать окисление, соединение должно быть доведено до температуры пайки твердым или мягким припоем, за настолько короткое время, насколько это возможно, без локального перегрева или недогрева.

333.4.3. Удаление флюса. Остаточный флюс должен быть удален, если он наносит вред.

335. СБОРКА И МОНТАЖ.

335.1. Общие положения.

335.1.1. Выравнивание.

(a). *Перекосы трубопровода.* Любой перекося трубопровода, для того, чтобы выровнять его для соединения, который приводит к вредному напряжению в оборудовании или трубопроводных компонентах, запрещен.

(b). *Холодная упругость.* До сборки всех соединений, которые должны подвергнуться холодной деформации, направляющие, опоры и якоря должны быть исследованы на ошибки, которые могут вмешаться в желаемое движение или привести к нежелательному движению. Зазор или перехлест трубопровода до сборки должен быть сверен с чертежом и откорректирован, если необходимо. Нагрев не должен использоваться для сведения зазора, так как это сводит на нет, цель холодной деформации.

(c). *Фланцевые соединения.* Перед скручиванием болтами, поверхности фланцев должны быть выровнены до расчетной плоскости с точностью в пределах 1 миллиметра на 200 миллиметров (1/16 дюйма на фут), измеренных поперек любого диаметра; отверстия во фланцах для болтов должны быть выровнены в пределах максимального отклонения 3 миллиметра (1/8 дюйма).

335.2. Фланцевые соединения.

335.2.1. Подготовка к сборке. Любое повреждение седельной поверхности прокладки, которое может помешать посадке прокладки, должно быть устранено, или фланец должен быть заменен.

335.2.2. Затяжка болтового крепления.

(a). При сборке фланцевых соединений, прокладка должна равномерно сжиматься до правильной расчетной нагрузки.

(b). Особая осторожность должна использоваться при сборке фланцевых соединений, в которых фланцы имеют сильно отличающиеся механические свойства. Рекомендуется затягивание до заранее определенной затяжки.

335.2.3. Длина болта.

Болты должны иметь достаточную длину, чтобы полностью заполнять свои гайки. Любой болт, который не может сделать это, должен считаться приемлемо сцепленным, если для полного зацепления не хватает не больше одного витка резьбы.

335.2.4. Прокладки. Не более одной прокладки должно использоваться между контактными поверхностями при сборке фланцевого соединения.

335.3. Резьбовые соединения.

335.3.1. Смазка или смазка для резьбы. Любая смазка или смазка, используемая на резьбе, должна быть пригодной для условий эксплуатации и не должна вступать в неблагоприятные реакции ни с технологической средой, ни с материалом трубопровода.

335.3.2. Соединения для герметизирующей сварки. Резьбовое соединение, которое должно быть обварено герметизирующей сваркой, должно быть создано без использования смазки. Соединение, содержащее смазку, должно быть очищено от смазки.

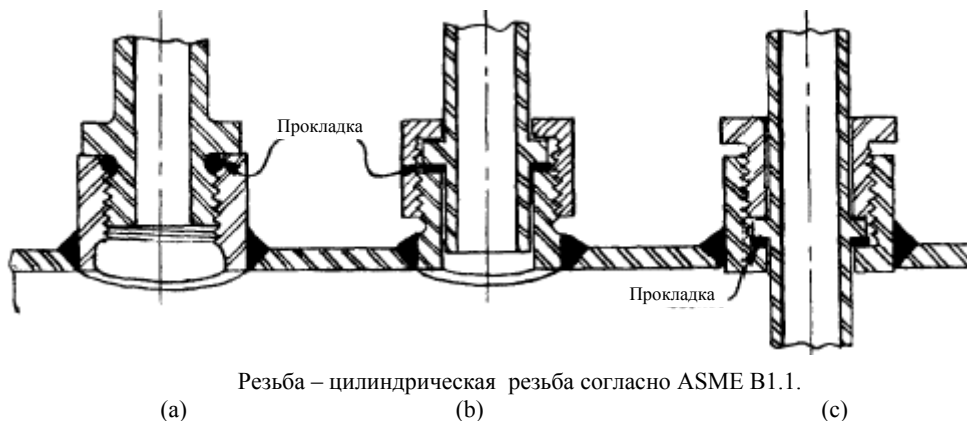


Рисунок 335.3.3. Типовые резьбовые соединения, использующие цилиндрическую резьбу.

которое протекает во время испытания на утечку, может быть обварено герметизирующей сваркой в соответствии с параграфом 328.5.3, при условии, что вся замазка удалена из открытых витков резьбы.

335.3.3. Соединения с цилиндрической резьбой. Типичные соединения, использующие цилиндрическую резьбу, с герметизацией на поверхности, отличной от поверхности резьбы, показаны на рисунке 335.3.3, схемы (a), (b) и (c). Необходимо проявлять осторожность, чтобы избежать перекашивания опорных поверхностей при вставке таких соединений в трубопроводные узлы с помощью сварки, пайки твердым или мягким припоем.

335.4. Соединительные муфты для насосно-компрессорных труб.

335.4.1. Развальцованные соединительные муфты для насосно-компрессорных труб. Герметизирующая поверхность развальцовки должна быть исследована на наличие изъянов до сборки, и любая развальцовка, имеющая изъяны, должна быть отбракована.

335.4.2. Неразвальцованные и компрессионные соединительные муфты для насосно-компрессорных труб. Когда инструкции производителя требуют определенное количество оборотов гайки, они должны отсчитываться от момента, когда гайка становится тугой для того, чтобы затягивать ее вручную.

335.5. Законопаченные швы.

Законопаченные соединения должны устанавливаться и собираться в соответствии с инструкциями производителя, модифицированными в инженерном проекте. Следует проявлять осторожность, чтобы гарантировать адекватное сцепление элементов соединения.

335.6. Раструбные соединения и особые виды соединений.

335.6.1. Общие положения. Раструбные соединения и особые виды соединений (как определено в параграфе 318) должны устанавливаться и собираться в соответствии с инструкциями производителя, модифицированными в инженерном проекте. Следует проявлять осторожность, чтобы гарантировать адекватное сцепление элементов соединения.

335.6.2. Уплотняемые соединения. Когда уплотняемое соединение используется для поглощения термического расширения, надлежащий зазор должен быть обеспечен на дне соединительной муфты, чтобы допускать ее движение.

335.9. Чистка трубопроводных систем.

Смотрите Приложение F, параграф F335.9.

ГЛАВА VI. ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ.

340. ОСМОТР.

340.1. Общие положения.

Этот Сборник делает различие между исследованием (смотрите параграф 341) и осмотром. Термин "осмотр" применяется к функциям, выполняемым для владельца инспектором, состоящим на службе у владельца, или представителями этого инспектора. Ссылки на "Инспектора" в этом Сборнике ссылаются на инспектора, состоящего на службе у владельца, или представителей этого инспектора.

340.2. Ответственность за проведение осмотра.

Владелец несет ответственность, через инспектора, состоящего на службе у владельца, за проверку того, что все требуемые исследования и испытания были выполнены, и за проведение осмотра трубопроводной системы до такой глубины, которая необходимо для того, чтобы удовлетвориться, что она соответствует всем применимым требованиям по исследованиям, установленным в этом Сборнике и указанным в инженерном проекте.

340.3. Права собственного (внутреннего) инспектора.

Внутренний инспектор и его представители должны иметь право доступа в любое место, где выполняется работа, связанная с установкой трубопроводной системы. Это включает в себя производство, сборку, термическую обработку, монтаж, исследование и испытание трубопроводной системы. Они также должны иметь право на проведение аудита любого исследования, на осмотр трубопроводной системы с использованием любого метода исследования, указанного в инженерном проекте, и на проверку всех сертификатов и отчетов, необходимых для того, чтобы нести ответственность владельца, указанную в параграфе 340.2.

340.4. Квалификации собственных (внутренних) инспекторов.

(а). Внутренний инспектор должен быть назначен владельцем и должен быть владельцем, наемным работником владельца, наемным работником инжиниринговой или научной организации или наемным работником признанной страховой или инспекционной компании, действуя как агент владельца. Инспектор, состоящий на службе у владельца, не должен представлять и не должен быть наемным работником производителя, сборщика или монтажника трубопроводной системы, если только владелец не является также производителем, сборщиком или монтажником.

(b). Внутренний инспектор, должен иметь не менее 10 лет опыта в проектировании, сборке или инспектировании промышленных трубопроводных систем, работающих под давлением. Каждые 20% успешно завершенных работ в процессе получения инженерной научной степени, признанные Аккредитационным советом по инжинирингу и технологии (Three Park Avenue, New York, NY 10016), должны засчитываться за 1 год опыта, в общей сложности до 5 лет опыта.

(с). При делегировании функции инспектора, внутренний инспектор несет ответственность за определение того, что человек, которому делегируются функции инспектора, квалифицирован для выполнения таких функций.

341. ИССЛЕДОВАНИЯ.

341.1. Общие положения.

Термин "исследование" применяется к функциям контроля качества, выполняемым производителем (только для компонентов), сборщиком или монтажником. Ссылки на "исследователя" в этом Сборнике ссылаются на человека, который выполняет исследования в рамках контроля качества.

341.2. Ответственность за исследования.

Проведение осмотра не освобождает производителя, сборщика или монтажника от ответственности за:

- (а). поставку материалов, компонентов и качества исполнения, в соответствии с требованиями этого Сборника и инженерного проекта (смотрите параграф 300(b)(3)).
- (b). выполнение всех требуемых исследований, и
- (с). подготовку соответствующих отчетов по исследованиям и испытаниям для Инспектора.

341.3. Требования к исследованию.

341.3.1. Общие положения. До первоначальной эксплуатации каждая трубопроводная установка, включая компоненты и качество изготовления, должна быть исследована, в соответствии с применимыми требованиями параграфа 341. Тип и глубина любого дополнительного исследования, требуемого в соответствии с инженерным проектом, и критерии приемлемости, которые должны применяться при этом, должны быть указаны. Соединения, не включенные в исследования, требуемые в соответствии с параграфом 341.4 или инженерным проектом, принимаются, если они проходят испытание на утечку, требуемое в соответствии с параграфом 345.

(а). Для материалов с Р-номерами 3, 4 и 5 исследование

должно проводиться после завершения любых требуемых термических обработок.

(b). Для сварных патрубковых присоединений исследование и любые необходимые ремонты сварных швов, содержащих давление, должны проводиться перед добавлением любых усилительных подушек или седел.

341.3.2. Критерии приемлемости. Критерии приемлемости должны быть такими, как указано в инженерном проекте и должны, по крайней мере, удовлетворять применимым требованиям, указанным ниже, в параграфе 344.6.2 для ультразвукового исследования сварных швов или в любом другом месте этого Сборника.

(a). Таблица 341.3.2 указывает критерии приемлемости (ограничения на изъяны) для сварных швов. Смотрите рисунок 341.3.2, на котором приведены типичные изъяны сварных швов

(b). Критерии приемлемости для литых изделий указаны в параграфе 302.3.3.

341.3.3. Дефектные компоненты и изделия. Исследованное изделие с одним или более дефектами (изъянами типа или величины, превышающими критерии приемлемости этого Сборника) должны быть отремонтированы или заменены; а новая работа должна быть повторно исследована теми же самыми методами, до такой же глубины и с теми же критериями приемлемости, которые требуются для оригинальной работы.

341.3.4. Последовательное взятие образцов для исследования. Когда требуемое выборочное или случайное исследование выявляет дефект:

(a). два дополнительных образца такого же вида (если соединение сварено или склеено, то с тем же сварщиком, клейщиком или оператором) должны пройти такое же исследование, и

(b). если изделия, исследованные как требуется в пункте (a), выше, приемлемы, то дефектное изделие должно быть отремонтировано или заменено и снова исследовано как указано в параграфе 341.3.3, а все изделия, представленные этими двумя дополнительными образцами, должны быть приняты, но

(c). если изделия, исследованные как требуется в пункте (a), выше, обнаруживают дефект, два дальнейших образца такого же вида должны быть исследованы по каждому дефектному изделию, обнаруженному в этой партии, и

(d). если все изделия, исследованные как требуется в пункте (c), выше, приемлемы, дефектное изделие (изделия) должны быть отремонтированы или заменены и повторно исследованы, как указано в пункте 341.3.3, и все изделия, представленные дополнительной партией изделий, должны быть приняты, но

(e). если любое из изделий, исследованных как требуется в пункте (c), выше, обнаруживает дефект, все изделия, представленные дальнейшей партией образцов, должны быть либо:

(1). отремонтированы или заменены и снова исследованы как требуется, или

(2). полностью исследованы и отремонтированы или заменены в зависимости от необходимости и снова исследованы как необходимо для того, чтобы удовлетворить требованиям этого Сборника.

341.4. Глубины требуемого исследования.

341.4.1. Исследования, требуемые обычно.

Трубопроводная система, эксплуатируемая при нормальных условиях по технологической среде, должна исследоваться до глубины, указанной здесь, или до любой большей глубины, указанной в инженерном проекте. Критерии приемлемости такие, как указано в параграфе 341.3.2 и в Таблице 341.3.2 для нормальных условий эксплуатации по технологической среде, если не указано иное.

(a). *Визуальное исследование.* По крайней мере, следующее должно быть исследовано в соответствии с параграфом 344.2:

(1). достаточное количество материалов и компонентов, выбранных наугад, чтобы исследователь убедился, что они соответствуют техническим требованиям и не имеют дефектов;

(2). по крайней мере, 5% сборки. Для сварных швов, на исследование должна быть представлена работа каждого сварщика и каждого оператора сварочного автомата;

(3). 100% сборки для продольных сварных швов, за исключением сварных швов в компонентах, сделанных в соответствии с одним из технических требований, включенных в список. Смотрите параграф 341.5.19a) относительно исследования продольных сварных швов, которые должны иметь коэффициент качества соединения E_j равный 0.90.

(4). случайное исследование узла резьбовых, болтовых и других соединений, чтобы исследователь убедился, что они отвечают применимым требованиям параграфа 335. Когда должно быть проведено пневматическое испытание, все резьбовые, болтовые и другие механические соединения должны быть испытаны.

(5). случайное исследование во время монтажа трубопроводной системы, включая проверку выравнивания, опор и холодной деформации.

(6). исследование смонтированной трубопроводной системы на наличие дефектов, которые потребуют устранения или замены, и на наличие других очевидных отклонений от цели конструкции.

(b). *Другие исследования.*

(1). Не менее 5% кольцевых стыковых и угловых сварных швов должно быть исследовано полностью случайным выбором с помощью радиографии, в соответствии с требованиями параграфа 344.5 или случайным выбором, с помощью ультразвукового исследования, в соответствии с параграфом 344.6. Сварные швы, которые должны исследоваться, должны выбираться так, чтобы гарантировать, что в исследование будет включена работа каждого сварщика или оператора сварочного автомата, который выполняет эти сварные швы. Они также должны выбираться так, что обеспечить максимальный охват пересечений с продольными соединениями. Когда кольцевой сварной шов с пересекающимся продольным сварным швом (швами) выбирается для исследования, должна быть изучена зона, по крайней мере, 38 миллиметров (1.5 дюйма), прилегающая к каждому пересекающемуся сварному шву. Технический контроль во время производства в соответствии с параграфом 344.7 может использоваться вместо всех или части радиографических или ультразвуковых исследований

Таблица 341.3.2.

Критерии приемлемости для сварных швов и методов исследований для оценки изъянов сварных швов

Критерии (от А до М) для типов сварных швов и условий эксплуатации (Замечание (1))													Изъян сварного шва	Метод исследования				
Нормальные условия и Категория М условий эксплуатации по технологической среде				Жесткие циклические условия				Категория D условий эксплуатации по технологической среде						Визуальное	Радиографическое	Магнитными частицами	Проникающей жидкостью	
Тип сварного шва			Тип сварного шва				Тип сварного шва											
Кольцевой, угловой стыковой и на патрубках (Замечание (4))	Продольный стыковой (Замечание (2))	Угловой (Замечание (3))	....	Кольцевой, угловой стыковой и на патрубках (Замечание (4))	Продольный стыковой (Замечание (2))	Угловой (Замечание (3))	....	Кольцевой и угловой стыковой	Продольный стыковой (Замечание (2))	Угловой (Замечание (3))	На патрубках (Замечание (4))	....					
A	A	A	....	A	A	A	....	A	A	A	A	....	Трещина	√	√	....	√	√
A	A	A	....	A	A	A	....	C	A	нет	A	....	Недостаточное плавление	√	√	....	....	....
B	B	нет	....	A	A	нет	....	C	A	нет	B	....	Неполное проплавление	√	√	....	....	....
E	E	нет	....	D	D	нет	....	нет	нет	нет	нет	....	Внутренняя пористость	....	√	....	....	....
G	G	нет	....	F	F	нет	....	нет	нет	нет	нет	....	Внутренние шлаковые инклюзии, вольфрамовые инклюзии или удлиненные индикации	....	√	....	....	....
H	H	H	....	A	A	A	....	I	A	H	H	....	Подсечка	....	√	....	....	....
A	A	A	....	A	A	A	....	A	A	A	A	....	Поверхностная пористость или открытые шлаковые инклюзии (Замечание (6))	√	....	....	....	....
нет	нет	нет	....	J	J	J	....	нет	нет	нет	нет	....	Обработка поверхности	√	....	....	....	....
K	K	нет	....	K	K	нет	....	K	K	нет	K	....	Вогнутая поверхность корня	√	√	....	....	....
L	L	L	....	L	L	L	....	M	M	M	M	....	Усиление сварного шва или внутренний выступ	√	....	....	....	....

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (a). Изъяны сварного шва оцениваются один или несколькими типами методов исследования как указано в параграфах 341.4.1, 341.4.2, 341.4.3 и M341.4 или в инженерном проекте.
- (b). "Нет" обозначает, что этот Сборник не устанавливает критерии приемлемости или не требует оценку такого типа изъяна для такого типа сварного шва.
- (c). * обозначает, что альтернативное испытание на утечку требует исследования этих сварных швов, смотрите параграф 345.9.
- (d). √ обозначает, что этот метод исследования обычно используется для оценки такого вида изъянов сварного шва.
- (e). "..." обозначает, что этот метод исследования обычно не используется для оценки такого вида изъянов сварного шва.

Замечания по критериям для таблицы 341.3.2

Критерий	Приемлемые пределы значения (Замечание (6))		
Символ	Мера		
A	Глубина изъяна	Ноль (никаких видимых изъянов)	
B	Глубина неполного проплавления	≤ 1 миллиметра (1/32 дюйма) и $\leq 0.2 \bar{T}_W$	
	Кумулятивная длина неполного проплавления	≤ 38 миллиметров (1.5 дюйма) в любой 150 мм (6 дюймовой) длине сварного шва	
C	Глубина недостаточности плавления и неполного проплавления	$\leq 0.2 \bar{T}_W$	
	Кумулятивная длина недостаточности плавления и неполного проплавления (Замечание (7))	≤ 38 миллиметров (1.5 дюйма) в любой 150 мм (6 дюймовой) длине сварного шва	
D	Размер и распределение внутренней пористости	Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение 4	
E	Размер и распределение внутренней пористости	Для $\bar{T}_W \leq 6$ миллиметров (1.4 дюйма) предел такой же как для D	
		Для $\bar{T}_W > 6$ миллиметров (1.4 дюйма) предел равен $1.5 \times D$	
F	Шлаковая инклюзия, вольфрамовая инклюзия или удлиненная индикация		
	Индивидуальная длина	$\leq \bar{T}_W / 3$	
	Индивидуальная ширина	≤ 2.5 миллиметра (3/32 дюйма) и $\leq \bar{T}_W / 3$	
G	Шлаковая инклюзия, вольфрамовая инклюзия или удлиненная индикация		
	Индивидуальная длина	$\leq 2 \bar{T}_W$	
	Индивидуальная ширина	≤ 3 миллиметров (1/8 дюйма) и $\leq \bar{T}_W / 2$	
H	Кумулятивная длина	$\leq 4 \bar{T}_W$ в любой длине сварного шва 150 миллиметров (6 дюймов)	
N	Глубина подсечки	≤ 1 миллиметра (1/32 дюйма) и $\leq \bar{T}_W / 4$	
I	Глубина подсечки	≤ 1.5 миллиметра (1/16 дюйма) и $\leq [\bar{T}_W / 4$ или 1 мм (1/32 дюйма)]	
J	Шероховатость поверхности	$\leq 500 \min R_a$ по ASME B46.1	
K	Глубина вогнутости поверхности корня	Общая толщина соединения, включая усиление сварного шва, $\geq \bar{T}_W$	
L	Высота усиления или внутреннего выступа (Замечание (8)) в любой плоскости, проходящей через сварной шов, должна быть в пределах применимого значения высоты в таблице справа, за исключением случаев, указанных в Замечании (9). Металл сварного шва должен равномерно впаиваться в поверхность компонента	Для \bar{T}_W миллиметров (дюймов)	Высота, миллиметров (дюймов)
		≤ 6 (1/4)	≤ 1.5 (1/16)
		> 6 (1/4), ≤ 13 (1/2)	≤ 3 (1/8)
		> 13 (1/2), ≤ 25 91)	≤ 4 (5/32)
		> 25 91)	≤ 5 (3/16)
M	Высота усиления или внутреннего выступа (Замечание (8)), как описано в пункте L. Замечание (9) не применяется	Ограничение в два раза больше применимого ограничения в пункте L выше	

X = требуемое исследование NA = не применимо = не требуется

Таблица 341.3.2 (продолжение)

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Критерии, приведенные здесь, приведены для требуемого вида исследования. Более жесткие критерии могут быть указаны в инженерном проекте. Смотрите также параграф 341.5 и 341.5.3.
- (2). Продольный стыковой сварной шов включает прямой и спиральный шов. Критерии не должны применяться к сварным швам, сделанным в соответствии с одним из стандартов, указанных в Таблице А-1 или Таблице 326.1.
- (3). Угловой сварной шов включает в себя муфтовый сварной шов и герметизирующий сварной шов, а также сварные швы для крепления съемных фланцев, усиления патрубков и опор.
- (4). Сварной шов трубчатого присоединения включает сварные швы, содержащие давление, в патрубках и сборных нахлестках.
- (5). Эти изъятия оцениваются только для сварных швов, имеющих номинальную толщину ≤ 5 миллиметров (3/16 дюйма).
- (6). Когда два предельных значения разделены словом "и", меньшее значение определяет приемлемость. Когда два набора значений разделены словом "или", приемлемо большее значение. T_w - номинальная толщина стенки более тонкого из двух компонентов, соединяемых стыковым сварным швом.
- (7). Плотно стыкованные непроплавленные корневые поверхности неприемлемы.
- (8). Для стыковых сварных швов, высота равна меньшему из измерений, сделанных от поверхностей прилегающих компонентов; и усиление, и внутренний выступ допускаются в сварном шве. Для угловых сварных швов, высота измеряется от теоретического полезного вылета, рисунок 328.5.2А; внутренний выступ не применяется.
- (9). Только для сварных швов в алюминиевых сплавах: внутренний выступ не должен превышать следующих значений:
 - (a). для толщины ≤ 2 миллиметров (5/64 дюйма): 1.5 миллиметра (1/16 дюймов);
 - (b). для толщины > 2 миллиметров (5/64 дюйма) и ≤ 6 миллиметров (1/4 дюйма): 2.5 миллиметра (3/32 дюйма).Для внешнего усиления и для больших толщин, смотрите таблицу для символа L.

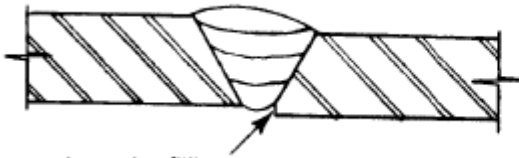


Недостаток плавления между валиком и базовым металлом

(a) Недостаток плавления в боковой стенке

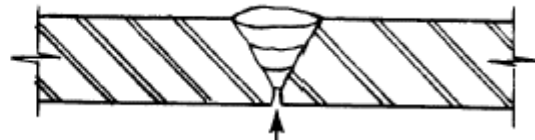


(b) Недостаток плавления между прилегающими валиками



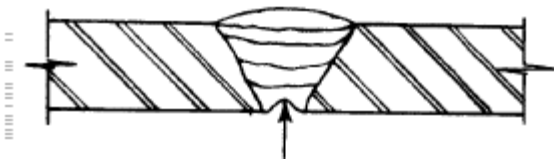
Неполное заполнение в корне только с одной стороны

(c) Неполное проплавление, вызванное внутренней невыверенностью



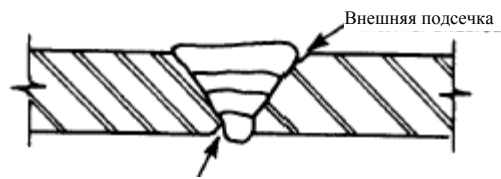
Неполное заполнение в корне

(d) Неполное проплавление в канавке сварного шва



Корневой валик сплавился к обеим внутренним поверхностям, но центр корня немного ниже внутренней поверхности трубы (не является неполным проплавлением)

(e) Вогнутая поверхность корня



Внутренняя подсечка

(f) Подсечка



(g) Избыточное внешнее усиление

Рисунок 341.3.2 Типичные изъяны сварки.

по принципу "сварной шов за сварной шов", если указано в инженерном проекте или специально разрешено Инспектором.

(2). Не менее 5% всех соединений, паянных твердым припоем, должны быть исследованы в процессе технологического контроля в соответствии с параграфом 344.7, при этом соединения, которые должны исследоваться, должны выбираться так, чтобы гарантировать, что работа каждого паяльщика, который выполняет такие соединения, была включена в исследование

(с). *Сертификаты и отчеты.* Исследователь должен быть уверен (после проверки сертификатов, отчетов и других свидетельств), что материалы и компоненты принадлежат к указанным классам и что они прошли требуемую термическую обработку, исследование и испытание. Исследователь должен снабдить Инспектора сертификатом того, что все требования, предъявляемые в этом Сборнике и в инженерном проекте к контролю качества, были выполнены.

341.4.2. Исследование – Категория D условий эксплуатации по технологической среде. Трубопровод и трубопроводные компоненты для Категории D условий эксплуатации по технологической среде, как указано в инженерном проекте, должны быть визуальным образом исследованы в соответствии с параграфом 344.2 до такой глубины, которая будет необходима, чтобы исследователь убедился, что компоненты, материалы и качество изделий соответствуют требованиям этого Сборника и инженерного проекта. Критерии приемлемости такие же, как указано в параграфе 341.3.2 и в Таблице 341.3.2 для Категории D условий эксплуатации по технологической среде, если не указано иное.

341.4.3. Исследование – Жесткие циклические условия. Трубопровод, который должен использоваться при жестких циклических условиях, должен исследоваться до глубины, указанной здесь, или еще глубже, как указано в инженерном проекте. Критерии приемлемости такие же, как указано в параграфе 341.3.2 и в Таблице 341.3.2 для жестких циклических условий, если не указано иное.

(а). *Визуальное исследование.* Требования параграфа 341.4.19(а) применяются со следующими исключениями.

(1). Вся сборка должна быть исследована.

(2). Все резьбовые, болтовые и другие соединения должны быть исследованы.

(3). Весь монтаж трубопровода должен быть исследован, чтобы проверить размеры и выравнивание. Опоры, направляющие и точки холодной деформации должны быть проверены, чтобы убедиться, что движение трубопровода при всех условиях пуска, эксплуатации и останова будут поглощены без нежелательного сгибания или неожиданного стеснения.

(b). *Другие исследования.* Все кольцевые стыковые и угловые сварные швы, и все сварные швы сборных патрубковых присоединений, сравнимые с теми, что показаны на Рисунке 328.5.4Е, должны быть исследованы 100%-ой радиографией в соответствии с параграфом 344.5, или (если указано в инженерном

проекте) 100%-ым ультразвуковым исследованием в соответствии с параграфом 344.6. Муфтовые сварные швы и сварные швы патрубковых присоединений, которые не проходят радиографическое исследование, должны исследоваться по методу магнитных частиц или проникающей жидкости в соответствии с параграфом 344.3 или 344.4.

(с). Технологический контроль во время изготовления, в соответствии с параграфом 344.7, дополненный соответствующим исследованием неразрушающими методами, может использоваться вместо исследования, требуемого в пункте (b), выше, по принципу "сварной шов за сварной шов", если указано в инженерном проекте или особо одобрено Инспектором.

(d). *Сертификаты и отчеты.* Требования параграфа 341.4.1(с) применяются к этому случаю.

341.5. Вспомогательные исследования.

Любой из методов исследования, описанный в параграфе 344, может быть указан в инженерном проекте в дополнение к исследованию, требуемому в параграфе 341.4. Глубина вспомогательного исследования, которое должно быть выполнено, и любые критерии приемлемости, которые отличаются от критериев приемлемости, указанных в параграфе 341.3.2, должны быть указаны в инженерном проекте.

341.5.1. Точечная радиография.

(а). *Продольные сварные швы.* Точечная радиография для продольных стыковых сварных швов, от которых требуется, чтобы коэффициент качества сварного соединения E_j был равен 0.90, требует исследования радиографическим методом в соответствии с параграфом 344.5, по крайней мере, 300 миллиметров (1 фута) в каждом 30 метрах (100 футах) сварного шва для каждого сварщика или оператора сварочного автомата. Критерии приемлемости такие же, как те, что указаны в Таблице 341.3.2 для радиографии при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде.

(b). *Кольцевые стыковые сварные швы и другие сварные швы.* Рекомендуется, чтобы глубина исследования была не меньше чем одна точка на каждые 20 сварных швов для каждого сварщика или оператора сварочного автомата. Если не указано иное, критерии приемлемости такие, как указано в Таблице 341.3.2 для радиографии при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде для исследуемого типа соединения.

(с). *Последовательное взятие образцов для исследования.* Применимы положения параграфа 341.3.4.

(d). *Сварные швы, которые должны быть исследованы.* Размещение сварных швов и точек, в которых они должны быть исследованы с помощью точечной радиографии, должны выбираться или одобряться Инспектором.

341.5.2. Испытания на твердость. Глубина требуемого испытания на твердость должна быть в соответствии с параграфом 331.1.7, за исключением случаев, когда иное указано в инженерном проекте.

341.5.3. Исследования, проводимые для устранения неопределенности. Любой метод может быть использован для разрешения сомнительных индикаций. Критерии приемлемости должны быть такими, как для требуемого исследования.

342. ПЕРСОНАЛ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫЙ НА ИССЛЕДОВАНИЯХ.

342.1. Квалификация и сертификация персонала.

Исследователи должны иметь образование и опыт, соразмерные с указанными исследованиями¹. Работодатель должен заверять отчеты по нанятым исследователям, которые должны указывать даты и результаты квалификации персонала, и должен вести их постоянно и предоставлять на рассмотрение Инспектору.

342.2. Особое требование.

Для технологического контроля во время изготовления, исследования должны проводиться персоналом, отличным от того, что выполняет производственные операции.

343. ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Любое исследование должно выполняться, в соответствии с письменной процедурой, которая соответствует одному из методов, указанных в параграфе 344, включая особые методы (смотрите параграф 344.1.2). Процедуры должны быть написаны, как требуется в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 1, параграф T-150. Работодатель должен заверять отчеты по используемым процедурам исследований, в которых должны быть указаны даты и результаты квалификации процедур, и должен вести их постоянно и предоставлять на рассмотрение Инспектора.

344. ТИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

344.1. Общие положения.

344.1.1. Методы. За исключением случаев, указанных в параграфе 344.1.2, любое исследование, требуемое в этом Сборнике, в инженерном проекте или Инспектором, должно выполняться в соответствии с одним из методов, указанных здесь.

344.1.2. Особые методы. Если какой-либо метод, не указанный здесь, используется для исследования, он и его критерии приемлемости должны быть указаны в инженерном проекте достаточно подробно, чтобы позволить провести квалификацию необходимых процедур и исследователей.

344.1.3. Определения. Следующие термины применяются к любому типу исследования.

100%-ое исследование: полное исследование всех изделий указанного типа в выделенной партии².

случайное исследование³: полное исследование некоторого процента от указанного типа изделий в выделенной партии²

точечное исследование³: указанное частичное исследование каждого изделия указанного типа в выделенной партии², например часть длины всех заводских сварных швов в партии обшитого трубопровода.

случайное точечное исследование³: указанное частичное исследование некоторого процента изделий указанного типа в выделенной партии².

344.2. Визуальное исследование.

344.2.1. Определение. Визуальное исследование – это наблюдение части компонентов, соединений или других трубопроводных элементов, которые выставлены или могут быть выставлены для обозрения перед, во время или после изготовления, сборки, монтажа, исследования или испытания. Это исследование включает проверку требований, налагаемых Сборником и инженерным проектом, на материалы, компоненты, размеры, подготовку соединений, выравнивание, сварку, склеивание, паяние твердым припоем, болтовое крепление, резьбу или другие методы соединения, опоры, сборку и монтаж.

344.2.2. Метод. Визуальное исследование должно выполняться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 9. Отчеты по индивидуальным визуальным исследованиям не требуются, за исключением отчетов по исследованиям в рамках технологического контроля во время производства, как указано в параграфе 344.7.

344.3. Исследование магнитными частицами.

Исследование литых изделий описано в параграфе 302.3.3. Исследование магнитными частицами сварных швов и компонентов, отличных от литых изделий, должно выполняться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 7.

¹ Для этих целей как руководство может использоваться SNT-TC-1A "Рекомендуемая практика квалификации и сертификации персонала, проводящего испытания неразрушающими методами"

² Выделенная партия – это количество трубопровода, которое должно учитываться при применении требований, предъявляемых этим Сборником к исследованию. Количество или масштаб выделенной партии должно быть установлено по соглашению между договаривающимися сторонами перед началом работы. Больше одного вида выделенной партии может устанавливаться для различных видов трубопроводных систем

³ Случайное или точечное исследование не гарантирует, что заданный уровень качества поддерживается во всем изготовленном продукте. Изделия, не исследованные в рамках партии, представленной для такого исследования, могут иметь дефекты, которые следующие исследования могут выявить. В частности, если все дефекты сварных швов, выявленные радиографически, должны быть удалены из партии, должно указываться 100%-ое радиографическое исследование

344.4. Исследование проникающей жидкостью.

Исследование литых изделий описано в параграфе 302.3.3. Исследование проникающей жидкостью сварных швов и компонентов, отличных от литых изделий, должно выполняться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 6.

344.5. Радиографическое исследование .

344.5.1. Метод. Радиографическое исследование литых изделий описано в параграфе 302.3.3. Радиографическое исследование сварных швов и компонентов, отличных от литых изделий, должно выполняться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 2.

344.5.2. Глубина радиографического исследования.

(a). *100%-ое радиографическое исследование.* Это применяется только к кольцевым угловым сварным швам и сварным швам сборных патрубков, сравнимых с рисунком 328.5.4Е, если иное не указано в инженерном проекте.

(b). *Случайное радиографическое исследование.* Это применяется только к кольцевым и угловым сварным швам.

(c). *Точечное радиографическое исследование.* Это требует однократной радиографической съемки в соответствии с параграфом 344.5.1 в точке в пределах указанной части сварного шва. Для кольцевого, углового сварного шва и стыкового сварного шва на трубке минимальные требования следующие:

(1). для размеров \leq DN 65 (NPS 2 1/2), однократная эллиптическая съемка, охватывающая всю окружность сварного шва.

(2). для размеров $>$ DN 65, меньшая величина из двух следующих: 25% от внутренней окружности или 152 миллиметра (6 дюймов).

Для продольных сварных швов минимальным требованием является 152 миллиметра (6 дюймов) длины сварного шва.

344.6. Ультразвуковое исследование.

344.6.1. Метод. Ультразвуковое исследование литых изделий описано в параграфе 302.3.3; другие формы продукта не охватываются ультразвуковым исследованием. Ультразвуковое исследование сварных швов должно выполняться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 5, за исключением того альтернатива, указанная в пунктах (a) и (b) ниже, допускается для базовых калибровочных образцов, указанных в параграфах T-542.2.1 и T-542.8.1.1.

(a). Когда базовые калибровочные образцы не прошли термическую обработку в соответствии с параграфом T-542.1.1(c) и T-542.8.1.1, методы переноса должны использоваться, чтобы коррелировать реакции от базового калибровочного образца и компонента. Перенос выполняется отметкой разницы между реакциями, полученными от того же самого контрольного отражателя в базовом калибровочном образце и в компоненте, и внесением поправки на эту разницу.

(b). Контрольный отражатель может быть V-образным надрезом (который должен быть в последствии удален), поисковым устройством углового луча, действующим как отражатель, или любым другим другим отражателем, который будет помогать выполнению переноса.

(c). Когда метод переноса выбирается как альтернатива, он должен использоваться минимум:

(1). для размеров \leq DN 50 (NPS 2) – один раз для каждых 10 исследованных сварных соединений;

(2). для размеров $>$ DN 50 и \leq DN 450 (NPS 18) – один раз на каждые 1.5 метра (5 футов) исследованного сварного соединения;

(3). для размеров $>$ DN 450 – один раз на каждое исследованное сварное соединение.

(d). Каждый тип материала и каждый размер и каждая толщина стенки должны учитываться отдельно при применении метода переноса. Кроме того, метод переноса должен использоваться, по крайней мере, дважды на каждом типе сварного соединения.

(e). Контрольный уровень для наблюдения неоднородностей должен модифицироваться, чтобы отражать поправку переноса, когда используется метод переноса.

344.6.2. Критерии приемлемости. Линейные неоднородности не приемлемы, если величина индикации превышает контрольный уровень и ее длина превышает:

(a). 6 миллиметров (1/4 дюйма) для $\bar{T}_W \leq 19$ миллиметров (3/4 дюйма);

(b). $\bar{T}_W / 3$ для 19 миллиметров $< \bar{T}_W \leq 57$ миллиметров (2 1/4 дюйма);

(c). 19 миллиметров для $\bar{T}_W > 57$ миллиметров.

344.7. Технический контроль во время производства

344.7.1. Определение. Технический контроль во время производства включает в себя исследование следующего (в зависимости от применимости):

(a). подготовка и чистота соединения;

(b). предварительный нагрев;

(c). посадка, зазор соединения и внутреннее выравнивание до соединения;

(d). параметры, указанные для процедуры соединения, включая присадочный материал, и

(1). (для сварки) положение и сварочный электрод;

(2). (для пайки твердым припоем) положение, флюс, температуру пайки, правильное увлажнение и капиллярное действие;

(e). (для сварки) состояние корневого валика после очистки – внешней и, когда применимо, внутренней – с помощью вспомогательного исследования проникающей жидкостью или магнитными частицами, когда указано в инженерном проекте;

(f). (для сварки) удаление шлака и состояние сварного шва между проходами, и

(g). внешний вид законченного соединения.

344.7.2. Метод. Исследование проводится визуально, в соответствии с требованиями параграфа 344.2, если только дополнительные методы не указаны в инженерном проекте.

345. ИСПЫТАНИЯ.

345.1. Требуемое испытание на утечку.

До первоначальной эксплуатации и после завершения применимых исследований, требуемых в соответствии с параграфом 341, каждая трубопроводная система должны быть испытана, чтобы убедиться в ее герметичности. Испытание должно быть гидростатическим испытанием на утечку в соответствии с параграфом 345.4, за исключением случаев, указанных здесь:

(а). По решению владельца, трубопроводная система в Категории D условий эксплуатации по технологической среде может подвергаться испытанию на утечку при первоначальной эксплуатации в соответствии с параграфом 345.7, вместо гидростатического испытания на утечку;

(б). Когда владелец считает гидростатическое испытание на утечку непрактичным, вместо него может использоваться либо пневматическое испытание в соответствии с параграфом 345.5, либо комбинированное гидростатически-пневматическое испытание в соответствии с параграфом 345.6, учитывающее опасность со стороны энергии, содержащейся в сжатом газе;

(с). Когда владелец считает и гидростатическое, и пневматическое испытание непрактичным, альтернатива, указанная в параграфе 345.9, может использоваться, если выполняются оба следующих условия:

(1). гидростатическое испытание может повредить обшивку или внутреннюю изоляцию, или загрязнить процесс, который станет опасными, коррозионным или нерабочим в присутствии влаги, или будет представлять опасность хрупкого разрушения из-за низкой температуры металла во время испытания, и

(2). пневматическое испытание будет представлять нежелательную опасность возможного выброса энергии, содержащейся в системе, или будет представлять опасность хрупкого разрушения из-за низкой температуры металла во время испытания.

345.2. Общие требования к испытаниям на утечку.

Требования параграфа 345.2 применяются, к более, чем одному типу испытаний на утечку.

345.2.1. Ограничения по давлению.

(а). *напряжение, превышающее предел текучести.* Если испытательное давление будет производить номинальное напряжение давления или продольное напряжение сверх предела текучести при испытательной температуре, испытательное давление не должно превышать предела текучести при испытательной температуре. (Смотрите параграф 302.3.2(е) и (f)).

(б). *Расширение испытательной жидкости.* Если испытательное давление должно поддерживаться в течение некоторого периода времени и испытательная жидкость в системе будет подвергаться термическому расширению, должны быть предприняты меры по избежанию избыточного давления.

(с). *Предварительное пневматическое испытание.* Предварительное испытание с использованием воздуха при, не более чем, 170 кПа (25 psi) избыточного давления может проводить до проведения гидростатического испытания, чтобы определить место главных утечек.

345.2.2. Другие требования к испытаниям

(а). *Исследование на утечки.* Испытание на утечку должно проводиться в течение, по крайней мере, 10 минут и все соединения и присоединения должны исследоваться на утечки.

(б). *Термическая обработка.* Испытания на утечку должны проводиться после завершения любой термической обработки.

(с). *Низкая испытательная температура.* Возможность хрупкого разрушения должна учитываться, при проведении испытаний на утечку, при температурах металла около температуры перехода из пластичного состояния в хрупкое.

345.2.3. Особые положения по испытаниям.

(а). *Суб-блоки трубопровода.* Суб-блоки трубопровода могут испытываться либо отдельно, либо как собранный трубопровод.

(б). *Фланцевые соединения.* Фланцевое соединение, в котором установлена заглушка, чтобы изолировать другое оборудование во время испытания, не должно испытываться.

(с). *Перекрывающие сварные швы.* Конечный сварной шов, соединяющий трубопроводные системы или компоненты, которые были успешно испытаны в соответствии с параграфом 345, не требует проведения испытания на утечку, при условии, что сварной шов исследуется в рамках технического контроля во время производства в соответствии с параграфом 344.7 и проходит 100%-ое радиографическое исследование в соответствии с параграфом 344.5 или 100%-ое ультразвуковое исследование, в соответствии с параграфом 344.6.

345.2.4. Трубопроводы, находящиеся под внешним давлением. Трубопровод, подверженный внешнему давлению, должен испытываться при внутреннем избыточном давлении в 1.5 раза больше, чем перепад внешнего давления, но не меньше чем при 105 кПа (15 psi).

345.2.5. Трубопроводы, обшитые кожухом

(а). внутренняя облицовка должна быть испытана на утечку, исходя из внутреннего или внешнего расчетного давления, в зависимости от того, какое из них является критичным. Это испытание должно быть проведено до того, как будет завершён кожух, если необходимо обеспечить визуальный доступ к соединениям внутренней облицовки, как требуется в параграфе 345.3.1.

(б). Кожух должен испытываться на утечку в соответствии с параграфом 345.1 исходя из расчетного давления кожуха, если иное не будет указано в инженерном проекте.

345.2.6. Ремонты или добавления после испытания на утечку. Если ремонты или добавления производятся после завершения испытания на утечку, затронутый трубопровод должен пройти повторное испытание, за исключением того, что для незначительных ремонтов или добавлений владелец может пропустить требования к повторному испытанию, когда меры предосторожности предпринимаются для того, чтобы обеспечить качественную конструкцию.

345.2.7. Отчеты по испытаниям. Отчеты по испытаниям должны составляться для каждой трубопроводной системы во время испытания, включая:

- (a). дату испытания;
- (b). идентификацию испытываемой трубопроводной системы;
- (c). испытательную среду;
- (d). испытательное давление;
- (e). заверение исследователем результатов испытания.

Эти отчеты не должны сохраняться после завершения испытания, если сохраняется справка Инспектора о том, что трубопроводная система удовлетворительно прошла гидростатическое испытание, как требуется в этом Сборнике.

345.3. Подготовка к проведению испытания на утечку.

345.3.1. Открытые соединения. Все соединения, включая сварные швы и клеевые соединения, должны быть оставлены без изоляции и открыты для осмотра во время проведения испытания на утечку, за исключением того, что соединения, ранее испытанные в соответствии с этим Сборником, могут остаться с изоляцией или могут оставаться закрытыми. Все соединения должны быть покрыты праймером и затем окрашены до начала испытания на утечку, если только не требуется чувствительное испытание на утечку (параграф 345.8).

345.3.2. Временные опоры. Трубопроводы, предназначенные для работы с паром или газом, должны быть обеспечены дополнительными временными опорами, если необходимо, чтобы выдержать вес испытательной жидкости.

345.3.3. Трубопроводы с раструбами соединениями.

(a). Раструбное соединение, которое зависит от внешних главных якорей, чтобы выдерживать торцевую нагрузку давления, должно испытываться установленным в трубопроводную систему.

(b). Раструбное соединение, самостоятельно выдерживающее торцевую нагрузку давления, ранее испытанное в цехе производителем (смотрите Приложение X, параграф X302.2.3(a)), может исключаться из испытываемой системы, за исключением того, что такие раструбные соединения должны устанавливаться в систему, когда требуется чувствительное испытание на утечку в соответствии с параграфом 345.8.

(c). Трубопроводная система, содержащая раструбные соединения, должны испытываться на утечку без временного соединения или якорного крепления при величине меньшей из двух следующих:

(1). 150% от расчетного давления для раструбного соединения сильфонного типа, или

(2). испытательное давление системы, определенное в соответствии с параграфом 345.

Ни в коем случае раструбное соединение сильфонного типа не должно подвергаться испытательному давлению, большему, чем испытательное давление, указанное производителем.

(d). Когда испытание системы на утечку производится при давлении, большем, чем минимальное испытательное давление, указанное в пункте (c), или большем чем 150% от расчетного давления в пределах ограничений параграфа 345.2.1(a), раструбные соединения сильфонного типа должны удаляться из трубопроводной системы или временные фиксаторы должны добавляться, чтобы ограничить нагрузки основных якорей, если необходимо.

345.3.4. Ограничения по испытываемым трубопроводам. Оборудование, которое не должно испытываться, должно быть либо отсоединено от трубопровода, либо изолировано заглушками или другими средствами во время испытания. Клапан может использоваться при условии, что этот клапан (включая его механизм запирания) пригоден для использования при испытательном давлении.

345.4. Гидростатическое испытание на утечку.

345.4.1. Испытательная среда. Среда должна быть водой, если только нет вероятности повреждения в результате замораживания или неблагоприятного воздействия воды на трубопроводную систему или процесс. В таком случае может использоваться другая подходящая нетоксичная жидкость. Если жидкость огнеопасная, ее температура вспышки должна быть, по крайней мере, 49°C (120°F) и следует обратить внимание на окружение, в котором проводится испытание.

345.4.2. Испытательное давление. За исключением случаев, указанных в параграфе 345.4.3, давление гидростатического испытания в любой точке металлической трубопроводной системы должно быть следующим:

(a). не меньше чем в 1.5 раза больше, чем расчетное давление;

(b). для расчетной температуры выше испытательной температуры, минимальное испытательное давление должно быть рассчитано по уравнению (24), за исключением того, что значение S_T/S не должно превышать 6.5:

$$P_T = \frac{1.5 P S_T}{S} \quad (24)$$

где:

P_T = минимальное испытательное избыточное давление;

P = внутреннее расчетное избыточное давление;

S_T = значение напряжения при испытательной температуре;

S = значение напряжения при расчетной температуре (смотрите Таблицу A-1).

(c) если испытательное давление, определенное выше, будет производить номинальное напряжение давления или продольное напряжение выше предела текучести при испытательной температуре, испытательное давление может быть снижено до максимального давления, которое не будет превышать предел текучести при испытательной температуре. (Смотрите параграф 302.3.2(e) и (f)). Для металлических раструбных соединений сильфонного типа смотрите Приложение X, параграф X302.2.3(a).

345.4.3. Гидростатическое испытание трубопроводов с сосудами⁴ как испытание одной системы.

(a). Когда испытательное давление трубопровода, прикрепленного к сосуду, такое же или меньше, чем испытательное давление для этого сосуда, трубопровод может испытываться вместе с сосудом при испытательном давлении трубопровода.

⁴ Положения параграфа 345.4.3 не влияют на требования к гидростатическим испытаниям любого сборника правил для сосудов

(b). Когда испытательное давление трубопровода превышает испытательное давление сосуда и не считается практичным изолировать трубопровод от этого сосуда, трубопровод и сосуд могут испытываться вместе при испытательном давлении сосуда, при условии, что владелец одобрит это и испытательное давление сосуда составляет не меньше 75% от испытательного давления трубопровода, рассчитанного в соответствии с параграфом 345.4.2(b).

345.5. Пневматическое испытание на утечку.

345.5.1. Меры предосторожности. Пневматическое испытание включает в себя опасность выброса энергии, содержащейся в сжатом газе. Следовательно, особая осторожность должна приниматься для минимизации вероятности хрупкого разрушения во время пневматического испытания на утечку. Испытательная температура важна в этом плане и должна учитываться, когда проектировщик будет выбирать материал конструкции. Смотрите параграф 345.2.29(c) и Приложение F, параграф F323.4.

345.5.2. Устройство сброса давления. Устройство сброса давления должно быть установлено на трубопровод и его установка, по давлению должна быть не выше, чем испытательное давление плюс меньшая из следующих двух величин: 345 кПа (50 psi) или 10% от испытательного давления.

345.5.3. Испытательная среда. Газ, используемый в роли испытательной среды, если он отличен от воздуха, должен быть неопасным и нетоксичным.

345.5.4. Испытательное давление. Испытательное давление должно быть равным 110% от расчетного давления.

345.5.5. Процедура. Давление должно постепенно увеличиваться до тех пор, пока не будет достигнуто избыточное давление, равное меньшей из двух следующих величин: половина испытательного давления или 170кПа (25 psi). В этот момент должна быть проведена предварительная проверка, включая исследование соединений в соответствии с параграфом 341.4.1(a). После этого давления должно постепенно увеличиваться шагами до тех пор, пока не будет достигнуто испытательное давление. Давление должно удерживаться на каждом шаге в течение достаточно долгого времени, чтобы уравнять напряжение в трубопроводе. Давление затем должно быть снижено до расчетного давления до того, как будет проведено исследование на утечку в соответствии с параграфом 345.2.2(a).

345.6. Гидростатически-пневматическое испытание на утечку.

Если используется комбинированное гидростатически-пневматическое испытание на утечку, требования параграфа 345.5 должны быть соблюдены, а давление части трубопровода, заполненной жидкостью, не должно превышать пределов, указанных в параграфе 345.4.2.

345.7. Испытание на утечку в начальный период эксплуатации.

Это испытание применимо только к трубопроводам, эксплуатируемым при Категории D условий эксплуатации по технологической среде, по усмотрению владельца. Смотрите параграф 345.1(a).

345.7.1. Испытательная среда. Испытательной средой должна быть технологическая жидкость.

345.7.2. Процедура. Во время и до изначальной эксплуатации, давление должно постепенно повышаться шагами, до тех пор, пока не будет достигнуто эксплуатационное давление. Давление должно удерживаться на каждом шаге достаточно долго, чтобы уравнять напряжения в трубопроводе. Предварительная проверка должна проводиться, как показано в параграфе 345.5.5, если технологической средой является газ или пар.

345.7.3. Исследование на утечку. Вместо параграфа 345.2.2(a), допускается пропустить исследование на утечку любых соединений и присоединений, ранее испытанных в соответствии с этим Сборником.

345.8. Чувствительное испытание на утечку.

Это испытание должно проводиться в соответствии с газовым и пузырьковым методом испытания, описанным в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 10, или другим методом, который продемонстрировал равновеликую чувствительность. Чувствительность испытания должна быть не меньше 10^{-3} атм.мл/сек при испытательных условиях:

(a). Испытательное давление должно быть, по крайней мере, равно меньшей из двух следующих величин: 105 кПа (15 psi) или 25% от расчетного давления.

(b). Давление должно постепенно увеличиваться до тех пор, пока не будет достигнуто избыточное давление, равное меньшей из двух следующих величин: половина испытательного давления или 170кПа (25 psi). В этот момент должна быть проведена предварительная проверка. После этого давления должно постепенно увеличиваться шагами до тех пор, пока не будет достигнуто испытательное давление. Давление должно удерживаться на каждом шаге в течение достаточно долгого времени, чтобы уравнять напряжение в трубопроводе.

345.9. Альтернативное испытание на утечку.

Следующие процедуры и метод испытания на утечку могут использоваться только при соблюдении условий, указанных в параграфе 345.1(c).

345.9.1. Исследование сварных швов. Сварные швы, включая те, что используются при изготовлении сварной трубы и фитингов, которые не были подвергнуты гидростатическому или пневматическому испытанию на утечку в соответствии с данным Сборником, должны исследоваться следующим образом:

(a). Кольцевые, продольные и спиральные стыковые сварные швы должны пройти 100%-ое радиографическое исследование, в соответствии с параграфом 344.5 или 100%-ое ультразвуковое исследование в соответствии с параграфом 344.6.

(b). Все сварные швы, включая сварные швы конструкционных креплений, не охваченные пунктом (a), выше, должны быть исследованы с использованием метода проникающей жидкости (смотрите параграф 344.4) или, для магнитных материалов, методом магнитных частиц (смотрите параграф 344.3).

345.9.2. Анализ гибкости. Анализ гибкости трубопроводной системы должен быть проведен в соответствии с требованиями параграфа 319.4.2(b), если применимо, или (c) и (d).

345.9.3. Метод испытаний. Система должна быть подвергнута чувствительному испытанию на утечку в соответствии с параграфом 345.8.

346. ОТЧЕТЫ.

346.2. Ответственность.

Ответственностью проектировщика трубопроводной системы, производителя, сборщика и монтажника (в зависимости от применимости) является подготовка отчетов, требуемых в соответствии с данным Сборником и инженерным проектом.

346.3. Сохранение отчетов.

Если иное не указано в инженерном проекте, следующие отчеты должны сохраняться в течение, по крайней мере, 5 лет после составления отчета по проекту:

- (a). процедуры исследования, и
- (b). квалификация персонала, задействованного на исследованиях.

ГЛАВА VII. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ И ТРУБОПРОВОДЫ, ОБЛИЦОВАННЫЕ НЕМЕТАЛЛАМИ.

A300. ОБЩИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ.

- (а). Глава VII касается неметаллических трубопроводов и трубопроводов, облицованных неметаллами.
- (б). Организация, содержание и номера параграфов в этой Главе соответствуют первым шести Главам (основной Сборник). Используется префикс А.
- (с). Положения и требования базового Сборника применяются только, если указано в этой Главе.
- (д). Металлические трубопроводы, которые обеспечивают удержание давление для неметаллической облицовки, должны соответствовать требованиям Глав I – VI и тем требованиям в Главе VII, которые не ограничиваются неметаллами.
- (е). Эта Глава не содержит никаких положений по трубопроводам, которые должны использоваться при жестких циклических условиях.
- (ф) За исключениями, указанными выше, Глава I применяется полностью.

ЧАСТЬ 1. УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.

A301. УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Параграф 301 применяется полностью, за исключением параграфов 301.2 и 301.3. Смотрите ниже.

A301.2. Расчетное давление.

Параграф 301.2 применяется полностью, за исключением, что ссылки на параграф A302.2.4 и A304 заменяют ссылки на параграф 302.2.4 и 304 соответственно.

A301.3. Расчетная температура.

Параграф 301.3 применяется со следующими исключениями.

A301.3.1. Расчетная минимальная температура. Параграф 301.3.1 применяется, но смотрите параграф A323.2.2, а не параграф 323.2.2.

A301.3.2. Компоненты без изоляции. Расчетная температура компонента должна быть температурой среды, если только более высокая температура не будет образовываться за счет солнечной радиации или других внешних источников тепла.

A302. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Параграф A302 устанавливает номинальные показатели по давлению-температуре, критерии для напряжения, проектные допуски и минимальные расчетные значения, а также допустимые вариации тех факторов, которые применяются к проектированию трубопровода.

A302.1. Общие положения.

Проектировщик должен быть удовлетворен в отношении адекватности неметаллического материала и его производства, с учетом как минимум следующего:

- (а). прочности на разрыв, прочности на сжатие, прочности на изгиб и прочности на сдвиг и модуля эластичности при расчетной температуре (долговременной и краткосрочной);
- (б). скорости ползучести при расчетных условиях;
- (с). расчетного напряжения и его базиса;
- (д). эластичности и пластичности;
- (е). ударных свойств и термических ударных свойств;
- (ф). температурных ограничений;
- (г). температуры фазового превращения; температуры плавления и испарения;
- (h). пористости и пропускающей способности;
- (i). методов испытания;
- (j). методов производства соединений и их эффективности;
- (к) возможности разрушения во время эксплуатации.

A302.2. Критерии проектирования по давлению-температуре

A302.2.1. Компоненты, включенные в список, имеющие установленные номинальные показатели. Параграф 302.2.1 применяется за исключением того, что ссылка на Таблицу A326.1, заменяет ссылку на Таблицу 326.1.

A302.2.2. Компоненты, включенные в список, не имеющие установленные номинальные показатели. Компоненты неметаллических трубопроводов, для которых расчетные напряжения были рассчитаны в соответствии с параграфом A302.3, но которые не имеют собственных номинальных показателей по давлению-температуре, должны классифицироваться по правилам для проектирования по давлению, указанным в параграфе A304, в пределах температур,

для которых напряжения показаны в Приложении В, модифицированные в соответствии с применимыми другими правилами этого Сборника.

Трубопроводные компоненты, которые не имеют допустимых напряжений или номинальных показателей давления-температуры, должны квалифицироваться для проектирования по давлению в соответствии с параграфом A304.7.2.

A302.2.3. Компоненты, не включенные в список. Параграф 302.2.3 применяется за исключением того, что ссылки на Таблицу A326.1 и параграф A304 и A304.7.2 заменяют ссылки на Таблицу 326.1 и параграф 304 и 304.7.2 соответственно.

A302.2.4. Допуски для вариаций давления и температуры

(a). *Неметаллические трубопроводы.* Допуски на вариации давления или температуры или вариации обоих параметров сверх расчетных условий не допускаются. Наиболее жесткие условия одновременных давления и температуры должны использоваться для определения расчетных условий для трубопроводной системы. Смотрите параграфы 301.2 и 301.3.

(b). *Металлические трубопроводы с облицовкой из неметаллов.* Допуски на вариации давления и температуры, указанные в параграфе 302.2.4, допускаются только, если пригодность облицовочного материала для повышенных условий установлена предварительным успешным опытом эксплуатации или испытаниям при сравнимых условиях.

A302.2.5. Номинальный показатель на стыке различных условий эксплуатации. Когда два вида эксплуатации, которые используют различные условия по давлению-температуре, соединяются вместе, клапан, разделяющий эти две части, должен получать номинальный показатель по более жесткому условию эксплуатации.

A302.3. Допустимые напряжения и другие проектные ограничения для неметаллов.

A302.3.1. Общие положения.

(a). Таблица В-1 содержит гидростатические расчетные напряжения (HDS). Таблицы В-2 и В0-3 перечисляют технические требования, которые удовлетворяют критериям, указанным в параграфах A302.3.2(b) и (c), соответственно. Таблицы В-4 и В-5 содержат допустимые давления. Эти значения HDS, критерии для допустимых напряжений и давления должны использоваться в соответствии с Замечаниями к Приложению В и могут использоваться в проектных расчетах (в которых допустимое напряжение S обозначает соответствующее расчетное напряжение), за исключением случаев, указанных в других положениях этого Сборника. Использование гидростатических расчетных напряжений для расчетов отличных от проектирования по давлению, не было проверено. Базисы для определения допустимых напряжений и давлений приведены в параграфе A302.3.2.

(b). Напряжения и допустимые давления сгруппированы по материалам и приведены для указанных температур. Прямолинейная интерполяция между температурами допускается.

A302.3.2. Базисы для допустимых напряжений и давлений¹.

(a). *Термопластики.* Метод определения HDS описан в ASTM D2837. Значения HDS приведены в Таблице В-1 для тех материалов и температур, для которых были собраны достаточные данные, чтобы обосновать определенное напряжение.

(b). *Армированная термореактивная смола (ламинированная).* Значения расчетных напряжений (DS) для материалов, указанных в Таблице В-2, должны быть равны одной десятой от значений минимальной прочности на разрыв, указанных в Таблице 1 стандарта ASTM C582, и действительны только для температурного диапазона от -29°C (-20°F) до 82°C (180°F).

(c). *Армированная термореактивная смола и армированный пластиковый строительный раствор (скрученный нитью и центробежно литой).* Базовые гидростатические расчетные напряжения (HDBS) для материалов, указанных в Таблице В-3, должны получаться с помощью процедур, указанных в стандарте ASTM D2992, и действительны только для температуры 23°C (73°F). HDS могут быть получены умножением HDBS на эксплуатационный (расчетный) коэффициент², выбранный для данного случая эксплуатации в соответствии с процедурами, описанными в ASTM D2992, в пределах следующих ограничений:

(1). при использовании циклического HDBS, эксплуатационный (расчетный) коэффициент F не должен превышать 1.0;

(2). при использовании статического HDBS, эксплуатационный (расчетный) коэффициент F не должен превышать 0.5.

(d). *Другие материалы.* Допустимые давления в Таблицах В-4 и В-5 были определены консервативно, исходя из физических свойств материалов, удовлетворяющих перечисленным техническим требованиям, и были проверены опытом. Использование других материалов должно квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа A304.7.2.

¹ Наименования технических требований ASTM и стандартов AWWA, на которые делается ссылка здесь, следующие:

ASTM C14. Бетонные трубы для канализации, дождевой воды и закрытого дренажа.

ASTM C301. Метод испытания труб из плотнеспекшейся глины.

ASTM C582. Ламинаты из контактноформованных армированных термореактивных смол (RTP) для коррозионно-устойчивого оборудования.

ASTM D2321. Практика подземной установки гибких термопластиковых труб.

ASTM D2837. Метод испытания для получения базиса гидростатического проектирования для материалов термопластиковых труб.

ASTM D2992. Практика получения базиса для гидростатического проектирования или проектирования по давлению для "стекловолоконных" (стекловолокно-RTR) труб и фитингов.

ASTM D3839. Подземная установка стекловолоконных труб.

AWWA C900. Напорные трубы из ПВХ, от 4 до 12 дюймов, для воды

AWWA C950. Трубы из стекловолокна и армированной термореактивной смолы.

² Эксплуатационный (расчетный) коэффициент F должен выбираться проектировщиком после полной оценки условий эксплуатации и инженерных свойств рассматриваемого специфического материала. Кроме ограничений, накладываемых параграфом A302.3.2(c)(1) и (2), данный Сборник не будет указывать эксплуатационные (расчетные) коэффициенты.

A302.3.3. Ограничения по рассчитанным напряжениям, вызванным долговременными нагрузками¹

(a). Напряжения, вызванные внутренним давлением. Ограничения по напряжениям, вызванным внутренним давлением, описаны в параграфе A304.

(b). Напряжения, вызванные внешним давлением. Напряжения, вызванные единообразным внешним давлением, должны считаться безопасными, когда толщина стенки компонента и средства придания жесткости были квалифицированы, как требуется параграфом A304.7.2

(c). Напряжения, вызванные внешними нагрузками. Проектирование трубопровода, находящегося под внешними нагрузками, должно основываться на следующем:

(1). Термопластиковые трубопроводы. ASTM D2321 или AWWA C900;

(2). Трубопроводы из армированной термореактивной смолы (RTR) и армированного пластикового строительного раствора (RPM). ASTM D3839 или Приложение А к AWWA C950.

(3). деформация и возможное перекашивание должны учитываться при определении максимально допустимого отклонения в (1) или (2), выше, но ни в коем случае допустимые диаметральные отклонения не должны превышать 5% от внутреннего диаметра трубы.

(4). неметаллические трубопроводы, не охваченные пунктами (1) или (2), выше, должны подвергаться испытанию на раздавливание или трехгранному определению несущей способности в соответствии с ASTM C14 или C301; допустимая нагрузка должна быть равна 25% от минимальной полученной величины.

A302.3.4. Ограничения на рассчитанные напряжения, вызванные случайными нагрузками.

(a). Эксплуатация. Сумма напряжений в любом компоненте в трубопроводной системе, вызванных давлением, весом или другими долговременными нагрузками, и напряжений, вызванных случайными нагрузками, такими как ветер и землетрясение, не должна превышать пределов, указанных в применимой части параграфа A302.2.3. Силы ветра и землетрясения не обязаны рассматриваться как действующие одновременно.

(b). Испытание. На напряжения, вызванные условиями испытания, не распространяются ограничения в параграфе A302.3.3. Нет необходимости рассматривать другие случайные нагрузки, такие как ветер и землетрясение, как действующие одновременно с испытательными нагрузками.

A302.4. Допуски.

Параграф 302.4 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 2.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ
ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАВЛЕНИЮ .****A303. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Параграф 303 применяется за исключением того, что ссылки на Таблицу A326.1 и параграф A302.2.1 заменяют ссылки на Таблицу 326.1 и параграф 302.2.1. Для неметаллических компонентов, ссылка на параграф A304 заменяет ссылку на параграф 304.

**A304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ
ТРУБОПРОВОДОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.****A304.1. Прямая труба.****A304.1.1. Общие положения.**

(a). Требуемая толщина прямых участков трубы должна определяться по уравнению (25):

$$t_m = t + c \quad (25)$$

Минимальная толщина T для выбранной трубы, с учетом отрицательных допусков производителя, должна быть не меньше чем t_m .

(b). Следующие условные обозначения используются в уравнениях для проектирования прямой трубы по давлению.

t_m = минимальная требуемая толщина, включая механические коррозионные и эрозийные допуски.

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная в соответствии с параграфом A304.1.2 для внутреннего давления или определенная в соответствии с параграфом A304.1.3 для внешнего давления.

c = сумма механических допусков (глубина резьбы или канавки) плюс допуск на коррозию и эрозию. Для резьбовых компонентов, должна применяться номинальная глубина резьбы (размер h в ASME B1.20.1 или его эквивалент). Для поверхностей или канавок, обработанных на станке, когда допуск не указан, допуск должен предполагаться равным 0.5 миллиметра (0.02 дюйма) в дополнение к указанной глубине среза.

T = толщина стенки трубы (измеренная или минимальная указанная в заказе).

F = эксплуатационный (расчетный) коэффициент. Смотрите параграф A302.3.2(c).

P = внутреннее расчетное избыточное давление.

D = внешний диаметр трубы.

S = расчетное напряжение из применимой Таблицы в Приложении В.

A304.1.2. Прямая труба, находящаяся под внутренним давлением. Толщина t , рассчитанная по внутреннему давлению должна быть не меньше, чем толщина, рассчитанная по одному из следующих уравнений, с

(Таблица В-1) использованием значений напряжения, приведенных в списке или выведенных из соответствующей таблицы в Приложении В.

(a). Термопластиковая труба (Смотрите параграф A302.3.2(a)).

$$t = \frac{PD}{2S + P} \text{ (Table B-1)} \quad (26a)$$

(b). Труба из К1К (ламинированной) (Смотрите параграф A302.3.2(b))

$$t = \frac{PD}{2S + P} \quad (\text{Таблица В-2}) \quad (26b)^3$$

(с). Для трубы из RTR (свернутой нитью) и RPM (центробежной литой) (Смотрите параграф A302.3.2(с))

$$t = \frac{PD}{2SF + P} \quad (\text{Таблица В-3}) \quad (26c)^3$$

A304.1.3. Прямая труба, находящаяся под внешним давлением.

(а). Неметаллические трубы. Толщина t , рассчитанная по внешнему давлению должна квалифицироваться, как требуется в параграфе A304.7.2.

(б). Металлические трубы, облицованные металлом.

(1). Толщина t , рассчитанная по внешнему давлению, для базового (внешнего) материала должна определяться в соответствии с параграфом 304.1.3.

(2). Толщина t , рассчитанная по внешнему давлению, для облицовочного материала, должна квалифицироваться, как требуется в параграфе A304.7.2.

A304.2. Искривленные сегменты труб и составные колена.

A304.2.1. Трубные колена. Минимальная требуемая толщина t_m колена, после гибки, должна определяться как для прямой трубы в соответствии с параграфом A304.1.

A304.2.2. Коленчатые патрубки. Коленчатые патрубки, выполненные не в соответствии с требованиями параграфа A303, должны быть квалифицированы, как требуется в параграфе A304.7.2.

A304.2.3. Составные колена. Составные колена должны квалифицироваться, как требуется в параграфе A304.7.2.

A304.3. Патрубки.

A304.3.1. Общие положения. Труба, имеющая патрубок, ослабляется за счет отверстия, которое должно быть сделано в ней, и, если только толщина стенки трубы не достаточно превосходит толщину, требуемую, чтобы выдерживать давление, необходимо обеспечивать дополнительное усиление. Количество усиления должно квалифицироваться, как требуется параграфом A304.7.2, за исключением случаев, указанных в параграфе A304.3.2.

A304.3.2. Патрубки, использующие фитинги. Можно предположить без проведения расчетов, что патрубков имеет адекватную прочность, чтобы выдержать внутреннее и внешнее давление, которое будет прилагаться к нему, если он использует парубок (тройник, поперечный или крестовину) в соответствии с параграфом A303.

A304.3.3. Дополнительные факторы, требующие учета при проектировании. Требования параграфов A304.3.1 и A304.3.2 предназначены для того, чтобы гарантировать удовлетворительную работу патрубка, подверженного только внутреннему или внешнему давлению. Проектировщик должен также учитывать требования параграфа 304.3.5(а), (с) и (d).

A304.4. Запорные элементы.

Запорные элементы, которые не соответствуют требованиям параграфа A303, должны квалифицироваться в соответствии с параграфом A304.7.2.

A304.5. Проектирование фланцев по давлению.

A304.5.1. Общие положения.

(а). Фланцы, выполненные не в соответствии с параграфом A303 или A304.5.1(б) или (с), должны квалифицироваться, как требуется в параграфе A304.7.2.

(б). Фланцы для использования с плоскими кольцевыми прокладками могут проектироваться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение 2, за исключением того, что должны использоваться допустимые напряжения и температурные пределы этого Сборника. Условные обозначения должны быть, как указано в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, за исключением следующего:

P = расчетное избыточное давление;

S_a = расчетное напряжение болта при атмосферной температуре⁴

S_b = расчетное напряжение болта при расчетной температуре⁴

S_f = допустимое напряжение для материала фланца из Таблицы В-1, В-2 или В-3.

(с). Правила проектирования фланцев, указанные в параграфе A304.5.1(б), не приемлемы для проектов, использующих полно-поверхностные прокладки, которые выступают за болты, обычно до внешнего диаметра фланца, или чьи фланцы находятся в плотном контакте за пределами болтов. Силы и реакции в таком соединении отличаются от тех соединений, которые используют плоские кольцевые прокладки, и эти фланцы должны проектироваться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение Y.

A304.5.2. Слепые фланцы. Слепые фланцы, выполненные не в соответствии с параграфом A303, могут проектироваться в соответствии с параграфом 304.5.2, за исключением того, что допустимое напряжение S должно браться из Таблицы В. Иначе же они могут квалифицироваться в соответствии с параграфом A304.7.2.

A304.6. Редукторы.

Редукторы, не отвечающие требованиям, указанным в параграфе A303, должны квалифицироваться в соответствии с требованиями параграфа A304.7.2.

A304.6. Проектирование других компонентов по давлению.

A304.7.1. Компоненты, включенные в список. Другие компоненты, содержащие давление, изготовленные в соответствии со стандартами, указанными в Таблице A326.1, но не охваченные где-либо

³ Толщина t , рассчитанная по внутреннему давлению не должна включать какую-либо толщину стенки трубы, усиленной армирующими волокнами менее чем 20% по весу

⁴ Расчетные напряжения болтов не должны превышать значения, указанные в Таблице А-2

в параграфе A304, могут использоваться в соответствии с параграфом A303.

A304.7.2. Компоненты и элементы, не включенные в список. Проектирование по давлению компонентов и соединений, не включенных в список, к которым не применяются правила, указанные где-либо в параграфе A304, должно основываться на расчетах, удовлетворяющих критериям проектирования этого Сборника. Расчеты должны быть подкреплены одним или обоими средствами, указанными в пунктах (а) и (b), ниже, с учетом применимых эффектов окружающей среды и динамических эффектов, указанных в параграфах 301.4 – 301.11:

- (а). большой, успешный опыт эксплуатации при сравнимых расчетных условиях с аналогично соизмеримыми компонентами, сделанными из такого же или похожего материала;
- (b). испытания в рабочих условиях при расчетных условиях, включая применимые динамические эффекты и эффекты ползучести, продолжаемые в течение достаточно длительного времени, чтобы определить пригодность компонента или соединения для проектного срока службы
- (с). для (а) или (b), выше, проектировщик может проводить интерполяцию между размерами, толщинами стенки и классами давления и может устанавливать аналоги среди родственных материалов.

A304.7.3. Неметаллические компоненты с металлическими деталями, находящимися под давлением. Компоненты, не охваченные стандартами, приведенными в Таблице A326.1, в которых и неметаллические, и металлические детали удерживают давление, должны оцениваться с помощью применимых требований параграфа 304.7.2, а также требований параграфа A304.7.2.

ЧАСТЬ 3. ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБОПРОВОДНЫМ КОМПОНЕНТАМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ.

A305. ТРУБА.

Неметаллические трубы, включенные в список, могут использоваться в нормальных условиях по технологической среде при условии соблюдения ограничений по материалам, удерживающим давление, и ограничений параграфа A323.4. Трубы, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с параграфом A302.2.3.

A306. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФИТИНГИ, КОЛЕНА, СОСТАВНЫЕ КОЛЕНА, НАХЛЕСТКИ И ПАТРУБКИ.

Общие положения. Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки могут использоваться в соответствии с параграфами с A306.1 по A306.5. Трубы и другие материалы, использованные в таких компонентах, должны быть пригодными для процесса производства и условий эксплуатации по технологической среде.

A306.1. Трубные фитинги.

A306.1.1. Фитинги, включенные в список. Фитинги, включенные в список, могут использоваться в нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, накладываемых на материалы.

A306.1.2. Фитинги, не включенные в список. Фитинги, не включенные в список, могут использоваться в соответствии с параграфом A302.2.3.

A306.2. Трубные колена.

A306.2.1. Общие положения. Колено, сделанное в соответствии с параграфом A332 и проверенное на проектирование по давлению в соответствии с параграфом A304.2.1, должно быть пригодно для использования в таких же условиях эксплуатации, что и труба, из которой оно сделано.

A306.2.2. Гофрированные и другие колена. Колена других проектов (такие как складчатые или гофрированные) должны квалифицироваться на проектирование по давлению в соответствии с требованиями параграфа A304.7.2.

A306.3. Составные колена.

За исключением случаев, указанных в параграфе 306.3.2, составное колено, которое удовлетворяет требованиям параграфа A304.2.3, может использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде.

A306.4. Сборные или развальцованные нахлестки.

Следующие требования не применяются к фитингам, удовлетворяющим требованиям параграфа A306.1.

A306.4.1. Сборные нахлестки.

- (а). Требования параграфов 306.4.1(а) и (b) должны быть удовлетворены.
- (b). Материал нахлестки должен быть пригодным для условий эксплуатации. Проектирование по давлению должно квалифицироваться, как требуется в параграфе A304.7.2.

A306.4.2. Развальцованные нахлестки. Развальцованные нахлестки не должны использоваться в неметаллических трубопроводах.

A306.5. Сборные патрубковые присоединения.

Следующие требования не применяются к фитингам, удовлетворяющим требованиям параграфа A306.1.

A306.5.1. Общие требования. Сборное патрубковое присоединение, сделанное приклеиванием трубы патрубка напрямую к трубе коллектора, с использованием или без использования усиления, как указано в параграфе 328.5.4 и показано на Рисунке 328.5.4, может использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии, что проектирование по давлению квалифицируется в соответствии с требованиями параграфа A304.7.2.

A306.5.2. Особые требования. Сборные патрубки должны изготавливаться, как указано в параграфе A328.5

A307. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КЛАПАНЫ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

Параграф 307 применяется полностью, за исключением того, что в параграфе 307.1.2 ссылка на параграфы A302.2.3 и A3-4.7.2 заменяет ссылку на параграфы 302.2.3 и 304.7.2 соответственно.

A308. ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ТОРЦОВКА ФЛАНЦЕВ И ПРОКЛАДКИ.**A308.1. Общие положения.**

Параграф 308.1 применяется за исключением того, что в параграфе 308.1.2 ссылка на параграф A302.2.3 заменяет ссылку на параграф 302.2.3.

A308.2. Неметаллические фланцы.**A308.2.1. Общие положения.**

(а). Неметаллические фланцы должны быть адекватными, с подходящей торцовкой, прокладками и болтовым креплением, чтобы развивать полный номинальный показатель соединения и чтобы выдерживать ожидаемые внешние нагрузки.

(б). Проектировщик должен проконсультироваться с производителем в отношении номинальных показателей неметаллических фланцев.

A308.2.2. Резьбовые фланцы. На резьбовые фланцы распространяются требования к резьбовым соединениям, указанные в параграфе A314.

A308.3. Торцовка фланцев.

Параграф 308.3 применяется полностью.

A308.4. Ограничения по прокладкам.

Смотрите также Приложение F, параграф F308.4.

A308.4.1. Облицовка, используемая как торцовка или прокладка. Облицовочный материал, простирающийся на поверхности фланца и используемый как прокладка, должен удовлетворять требованиям параграфа 308.4.

A309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

Болтовое крепление включает в себя болты, шпильки, штифты, винты с головкой под ключ, гайки и шайбы. Смотрите Приложение F, параграф F309.

A309.1. Общие положения.

Параграф 309.1 применяется полностью.

A309.2. Особые болтовые крепления.

Любое болтовое крепление, которое отвечает требованиям параграфа 309.1, может использоваться с любой комбинацией материалов фланца и торцовок

фланца. Узел соединения должен удовлетворять требованиям параграфа A335.2.

A309.3. Резьбовые отверстия в неметаллических компонентах.

Резьбовые отверстия для болтовых креплений, удерживающих давление, в неметаллических трубопроводных компонентах могут использоваться при условии, что проектирование по давлению квалифицируется в соответствии с требованиями параграфа A304.7.2.

ЧАСТЬ 4. ТРЕБОВАНИЯ ПО УСЛОВИЯМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.**A310. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Параграф 310 применяется полностью.

A311. КЛЕЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПЛАСТИКЕ.**A311.1. Общие требования.**

Склеивание должно проводиться в соответствии с параграфом A328, а исследование должно проводиться в соответствии с параграфом A341.4.1, для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, накладываемых на материалы.

A311.2. Особые требования.

A311.2.1. Шовное соединение. Шовное соединение может использоваться только вместе с квалифицированной процедурой сварки горячим газом для склеивания (смотрите параграф A328.5.2).

A311.2.2. Герметизирующее соединение. Герметизирующее соединение может использоваться только для предотвращения утечек из резьбового соединения, и только если было продемонстрировано, что не будет никакого разрушительного эффекта на склеенные материалы.

A311.2.3. Соединения, ограниченные для использования с Категорией D, условий эксплуатации по технологической среде. Соединения, которые были исследованы в соответствии с параграфом 341.4.2, могут использоваться только с Категорией D, условий эксплуатации по технологической среде.

A312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Проектировщик должен проконсультироваться с производителем в отношении номинальных показателей фланцевых соединений в неметаллическом трубопроводе и в трубопроводах, облицованных неметаллами.

A313. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ.

Параграф 313 применяется полностью.

A314. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.**A314.1. Общие положения.**

Резьбовое соединение пригодно для использования при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, налагаемых на материал, и требований, указанных где-либо в параграфе A314. Соединение, удовлетворяющие параграфу 314.1(d), не должно использоваться.

A314.2. Особые требования.

A314.2.1. Термопластиковые трубопроводы. Резьбовые соединения должны удовлетворять всем следующим требованиям:

- (a). Стенка трубы должна быть толщиной, по крайней мере, равной Регламенту 80, как описано в ASTM D1785.
- (b). Наружная резьба должна быть типа NPT согласно ASME B1.20.1.
- (c). Резьба должны удовлетворять применимым стандартам в Таблице A326.1.
- (d). Должна использоваться пригодная резьбовая смазка или герметик.

A314.2.2. Трубопроводы из армированной термореактивной смолы. Резьбовые соединения в трубопроводах из армированной термореактивной смолы (RTR) должны удовлетворять следующим условиям:

- (a). Наружная резьба должны быть нарезана на заводе или формована на специальных толстостенных трубных торцах;
- (b). Сопряженная внутренняя резьба должна быть нарезана на заводе или формована в фитингах;
- (c). Нарезка резьбы на ненарезанных торцах трубы из RTR не допускается, за исключением случаев, когда такая резьба функционально ограничивается, как механический замок для сопряженной внутренней резьбы, нарезанной на заводе или формованной в нижних частях фитингов с глубокими соединительными муфтами.
- (d). Резьбовые ниппели, нарезанные или формованные на заводе, соединительные муфты или адаптеры, приклеенные к ненарезанному торцу трубы из RTR и фитингам, могут использоваться, когда необходимо, чтобы обеспечить присоединение к металлическим трубам с нарезанной резьбой.

A314.2.3. Трубопроводы из армированного пластикового строительного раствора. Резьбовые соединения не допускаются на трубопроводах из армированного пластикового строительного раствора.

A315. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ ДЛЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ.

Параграф 315 применяется полностью, при условии соблюдение ограничений, налагаемых на материалы, исключая пункт 315.2(b), касающегося жестких циклических условий, и замены ссылки на Таблицу 326.1

и параграф 304.7.2 на ссылку, на Таблицу A326.1 и параграф A304.7.2 соответственно.

A326. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ ШВЫ.

Параграф 316 применяется полностью.

A318. ОСОБЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Особые соединения – это соединения, которые не охвачены нигде в Главе VII, Часть 4, такие как колпаковые соединения и соединения с набитыми сальниками.

A318.1. Общие положения.

Параграф 318.1. применяется полностью за исключением того, что в параграфе 318.1.2, ссылка на параграф A304.7.2 заменяет ссылку на параграф 304.7.2.

A318.2. Особые требования.

Параграф 318.2 применяется с исключением параграфа 318.2.3.

A318.3. Трубопроводы, облицованные неметаллами.**A318.3.1. Сварка металлического трубопровода.**

- (a). *Общие положения.* Соединения, выполненные в соответствии с правилами, указанными в параграфе A329.1, могут использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, налагаемых на материалы.
- (b). *Особые требования.* Сварные швы должны быть ограничены теми сварными швами, которые не будут негативно влиять на пригодность облицовки к эксплуатации.

A318.3.2. Развальцованные облицовки.

- (a). *Общие положения.* Развальцованные торцы облицовок, выполненные в соответствии с правилами, указанными в параграфе A329.2, могут использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, налагаемых на материалы.
- (b). *Особые требования.* Развальцовка должна ограничиваться теми случаями, когда она не будет отрицательно влиять на пригодность облицовки к эксплуатации.

A318.4. Гибкие эластомерные герметизированные соединения.

Гибкие эластомерные герметики, удовлетворяющие следующим условиям, могут использоваться при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде, при условии соблюдения ограничений, налагаемых на материалы.

- (a). Герметики для соединений в термопластиковых трубопроводах должны удовлетворять требованиям ASTM D3139.
- (b). Герметики для соединений в трубопроводах из RTR и RPM должны удовлетворять требованиям ASTM D4161.

ЧАСТЬ 5. ГИБКОСТЬ И ОПОРА

A319. ГИБКОСТЬ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ.

A319.1. Требования.

A319.1.1. Базовые требования. Трубопроводные системы должны проектироваться так, чтобы предотвращать термическое расширение или сжатие, расширение под действием давления или движение трубопроводных опор и терминалов, вызывающие:

- (a). разрушение трубопровода или опор из-за перенапряжения или усталости;
- (b). утечки на соединениях, или
- (c). разрушительные напряжения или перекашивания в трубопроводе или в присоединенном оборудовании (насосах, например), возникающие в результате избыточного осевого давления и моментов в трубопроводе.

A319.1.2. Особые требования.

(a). В параграфе A319 общее руководство, концепция и данные приведены для того, чтобы помочь проектировщику гарантировать адекватную гибкость в трубопроводных системах. Неспецифические критерии ограничения напряжения или методы анализа напряжений приведены, так как деформативность большинства неметаллов существенно отличается от деформативности металлов, охваченных параграфом 319, и не так хорошо определена для математического анализа.

(b). Трубопроводные системы должны проектироваться и размещаться так, чтобы напряжение при сгибе, возникающее из-за смещения, вызванного расширением, сжатием и другим движением, было минимизировано. Эта концепция требует особого внимания к опорам, терминала и другим ограничителям, а также к техникам, описанным в параграфе A319.7. Смотрите также параграф A319.2.(b).

(c). Дальнейшую информацию по проектированию термопластиковых трубопроводов можно найти в PPI Технический отчет TR-21.

A319.2. Концепция.

A319.2.1. Деформации смещения. Концепция деформации, вызванной ограничением термического расширения или сжатия, и внешним движением, описанная в параграфе 319.2.1, в принципе применяется к неметаллам. Однако, предположение о том, что напряжения в трубопроводной системе могут быть предсказаны по этим деформациям благодаря полностью эластичному поведению материалов трубопровода, не всегда верно.

(a). В термопластиковых трубопроводах и трубопроводах из RTR и RPM деформации смещения вряд ли произведут незамедлительное разрушение, но они могут привести к разрушительному перекашиванию. Особенно в термопластиковых трубопроводах, прогрессирующая деформация может иметь место при повторяющихся термических циклах или при продолжительном испытании повышенных температур.

(b). В хрупких трубопроводах (таких как фарфоровых, стеклянных и так далее) и некоторых трубопроводах из RTR

и RTM, материалы проявляют твердое поведение и развивают большие напряжения смещения до точки, когда происходит внезапный разрыв из-за перенапряжения.

A319.2.2. Напряжения смещения.

(a). *Эластичное поведение.* Предположение о том, что деформации смещения будут производить пропорциональное напряжение по достаточно широкому диапазону, чтобы оправдать анализ эластичного напряжения, часто становится недействительным для неметаллов. В хрупких трубопроводах, деформации сначала произведут относительно большие эластичные напряжения. Однако, общая деформация смещения должна оставаться маленькой, так как перенапряжение приводит скорее к разрушению, нежели пластичной деформации. В термопластиковых трубопроводах и трубопроводах из термоактивной смолы, деформации обычно будут вызывать напряжения перенапряженного (пластичного) типа, даже при относительно низких величинах общей деформации смещения. Если выбирается метод анализа гибкости, который предполагает эластичное поведение, проектировщик должен продемонстрировать его пригодность для рассматриваемой трубопроводной системы и должен установить безопасные ограничения для рассчитанных напряжений.

(b). *Перенапряженное (пластичное) поведение.* Напряжения не могут считаться пропорциональными деформации смещения в трубопроводной системе, в которой избыточное количество деформации может иметь место в локализованных частях трубопровода (несбалансированная система, смотрите параграф 319.2.2(b)) или в которой эластичное поведение трубопроводного материала не может быть предположено. Перенапряжение должно быть минимизировано размещением системы, а избыточные смещения должны быть минимизированы специальными соединениями или расширительными устройствами (смотрите параграф A319.7).

A319.2.3. Холодная деформация. Холодная деформация – это преднамеренная деформация трубопровода во время сборки, чтобы произвести желательное исходное смещение или напряжение. Холодная деформация может быть полезной для уравнивания величины напряжения при исходных и экстремальных условиях смещения. Когда холодная деформация применяется правильно, имеется меньшая вероятность перенапряжения во время изначальной эксплуатации. Также имеется меньшее отклонение от размеров, которые были во время сборки, во время изначальной эксплуатации, так что подвески не будут смещаться со своих исходных установок. При расчете диапазона напряжений или осевого давления и моментов не допускается какие-либо скидки за счет холодной деформации.

A319.3. Свойства анализа гибкости.

A319.3.1. Данные термического расширения. Приложение С перечисляет коэффициенты термического расширения для некоторых неметаллов. Более точные значения в некоторых случаях можно получить от производителей компонентов. Если

эти значения должны использоваться в анализе напряжений, термические смещения должны быть определены, как указано в параграфе 319.3.1.

A319.3.2. Модули эластичности. Приложение С приводит репрезентативные данные по модулям эластичности при растяжении E для некоторых неметаллов, полученные при типичных лабораторных номинальных условиях деформации (нагрузки). Из-за своей вязкоэластичности, эффективные модули пластиков при реальных условиях использования будут зависеть как от специфического развития деформации (или нагрузки) во времени, так и от специфических характеристик пластика. Более точные значения для кратковременных и рабочих оценок эффективных модулей эластичности для заданных условий нагрузки и температуры можно получить от производителя. Модули могут также варьироваться с изменением ориентации образчиков, особенно для смол с усилением скрученной нитью. Для материалов и температур, не включенных в список, смотрите документы ASTM или PPI или данные производителя.

A319.3.3. Коэффициент Пуассона. Коэффициент Пуассона широко варьируется в зависимости от материала и температуры. По этой причине упрощенные формулы, использованные в анализе напряжений для металлов, могут оказаться недействительными для неметаллов.

A319.3.4. Размеры. Номинальные толщины и внешние диаметры труб и фитингов должны использоваться в расчетах гибкости.

A319.4. Анализ.

A319.4.1. Формальный анализ не требуется. Формальный анализ не требуется для трубопроводных систем, которые:

- (а) повторяют или заменяют без существенных изменений систему, работающую с хорошим послужным списком;
- (б) могут быть легко оценены как адекватные через сравнение с ранее проанализированными системами, или
- (с) размещаются с консервативным запасом врожденной гибкости или используют методы соединения или устройства раструбных соединений или комбинацию этих методов, которые соответствуют инструкциям производителей.

A319.4.2. Требования к формальному анализу. Для трубопроводной системы, которая не удовлетворяет указанным выше критериям, проектировщик должен продемонстрировать адекватную гибкость с помощью упрощенного, приблизительного или консервативного анализа напряжения, с использованием методов, в отношении которого можно доказать, что он действителен для конкретного случая. Если существенно эластичное поведение может быть продемонстрировано для этой трубопроводной системы (смотрите параграф 319.2.2(а)), то могут применяться методы, указанные в параграфе 319.4.

A319.5. Реакции.

Параграф 319.5 может применяться, если можно доказать, что формальный анализ напряжения действителен для конкретного случая.

A319.6. Движения.

Особое внимания должно быть уделено движению (смещению или вращению) трубопровода по отношению к опорам и точкам с маленьким зазором. Движения напорной трубы на соединении с небольшим патрубком должно учитываться при определении потребности в гибкости трубы патрубка.

A319.7. Средства увеличения гибкости.

Схема и размещение трубопровода часто обеспечивает адекватную исходную гибкость за счет изменений направления, в которых смещения производят в основном деформации сгибания и скручивания небольшого размера. Количество деформаций растяжения или сжатия (которые могут производить большие реакции) обычно мало.

Когда трубопроводу недостает исходной гибкости или он является несбалансированным, дополнительная гибкость может быть обеспечена за счет одного или более из следующих средств: колена, петли или отвода; вертложные или гибкие соединения; гофрированные, сильфонные или съемные раструбные соединения; или другие устройства, допускающие угловые, вращательные или осевые движения. Подходящие якоря, стяжки или другие устройства должны устанавливаться, когда необходимо, чтобы сопротивляться торцевым силам, вызванным давлением среды, трением сопротивлением движению и другими причинами.

A321. ОПОРА ТРУБОПРОВОДА.

Параграф 321 применяется полностью.

A321.5. Опоры для неметаллических трубопроводов.

A321.5.1. Общие положения. В дополнение к другим применимым требованиям параграфа 321, опоры, направляющие и якоря должны выбираться и применяться так, чтобы соответствовать принципам и требованиям параграфа A319 и следующим принципам и требованиям:

- (а) Трубопровод должен поддерживаться, направляться и анкериться таким образом, чтобы предотвратить ущерб для трубопровода. Точечные нагрузки и узкие участки контакта между трубопроводом и опорами должны избегаться. Подходящие подушки должны помещаться между трубопроводом и опорами, когда может возникнуть ущерб трубопроводу.
- (б) Клапаны и оборудование, которое будет передавать избыточные нагрузки к трубопроводу, должны иметь независимые опоры, чтобы предотвратить такие нагрузки.

Таблица A323.2.2.

Требования к испытаниям на вязкость при низких температурах для неметаллов

Тип материала	Колонка А При или выше минимальной температуры, включенной в список	Колонка В Ниже минимальной температуры, включенной в список
Неметаллические материалы, включенные в список	Никаких дополнительных требований	Проектировщик должен получить результаты испытаний при наименьшей ожидаемой эксплуатационной температуре или при температуре ниже ее, которые будут гарантировать, что материалы и связи будут иметь адекватную вязкость и будут пригодными для эксплуатации при расчетной минимальной температуре
Материалы, не включенные в список	Материал, не включенный в список, должен удовлетворять одному из опубликованных технических требований. Когда состав, свойства и форма продукта сравнимы с составом, свойствами и формой продукта одного из материалов, включенных в список, должны быть удовлетворены требования, применимые к такому материалу, включенному в список. Другие материалы, не включенные в список, должны быть квалифицированы как требуется в Колонке В	

(c). Следует обратить внимание на возможность использования механических направляющих в зоне нагрузки.

(d). Следует учитывать рекомендации производителя в отношении опор.

A321.5.2. Опоры для трубопроводов из термопластика, RTR и RPM. Опоры должны разноситься на расстояние так, чтобы избежать избыточного провисания трубопровода под собственной тяжестью или деформации трубопровода при расчетной температуре и в пределах расчетного срока службы трубопроводной системы. Уменьшения модуля эластичности, с увеличением температуры и ползучести материала с течением времени должны учитываться, если применимы. Коэффициент термического расширения должен учитываться при проектировании и размещении опор.

A321.5.3. Опоры для хрупких трубопроводов. Хрупкие трубопроводы, такие как стеклянные, должны иметь хорошую опору, но не должны иметь препятствий к расширению или другому движению. Не больше одного якоря должно быть обеспечено на любом прямом прогоне, не имеющем раструбного стыка.

ЧАСТЬ 6. СИСТЕМЫ.

A322. ОСОБЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ.

A322.3. Трубопроводы контрольно-измерительных приборов.

Параграф 322.3 применяется полностью, за исключением того, что ссылки на параграфы A301 и A302.2.4 заменяют ссылки на параграфы 301 и 302.2.4 соответственно.

A322.6. Системы сброса давления.

Параграф 322.6 применяется полностью за исключением параграфа 322.6.3. Смотрите параграф A322.6.3, ниже.

A322.6.3. Защита от избыточного давления. Параграф 322.6.3 применяется за исключением того, что максимальное давление сброса должно быть в соответствии с параграфом A302.2.4.

ЧАСТЬ 7. МАТЕРИАЛЫ.

A323. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

A323.1. Материалы и технические требования.

Параграф 323.1 применяется полностью за исключением параграфа 323.1.4. Смотрите параграф A323.1.4, ниже.

A323.1.4. Материалы, извлеченные из отходов. Трубопроводные компоненты, изготовленные из материалов, извлеченных из отходов, могут использоваться при условии, что они должным образом идентифицированы как соответствующие одному из технических требований, включенных в список или опубликованных (смотрите параграф 323.1.1) и иным образом удовлетворяют требованиям этого Сборника. Пользователь должен убедиться, что компоненты пригодны для запланированного способа эксплуатации. Достаточная чистка, исследование и испытание должны быть проведены, чтобы определить минимальную допустимую толщину стенки и отсутствие любого из перечисленных ниже дефектов, которые могли бы сделать изделие непригодным для запланированной эксплуатации:

- (a). изъяны;
- (b). снижение механических свойств, или
- (c). поглощение вредных веществ.

A323.2. Температурные ограничения, неметаллы.

Проектировщик должен убедиться, что материалы, которые удовлетворяют другим требованиям этого Сборника, пригодны для эксплуатации в диапазоне эксплуатационных температур. Смотрите также Замечания к Таблицам В-1 – В-5 в Приложении В.

A323.2.1. Верхние температурные пределы, материалы, включенные в список.

(а). За исключением случаев, указанных в параграфе (b), материал, включенный в список, не должен использоваться при расчетной температуре, большей чем максимальная температура, для которой показано значение напряжения или номинальный показатель по напряжению, или большей чем максимальная рекомендованная температура в Таблице А323.4.2С для материалов из RTR и в Таблице А323.4.3 для термопластиков, используемых как облицовка.

(b). Материал, включенный в список, может использоваться при температуре выше максимальной температуры, указанной в пункте (а), выше, если в Приложении В или где-либо еще в тексте данного Сборника не имеется запрета и если проектировщик убедится в пригодности этого материала к эксплуатации в соответствии с параграфом 323.2.4.

A323.2.2. Нижние температурные пределы, материалы, включенные в список.

(а). Материалы для использования при расчетных минимальных температурах ниже определенных уровней, обычно должны испытываться, чтобы определить, что они имеют подходящую вязкость для использования в трубопроводах, изготовленных в соответствии с данным Сборником. Таблица А323.2.2 устанавливает такие требования.

(b). Когда материалы квалифицированы для использования при температурах ниже минимальной температуры, указанной в Приложении В, допустимые напряжения или давления не должны превышать значений для показанных наименьших температур.

(с). Смотрите также рекомендованные ограничения в Таблице А324.4.2С для труб из армированной термореактивной смолы и в Таблице А323.4.3 для термопластиков, используемых в роли облицовки.

A323.2.3 Температурные ограничения, материалы, не включенные в список. Применяется параграф 323.2.3.

A323.2.4. Проверка пригодности к эксплуатации. Когда должен использоваться материал, не включенный в список, или когда материал, включенный в список, должен использоваться при температуре выше или ниже пределов, указанных в Приложении А или Таблице А323.4.2С или Таблице А323.4.3, проектировщик должен выполнить требования параграфа 323.2.4.

A323.4. Требования к неметаллическим материалам по условиям технологической среды.**A323.4.1. Общие положения.**

(а). Неметаллические материалы должны защищаться от избыточной температуры, ударов, вибрации, пульсации и неправильного обращения с ними, при всех условиях эксплуатации по технологической среде.

(b). Требования в параграфе А323.4 применяются к деталям, удерживающим давление. Они не применяются к материалам, используемым в опорах, прокладках или набивке. Смотрите также Приложение F, параграф FA323.4.

A323.4.2. Особые требования.**(a). Термопластики.**

(1). Они не должны использоваться с огнеопасными технологическими жидкостями выше уровня земли.

(2). Они должны защищаться, когда используются с условиями эксплуатации по технологической среде, отличными от Категории D.

(3). PVC и CPVC не должны использоваться при эксплуатации с сжатым воздухом или другими сжатыми газами.

(b). Трубопроводы из армированного пластикового строительного раствора (RPM). Этот трубопровод должен защищаться, когда используется при условиях эксплуатации по технологической среде, отличных от Категории D.

(c). Трубопровод из армированной термореактивной смолы (RTR). Этот трубопровод должен защищаться, когда используется с токсичными или огнеопасными технологическими средами. Таблица А323.4.2С указывает рекомендуемые температурные ограничения для армированных термореактивных смол.

(d). Боросиликатное стекло и фарфор.

(1). Они должны защищаться при использовании с токсичными или огнеопасными технологическими средами.

(2). Они должны защищаться от больших, резких изменений температуры в технологической среде.

A323.4.3. Трубопроводы, облицованные неметаллами.

(a). Металлические трубопроводы, облицованные неметаллами. Требования по технологической среде для базового (внешнего) материала в параграфе 323.4 должны использоваться за исключением случаев, указанных в параграфе (d), ниже.

(b). Неметаллические трубопроводы, облицованные неметаллами. Требования по технологической среде для базового (внешнего) материала в параграфе А323.4 должны использоваться за исключением случаев, указанных в параграфе (d), ниже.

(c). Неметаллические облицовочные материалы. Облицовка может быть сделана из любого материала, который, по мнению пользователя, пригоден для запланированного вида эксплуатации и для метода производства и сборки трубопровода. Требования по технологической среде, в параграфе А323.4.2, не применяются к материалам, используемым как облицовочные материалы.

(d). Свойства и базового материала, и материала облицовки, и любой связи между ними, должны учитываться при выработке температурных ограничений. Таблица А323.4.3 приводит рекомендуемые температурные ограничения для термопластиков, используемых в роли облицовки.

Таблица A323.4.2С.
Рекомендуемые температурные ограничения¹
для трубопроводов из армированной терморезактивной смолы.

Материалы		Рекомендуемые температурные пределы			
		Минимум		Максимум	
		°C	°F	°C	°F
Эпоксидная Фенольная	Стекловолокно Стекловолокно	-29	-20	149	300
Фуран Фуран Полиэстер Виниловый эфир	Уголь Стекловолокно Стекловолокно Стекловолокно					-29	-20	93	200

Замечание:

(1). Эти температурные ограничения применяются только к материалам, включенным в список, и не отражают свидетельство успешного использования в особых условиях эксплуатации по технологической среде при этих температурах. Проектировщик должен проконсультироваться у производителя, в отношении особых способов эксплуатации, особенно, когда температурные пределы условий эксплуатации приближаются к указанным выше температурным пределам.

Таблица A323.4.3.
Рекомендуемые температурные ограничения¹ – термопластики, используемые для облицовки.

Материал (Замечание (2))	Минимум		Максимум			
	°C	°F	°C	°F		
PFA PTFE	-198	-325	260	500		
FEP ECTFE ETFE PVDF					-18	0	135	275
PP	107	225				
PVDC	79	175				

ЗАМЕЧАНИЕ:

- (1). Эти температурные ограничения основаны на испытаниях материалов, и необязательно являются свидетельством успешного использования в роли облицовки трубопроводных компонентов в особых условиях эксплуатации по технологической среде при этих температурах. Проектировщик должен проконсультироваться у производителя в отношении особых способов эксплуатации, особенно когда температурные пределы условий эксплуатации приближаются к указанным выше температурным пределам.
- (2). Смотрите параграф A326.3, в котором дается определение материалов.

A323.5. Разрушение материалов во время эксплуатации

Параграф 323.5 применяются полностью.

A325. МАТЕРИАЛЫ – РАЗНОЕ.

Параграф 325 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 8.
ТРУБОПРОВОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ,
СТАНДАРТЫ.****A326. РАЗМЕРЫ И НОМИНАЛЬНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТОВ.****A326.1. Требования.**

Параграф 326 применяются полностью, за исключением того что ссылки на Таблицу A326.1 и Приложение В, заменяют ссылки на Таблицу 326.1 и Приложение А соответственно.

A326.4. Сокращения в Таблице A326.1 и Приложении В.

Сокращения, указанные в таблице, ниже, используются в этой Главе, чтобы заменить длинные фразы в тексте и в заголовках стандартов, указанных в Таблице A326.1 и в Указателе технических требований в Приложении В. Сокращения, помеченные звездочкой (*) приводятся в соответствии с ASTM D.

1600 "Терминология, касающаяся сокращений, акронимов и кодов для терминов, связанных с пластиками".

Сокращение	Термин
*ABS	Акрилонитрил-бутадиен-стирол
*CAB	Ацетат-бутират целлюлозы
CP	Хлорированный полиэфир
*CPVC	Хлорированный поли (винил хлорид)
ECTFE	Этилен-хлор-три-фтор-этилен
ETFE	Этилен-тетра-фтор-этилен
*FEP	Перфторо (Этилен-пропилен) кополимер
PB	Полибутилен
*PE	Полиэтилен
PFA	Перфторо (Алкоксиалкан_ кополимер
*PON	Полиацетат, поли (оксиметилен)
POP	Поли (пенифлен оксид)
*PP	Полипропилен
*PPS	Поли (фенилен сульфид)
PR	Имеющий номинальный показатель по давлению
*PTFE	Политетрафторэтилен
*PVC	Поли (винил хлорид)
*PVDC	Поли (винилиден хлорид)
*PVDF	Поли (винилиден фторид)
RPM	Армированный пластиковый строительный раствор
RTR	Армированная термореактивная смола
SDR	Стандартный размерный коэффициент

**ЧАСТЬ 9.
ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ.****A327. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Трубопроводные материалы и компоненты подготавливаются к сборке и монтажу одним из сборочных процессов, указанных в параграфах A328, A329, A332 и A334. Когда любой из этих процессов используется при сборке или монтаже, требования к нему такие же, как для изготовления.

A328. СКЛЕИВАНИЕ ПЛАСТИКОВ.

Параграф A328 применяется только к соединениям в трубопроводах из термопластиков, RTR и RPM. Склеивание должно удовлетворять требованиям параграфов с A328.1 по A328.7 и применимым требованиям параграфа A311.

A328.1. Ответственность за склеивание

Каждый работодатель несет ответственность за склеивание, выполненное персоналом его организации и, за исключением случаев, указанных в параграфе A328.2.2 и A328.2.3, должен проводить требуемые квалификационные испытания, чтобы квалифицировать технические требования к процедуре склеивания (BPS) и квалифицировать склейщиков или операторов склеивающих автоматов.

A328.2. Квалификация склеивания.**A328.2.1. Требования к квалификации.**

(а). Квалификация BPS, которые должны использоваться, и квалификация работы склейщиков и операторов должны быть проведены. Чтобы квалифицировать BPS, все испытания и исследования, указанные в них и в параграфе A328.2.5, должны быть успешно пройдены.

(б). В дополнение к процедуре производства склеенного соединения, BPS должны указывать как минимум следующее:

- (1). все материалы и запасы (включая требования к хранению);
- (2). инструменты и арматуру (включая правильное обращение и меры предосторожности);
- (3). требования к окружающей обстановке (например, температура, влажность и методы измерений);
- (4). подготовку соединения;
- (5). требования к размерам и допускам;
- (6). время выдержки;
- (7). защита работы;
- (8). испытания и исследования, отличные от тех, что требуются в параграфе A328.2.5, и
- (9). критерии приемлемости для завершенных испытательных блоков.

Таблица А326.1.
Стандарты для компонентов¹

Стандарт или техническое требование	Код (Замечание (2))
Неметаллические фитинги	ASTM C599
Стеклые технологические трубы и фитинги	ASTM D 2464
Резьбовые трубные фитинги из PVC, Регламент 80	ASTM D 2466
Пластиковые трубные фитинги из PVC, регламент 40	ASTM D 2467
Муфтовые пластиковые трубные фитинги из PVC, регламент 80	ASTM D 2468
Муфтовые пластиковые трубные фитинги из ABS, регламент 40	ASTM D 2513
Термопластиковые газовые напорные трубы, трубки и фитинги	ASTM D 2517
Газовые напорные трубы и фитинги из армированной эпоксидной смолы	ASTM D 2609
Муфтовые фитинги за PE для труб и трубок из PE с контролируемым внешним диаметров	ASTM D 2683
Пластиковые системы распределения горячей и холодной воды, выполненные из CPVC	ASTM D 2846
Стыковые пластиковые фитинги из PE горячего плавления для пластиковых труб и трубок из PE	ASTM D 3261
Газовые напорные системы распределения горячей воды, выполненные из PB	ASTM D 3309
Трубные фитинги из стекловолоконной RTR для ненапорных применений (Замечание (3))	ASTM D 3840
Фланцы из RTR	ASTM D 4024
Контактно-формованные фланцы из стекловолоконной RTR (Замечание (3))	ASTM D 5421
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PTFE (Замечания (4) и (5))	ASTM F 423
Резьбовые трубные фитинги из CPVC, регламент 80	ASTM F 437
Муфтовые трубные фитинги из CPVC, регламент 40	ASTM F 438
Муфтовые трубные фитинги из CPVC, регламент 80	ASTM F 439
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PVDF (Замечания (4) и (5))	ASTM F 491
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные пропиленом и PP (Замечания (4) и (5))	ASTM F 492
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные FEF (Замечания (4) и (5))	ASTM F 546
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PVDC (Замечания (4) и (5))	ASTM F 599
Металлические трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PFA (Замечания (4) и (5))	ASTM F 781
Пропиленовые фитинги для электрического плавления для полипропиленовых труб и трубок с контролируемым внешним диаметром	ASTM F 1055
Металлические трубы, фитинги и фланцы из черных металлов, облицованные пластиком (Замечания (4) и (5))	ASTM F 1545
Неметаллические трубы и трубки	
Линейные трубы из PE	API 15LE
Стекловолоконные линейные трубы низкого давления	API 15 LR
Напорные трубы из армированного бетона с низким напором	ASTM C 361
Технологические стеклянные трубы и фитинги	ASTM C 599
Пластиковые трубы из ABS, регламенты 40 и 80	ASTM D 1527
Пластиковые трубы из PVC, регламенты 40, 80 и 120	ASTM D 1785
Пластиковые трубы из PE, регламент 40	ASTM D 2104
Пластиковые трубы из PE (SIDR-PR), основанные на контролируемом внутреннем диаметре	ASTM D 2239
Пластиковые трубы из PVC, имеющие номинальные показатели по давлению (серия SDR)	ASTM D 2241
Пластиковые трубы из ABS (серия SDR)	ASTM D 2282
Классификация труб из RTR, сделанных на станке	ASTM D 2310
Пластиковые трубы из PE, регламенты 40 и 80, основанные на внешнем диаметре	ASTM D 2447
Термопластиковые газовые напорные трубы, трубки и фитинги	ASTM D 2513
Газовые напорные трубы и фитинги из армированной эпоксидной смолы	ASTM D 2517
Пластиковые трубы из PB (SDR-PR)	ASTM D 2662
Пластиковые трубки из PB	ASTM D 2666

Таблица А326.1. (продолжение)
Стандарты для компонентов¹

Стандарт или техническое требование	Код (Замечание (2))
Пластиковые трубы с открытым концом раструба из PVC	ASTM D 2672
Пластиковые трубки из PE	ASTM D 2737
Пластиковые системы распределения горячей и холодной воды из CPVC	ASTM D 2846
Труба из стекловолоконной RTR свернутой нити (Замечание (3))	ASTM D 2996
Центробежно-литые трубы из КЕК	ASTM D 2997
Пластиковые трубы из PB (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре	ASTM D 3000
Пластиковые трубы из PE (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре	ASTM D 3035
Пластиковые системы распределения горячей воды из PB	ASTM D 3309
Напорные трубы из стекловолоконной RTR (Замечание (3))	ASTM D 3517
Напорные трубы из стекловолоконной RTR для канализации и промышленности (Замечание (3))	ASTM D 3754
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PTFE (Замечания (4) и (5))	ASTM F 423
Пластиковые трубы из CPVC	ASTM F 441
Пластиковые трубы из CPVC (SDR-PR)	ASTM F 442
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PVDF (Замечания (4) и (5))	ASTM F 491
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные пропиленом и PP (Замечания (4) и (5))	ASTM F 492
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные FEP (Замечания (4) и (5))	ASTM F 546
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PVDC (Замечания (4) и (5))	ASTM F 599
Трубы и фитинги из черных металлов, облицованные PFA (Замечания (4) и (5))	ASTM F 781
Стандартные технические требования к полиолефиновым трубам и фитингам для коррозионных систем водоспуска (Замечания (4) и (5))	ASTM F 1412
Трубы, фитинги и фланцы из черных металлов, облицованные пластиком (Замечания (4) и (5))	ASTM F 1545
Стандартные технические требования к коррозионным системам водоспуска из поливинилидена фторида (PVDF)	ASTM F 1673
Напорные трубы из армированного бетона, со стальным цилиндром, для воды и других жидкостей	AWWA C300
Напорные трубы из предварительно напряженного бетона, со стальным цилиндром, для воды и других жидкостей	AWWA C301
Напорные трубы из армированного бетона, не цилиндрического типа, для воды и других жидкостей	AWWA C302
Напорные трубы из PVC, диаметром от 4 до 12 дюймов, для воды	AWWA C900
Напорные трубы из стекловолоконной армированной термореактивной смолы	* AWWA C950
Разное	
Контактно-формованные ламинаты из армированного термореактивного пластика (RTP) для коррозионно-устойчивого оборудования	ASTM C 582
Резьба для труб из стекловолоконной RTR (60 градусный штырь) (Замечание (3))	ASTM D 1694
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из ABS	ASTM D 2235
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из PVC	ASTM D 2564
Пластиковые трубы с открытым раструбом из PVC	ASTM D 2672
Соединения для пластиковых напорных труб, использующие гибкие эластомерные уплотнения	ASTM D 3139
Соединения в трубах из стекловолоконной RTR, использующие гибкие эластомерные уплотнения (Замечание (3))	ASTM D 4161
Проектирование и изготовление неметаллических скрытых прокладок для коррозионных условий эксплуатации	ASTM F 336
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из CPVC	ASTM F 493

Замечания:

- (1). Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого, одобренные ссылочные издания вместе с наименованиями и адресам организаций-спонсоров приведены в Приложении E.
- (2). Звездочка (*) перед кодом указывает на то, что данный стандарт был одобрен как Американский национальный стандарт Американским институтом национальных стандартов.
- (3). Термин "стекловолоконная RTR" заменяет обозначение ASTM: "стекловолокно" (стекловолоконная армированная термореактивная смола).
- (4). Этот стандарт допускает использование материалов, не включенных в список. Смотрите параграф 323.1.2.
- (5). Этот стандарт не содержит номинальных показателей по давлению-температуре.

A328.2.2. Квалификация процедуры другими лицами.

При условии наличия особого одобрения Инспектора, BPS, квалифицированные другими, могут использоваться при условии, что:

- (a). Инспектор убедился, что предлагаемые квалифицированные BPS были подготовлены и выполнены ответственной, признанной организацией, имеющей опыт в сфере склеивания;
- (b). подписав документ, работодатель признает эти BPS и отчет по квалификации процедуры (PQR) как свои собственные, и
- (c). работодатель имеет, по крайней мере, одного склейщика, нанятого в данный момент, который во время работы удовлетворительно прошел квалификационные испытания работы с использованием предлагаемой квалифицированной BPS.

A328.2.3. Квалификация работы, выполненная другими.

Без особого одобрения Инспектора, работодатель не должен принимать квалификационное испытание работы, выполненное склейщиком или оператором склеивающего аппарата для другого работодателя. Если одобрение получено, оно ограничивает только работой на трубопроводе с использованием таких же или эквивалентных BPS. Работодатель, принимающий такие квалификационные испытания работы должен получить копию отчета по квалификационному испытанию работы у предыдущего работодателя, в котором должны быть указаны наименование работодателя, который квалифицировал склейщика или оператора склеивающего автомата, дату такой квалификации и дату, когда склейщик или оператор склеивающего автомата в последний раз склеивал напорный трубопровод с использованием такой квалификации.

A328.2.4. Отчеты по квалификации. Работодатель должен вести заверенный отчет, который может предоставляться владельцу или агенту владельца и Инспектору, по всем используемым BPS и склейщикам или операторам склеивающих автоматов, нанятым им, и указывающий даты и результаты квалификаций BPS и квалификаций работы склейщиков и операторов склеивающих автоматов.

A328.2.5. Квалификационные испытания. Испытания, указанные в параграфе A328.2.1(a), должны проводиться, чтобы квалифицировать каждые BPS и работу каждого склейщика или оператора склеивающего автомата. Испытательные блоки должны отвечать требованиям пункта (a), ниже, а метод проведения испытаний должен быть в соответствии с пунктом (b) или пунктом (c), ниже.

(a). *Испытательный узел.* Узел должен быть собран на одном размере трубы в соответствии с BPS и должен содержать, по крайней мере, по одному соединению различных типов, указанных в BPS. Более одного испытательного узла может быть подготовлено, если необходимо включить все типы соединений или убедиться, что, по крайней мере, одно соединение каждого типа нагружается и в кольцевом, и в продольном направлениях. Размер трубы и фитингов в узле должен быть следующим:

- (1). Когда больший размер, подлежащий соединению, равен DN 100 (NPS 4) или меньше, испытательный узел должен быть большего размера из соединяемых.
- (2). Когда больший размер, подлежащий соединению, больше DN 100 (NPS 4), размер испытательного узла должен быть в пределах от 25% до 100% от наибольшего

размера трубы, подлежащего соединению, но должен быть равен минимум DN 100 (NPS 4).

(b). *Метод испытания на разрыв внутренним давлением.* Испытательный узел должен быть подвергнут испытанию на разрыв внутренним давлением, в соответствии с применимыми разделами стандарта ASTM D 1599⁵. Время до разрыва в этом стандарте может быть продлено. Испытание считается успешным, если разрушение начинается за пределами каких-либо склеенных соединений.

(c). *Метод гидростатического испытания.* Испытательный узел должен быть подвергнут гидростатическому давлению, равному, по крайней мере, P_T в течение не менее, чем 1 часа и не должен выявлять утечек или разделения соединений.

(1). Для термопластиков, P_T должно определяться в соответствии с уравнением (27):

$$P_T = 0.80\bar{T} \left(\frac{S_S + S_H}{D - \bar{T}} \right) \quad (27)$$

где:

D = внешний диаметр трубы;

\bar{T} = номинальная толщина трубы;

S_S = среднее кратковременное напряжение разрыва под действием внутреннего давления в соответствии с ASTM D 1599⁵ из Таблицы B-1 (если включено в таблицу). В противном случае, значение получается из данных производителя.

S_H = средняя долгосрочная гидростатическая прочность (LTHS) в соответствии с ASTM D 2837. Используйте двукратное значение расчетного напряжения HDB при 23°C (73°F) из таблицы B-1 (если включено в таблицу), или используйте данные производителя.

(2). Для RTR (ламинированной или скрученной нитью) и RPM, P_T должно быть в три раза большим, чем допустимое давление, указанное производителем, для соединяемых компонентов.

(3). Испытание должно проводиться так, чтобы соединение нагружалось, как в кольцевом, так и в продольном направлении.

A328.2.6. Повторная квалификация работы.

Обновление квалификации работы склейщика требуется когда:

- (a). клейщик или оператор склеивающего автомата не использовал данный процесс склеивания в течение 6 месяцев или больше, или
- (b). имеются особые причины сомневаться в способности склейщика или оператора склеивающего автомата производить склейку, которая удовлетворяет требованиям BPS.

⁵ Названия ссылочных стандартов и технических требований приведены в Таблице A326.1, за исключением ASTM D 1599 и ASTM D 2855 "Практика производства соединений с помощью растворяющих клеев на трубах и фитингах из PVC"

A328.3. Материалы и оборудование для склеивания.

A328.3.1. Материалы. Материалы для склеивания, которые испортились под действием воздуха или длительного хранения или которые не будут наноситься равномерно, не должны использоваться при производстве соединений.

A328.3.2. Оборудование. Арматура и инструменты, используемые при производстве соединений, должны быть в таком состоянии, чтобы удовлетворительно выполнять свои функции.

A328.4. Подготовка к склеиванию.

Подготовка должна быть определена в BPS и должна устанавливать такие требования, как:

- (a). Резку;
- (b). Очистку;
- (c). предварительный нагрев;
- (d). подготовку торцов, и
- (e). Насадку.

A328.5. Требования к склеиванию.**A328.5.1. Общие положения.**

(a). Производственные соединения должны производиться только в соответствии с письменными требованиями к процедуре склеивания (BPS), которые были квалифицированы в соответствии с параграфом A328.2. Необходимо консультироваться с производителями трубопроводных материалов, клеящих материалов и клеящего оборудования при подготовке BPS.

(b). Производственные соединения должны выполняться только квалифицированными склейщиками или операторами склеивающих автоматов, которые имеют соответствующие обучение или опыт использования применимых BPS, и которые удовлетворительно прошли квалификационные испытания работы, которые были проведены в соответствии с квалифицированной BPS.

(c). Каждый квалифицированный склейщик и оператор склеивающего автомата должен получить идентификационный символ. Если иное не указано в инженерном проекте, каждая склейка, содержащая давление, или прилегающая область должны быть помечены карандашом или иным образом идентификационным символом склейщика или оператора склеивающего автомата. Нанесение идентификационного штампа не должно использоваться, а любая маркерная краска или чернила не должны наносить вред трубопроводному материалу. Вместо маркировки склейки можно вести соответствующие отчеты.

(d). Квалификация по одним BPS не квалифицирует склейщика или оператора склеивающего оборудования на использование другой процедуры склеивания.

(e). Продольные соединения не охватываются параграфом A328.

A328.5.2. Соединения в термопластиковых трубопроводах, сваренные горячим газом⁵

(a). *Подготовка.* Поверхности, которые должны быть сварены горячим газом вместе, должны быть очищены от любых инородных материалов. Для стыковых сварных

швов, соединяемые края должны быть скошены на 20-40 градусов с лицевой поверхностью шва и корневым зазором 1 миллиметр (1/32 дюйма).

(b). *Процедура.* Соединения должны быть сделаны в соответствии с квалифицированными BPS.

(c). *Патрубковое присоединение.* Сборное трубковое присоединение должно производиться вставкой трубы патрубка в отверстие напорной трубы. Размеры соединения должны отвечать требованиям Рисунка 328.4.4, схема (c). Отверстие в напорной трубе должно быть скошено под 45 градусов. Как альтернатива, сборное трубковое присоединение должно выполняться с использованием заводского полного усилительного седла с интегральной соединительной муфтой.

A328.5.3. Соединения в термопластиковых трубах, выполненные растворяющими клеями⁵

(a). *Подготовка.* Поверхности PVC и CPVC, которые должны быть склеены растворяющими клеями, должны быть очищены с помощью протирания чистой тканью, увлажненной ацетоном или метилэтилкетонам. Очистка для ABS должна соответствовать требованиям ASTM D 2235. Посадка с легким натягом между трубой и муфтой фитинга предпочтительна, а зазор между трубой и отверстием муфты фитинга не должен превышать 1.0 миллиметра (0.04 дюйма). Эта посадка должна проверяться перед использованием растворяющего клея.

(b). *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированными BPS. ASTM D 2855 предлагает подходящую основу для разработки такой процедуры. Растворяющие клеи для PVC, CPVC и ABS должны удовлетворять требованиям ASTM D 2564, D 2846 и D 2235 соответственно. Нанесение растворяющего клея на обе поверхности, подлежащие соединению, и соединение этих поверхностей должны производить непрерывное сцепление между ними с визуальным свидетельством того, что растворяющий клей находится, по крайней мере, на одном уровне с внешним торцом расточки фитинга по всему периметру соединения. Смотрите рисунок A328.5.3.

(c). *Патрубки.* Сборное трубковое присоединение должно выполняться с использованием заводского полного усилительного седла с интегральной муфтой патрубка. Усилительное седло должно приклеиваться растворяющим клеем к напорной трубе по всей его контактной поверхности.

A328.5.4. Соединения в термопластиковых трубопроводах, выполненные термическим плавлением⁵

(a). *Подготовка.* Поверхности, которые должны быть соединены термическим плавлением, должны быть очищены от любых инородных материалов.

(b). *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированными BPS. Общие процедуры в ASTM D 2657, Техники I – Муфтовое плавление, II – Стыковое плавление и III – Седельное плавление, обеспечивают подходящую основу для разработки такой процедуры. Равномерный нагрев обеих поверхностей, подлежащих соединению, и соединение этих поверхностей вместе должны производить непрерывное гомогенное

сцепление между ними и должны производить небольшой валик сплавленного материала по внешним границам соединения. Смотрите рисунок A328.5.4, на котором изображены типичные соединения, выполненные термическим плавлением. Арматура должна использоваться, чтобы выровнять компоненты при производстве соединений.

(c) *Патрубки.* Сборное патрубковое присоединение допускается только, когда недоступны прессованные фитинги.

A328.5.5. Соединения в термопластиковых трубопроводах, выполненные электрическим плавлением.

(a) *Подготовка.* Поверхности, которые должны быть термически сплавлены вместе, должны быть очищены от всех посторонних материалов.

(b) *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированными BPS. Общие процедуры в ASTM F 1290, Техника I - Процедура с использованием соединительной муфты, и Техника II - Процедура с использованием седла, обеспечивают подходящую основу для разработки такой процедуры. Смотрите рисунок A328.5.5.

A328.5.6. Адгезивные соединения в трубопроводах из RTR и RPM

(a) *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированной BPS. Применение адгезива к поверхностям, подлежащим соединению, и сведение этих поверхностей вместе должны производить непрерывное сцепление между ними и должны герметизировать все срезанные кромки, чтобы защитить усиление от воздействия технологической среды. Смотрите Рисунок A328.5.6.

(b) *Патрубки.* Сборное патрубковое присоединение должно выполняться с использованием заводского полного усилительного седла, имеющего муфту или интегральную длину трубы патрубка, пригодную для крепления патрубка или соединительной муфты. Отверстие в напорной трубе должно делаться с помощью кольцевой пилы; края среза отверстия должны герметизироваться, с помощью адгезива в тот момент, когда седло приклеивается к напорной трубе.

A328.5.7. Стыковые обернутые соединения в трубопроводах из RTR и RPM⁵

(a) *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированными BPS. Применение ленты усиления, пропитанной катализируемой смолой, к поверхностям, подлежащим соединению, должно обеспечивать непрерывную структуру с ними. срезы должны быть герметизированы, чтобы защитить усиление от воздействия технологической среды. Смотрите рисунок A328.5.7.

(b) *Патрубки.* Для сборного патрубкового присоединения, сделанного вставкой трубы патрубка в отверстие в напорной трубе, отверстие должно вырезаться кольцевой пилой.

A328.6. Устранение дефектов склеивания.

Дефектные материалы, соединения и другие изделия, которые не могут удовлетворить требованиям этого Сборника и инженерного проекта, должны быть отремонтированы или заменены. Смотрите также параграф 341.3.3.

A328.7. Герметизирующие склеивание.

Если резьбовые соединения должны герметично склеиваться в соответствии с параграфом A311.2.2, работа должна выполняться квалифицированными склейщиками и все открытые витки резьбы должны быть покрыты герметизирующим клеящим составом.

A329. СБОРКА ТРУБОПРОВОДОВ, ОБЛИЦОВАННЫХ НЕМЕТАЛЛАМИ.

A329.1. Сварка металлических трубопроводов.

A329.1.1. Общие положения

(a) Параграф A329.1 применяется только к сварке суб-блоков металлических трубопроводов, которые были предварительно облицованы неметаллами.

(b) Сварка, которая соответствует требованиям параграфа A329.1, может использоваться в соответствии с требованиями параграфа A318.3.1.

A329.1.2. Особые требования к сварке. Сварка должна удовлетворять требованиям параграфа 328 и следующим дополнительным требованиям:

(a) Модификации, сделанные в подготовке к сварке, чтобы соответствовать рекомендациям производителя, должны быть указаны в инженерном проекте.

(b) Сварка должна выполняться так, чтобы сохранять непрерывность облицовки и ее пригодность к эксплуатации;

(c) Если облицовка была повреждена, она должна быть отремонтирована или заменена.

(d) Квалификация по одним WPS для специфического облицовочного материала не квалифицирует сварщика или оператора сварочного автомата на любые другие сварочные процедуры, которые включают в себя другие облицовочные материалы.

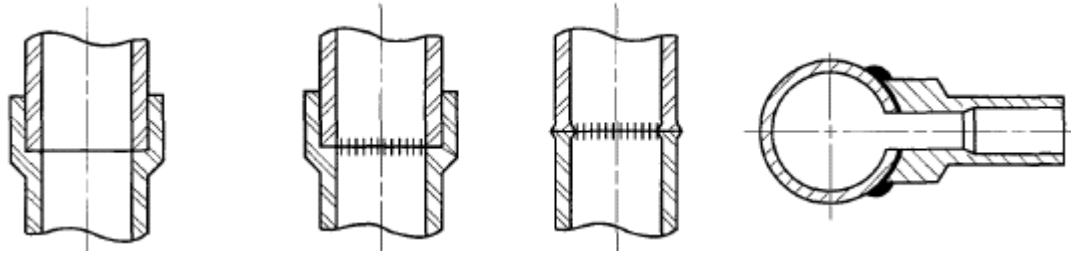
A329.2. Развальцовка неметаллической облицовки.

A329.2.1. Общие положения.

(a) Параграф A329.2 применяется только к развальцовке облицовок в трубах, которые были заранее облицованы неметаллами.

(b) Развальцовка, которая отвечает требованиям параграфа A329.2, может использоваться в соответствии с параграфом A318.3.2.

(c) Развальцовка должна проводиться только в соответствии с письменными техническими требованиями к развальцовке, и только квалифицированными операторами, которые прошли соответствующую подготовку или имеют опыт использования применимых технических требований к развальцовке.



Муфтовое соединение

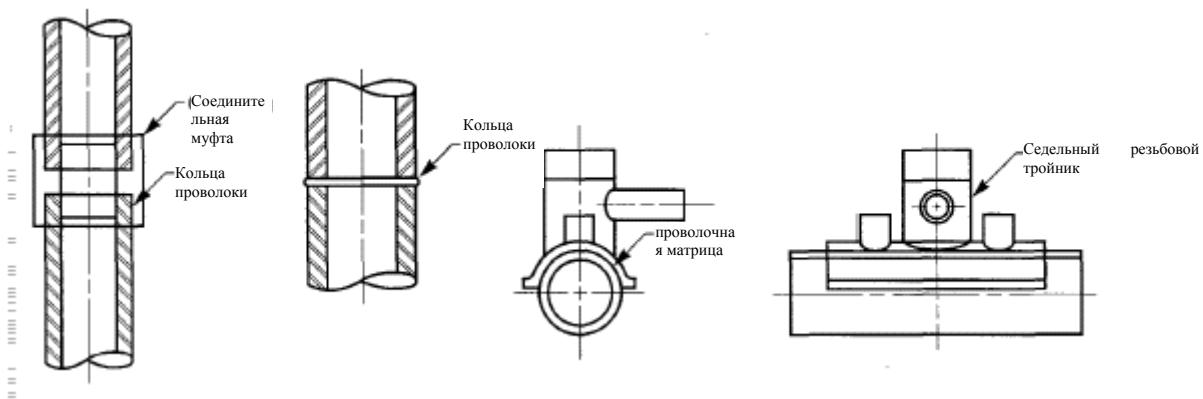
Муфтовое соединение

Соединение встык

Седельное соединение

Рисунок A328.5.3. Термопластиковое соединение с помощью растворяющего клея

Рисунок A328.5.4. Термопластиковое соединение с помощью термического плавления

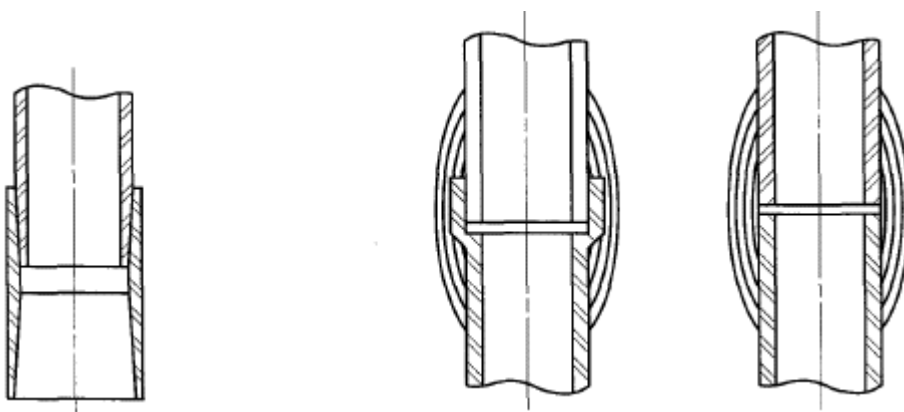


Соединительная муфта

Стык

Седло

Рисунок A328.5.5. Термопластиковые соединения с помощью электрического плавления.



Обмотанное колпаковое и втулочное соединение

Стыковое и обратное соединение

Рисунок A328.5.6. Полностью клиновидное термоактивное адгезивное соединение

Рисунок A328.5.7. Обратные термоактивные соединения

Рисунок A328.5. Типичные соединения пластиковых труб.

A332. ГИБКА И ФОРМОВКА.**A332.1. Общие положения.**

Параграф 332.1 применяется полностью.

A332.2. Гибка.

Параграф 332.2 применяется за исключением параграфа 332.2.2.

A332.3. Формовка.

Параграф 332.3 применяется за исключением термической обработки.

A334. СОЕДИНЕНИЕ НЕПЛАСТИКОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.**A334.1. Трубопроводы из боросиликатного стекла.**

Короткие нефланцевые куски труб, используемые для коррекции разницы между сборочными чертежами и полевыми размерами, могут нарезаться по длине и обрабатываться в поле.

A334.2. Устранение дефектов.

Дефектные материалы, соединения и другие изделия в непластиковых трубопроводах, которые не могут удовлетворить требованиям параграфа A334 или требованиям инженерного проекта, должны быть отремонтированы или заменены.

Законченные ремонты или замены должны быть исследованы при тех же ограничениях по изъятиям, что и исходная работа.

A335. СБОРКА И МОНТАЖ.**A335.1. Общие положения.**

Параграф 335.1.1 применяется полностью.

A335.2. Фланцевые и механические соединения.

Параграф 335.2 применяется полностью.

A335.2.5. Неметаллические болтовые соединения.

(а). Болтовые соединения в неметаллических трубопроводах могут собираться с любой комбинацией фланцевого материала и фланцевой торцовки, за исключением случаев, когда используются фланцы с торцовкой, отличной от плоской, и используются полно-поверхностные прокладки:

(1). следует учитывать прочность фланцев и продолжительные нагрузки, деформации смещения и случайные нагрузки, описанные в параграфах A302.3.4 и A302.3.5, и

(2). следует указывать правильную последовательность стяжки болтов.

(б). Соответствующие ограничения должны быть указаны к затяжке болтов и эти ограничения не должны превышать.

(с). Плоские шайбы должны использоваться под головками болтов и гайками.

A335.2.6. Металлические трубопроводы, облицованные неметаллами. При сборке механических соединений в металлических трубопроводах, облицованных неметаллами, следует обращать внимание на средства поддержания электропроводности между участками трубы, когда статическая искра может вызвать возгорание огнеопасных паров. Смотрите Приложение F, параграф FA323.4(a).

A335.3. Резьбовые соединения.

Параграф 335.3 применяется за исключением параграфа 335.3.2. Смотрите параграф A335.3.2.

A335.3.2. Соединения для герметизирующего склеивания. Резьбовое соединение, которое должно быть герметично склеено, должно быть собрано без замазки. Соединение, содержащие резьбовую замазку, которое протекает во время испытания на утечку, может герметически склеиваться в соответствии с параграфом A328.6, при условии, что вся замазка удалена с открытых витков резьбы.

A335.3.4. Общие положения, неметаллические трубопроводы. Либо накидные, либо полно-охватные ключи должны использоваться для затягивания резьбовых трубных соединений. Инструменты и другие устройства, используемые для фиксации или применения силы к трубе, должны быть такими, чтобы поверхность трубы не была глубоко поцарапана или ободрана.

A335.3.5. Трубопроводы из RTR или RPM. При сборке резьбовых соединений в трубопроводах из RTR и RPM, когда резьба может подвергаться воздействию среды, которая может повредить материал усиления, резьба должна быть покрыта достаточным количеством смолы, чтобы закрыть резьбу и полностью заполнить зазор между трубой и фитингом.

A335.4. Соединения насосно-компрессорных труб.

A335.4.1. Развальцованные соединения в термопластиковых трубопроводах. В дополнение к подготовке в соответствии с параграфом 335.4.1, развальцованные соединения должны выполняться в соответствии с ASTM D 3140 "Развальцованные соединения для полиолефинов".

A335.4.2. Неразвальцованные и компрессионные соединения насосно-компрессорных труб. Применяется параграф 335.4.2.

A335.5. Законопаченные соединения.

Применяется параграф 335.5.

A335.6. Особые виды соединений.

Параграф 335.6 применяется за исключением того, что раструбные стыки не допускаются.

A335.6.3. Гибкие эластомерные герметичные соединения. Сборка гибких эластомерных герметичных соединений должна проводиться в соответствии с рекомендациями производителя и следующими требованиями:

- (а). Уплотнение и опорные поверхности должны быть свободными от разрушительных изъянов;
- (б). Любая смазка, использованная для облегчения сборки соединения, должна быть совместимая с компонентами соединения и запланированным видом эксплуатации.
- (с). Правильные зазоры соединения и ограничители трубопровода (если они не цельные с соединением) должны быть обеспечены, чтобы предотвратить разделение соединения, когда расширение может возникнуть из-за термических эффектов и/или эффектов давления.

A335.8. Сборка хрупких трубопроводов.

Осторожность должна использоваться, чтобы избежать царапания хрупких неметаллических трубопроводов при обращении с ними или установке опор. Любые поцарапанные или расщепленные компоненты должны быть заменены. Осторожность должна использоваться при обращении со стальными трубами, облицованными стеклом и цементом, потому что облицовка может пострадать или разбиться из-за ударов, которые не повредят трубу.

A335.8.1. Трубопроводы из боросиликатного стекла. В дополнение к мерам предосторожности, указанным в параграфе A335.8, трубопроводные компоненты из боросиликатного стекла должны защищаться от сварочных брызг. Любой компонент, поврежденный таким образом, должен быть заменен. Фланцы и упругие вставки должны быть тщательно подогнаны и выровнены с трубой, фитингом и торцами клапанов. Прокладки должны быть конструкции, рекомендованной для такого соединения. Вставка и затяжка болтов должны быть в соответствии с рекомендациями производителя.

A335.9. Чистка трубопровода.

Смотрите Приложение F, параграф F335.9.

ЧАСТЬ 10.

ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ.

A340. ОСМОТР.

Параграф 340 применяется полностью.

A341. ИССЛЕДОВАНИЕ.

A341.1. Общие положения.

Параграф 341.1 применяется полностью.

A341.2. Ответственность за исследование.

Параграф 341.2 применяется полностью.

A341.3 Требования к исследованию.

A341.3.1. Ответственность за исследование. Параграф 341.3.1 применяется за исключением пунктов (а) и (б), которые применяются только к металлам.

A341.3.2. Критерии приемлемости. Критерии приемлемости должны быть указаны в инженерном проекте и должны как минимум соответствовать применимым требованиям для склеенных соединений в Таблице A341.3.2 и требованиям, указанным в Сборнике.

A341.3.3. Дефектные компоненты и изделия. параграф 341.3.3 применяется полностью.

A341.3.4. Последовательное взятие образцов для исследования. Параграф 341.3.4 применяется полностью.

A341.4. Глубина требуемого исследования.

A341.4.1. Исследования, требуемые обычно.

Трубопровод при нормальных условиях эксплуатации по технологической среде должен исследоваться до глубины, указанной здесь, или до большей глубины, указанной в инженерном проекте. Критерии приемлемости такие, как указано в параграфе A341.3.2, если не указано иное.

(а). *Визуальное исследование.* По крайней мере, следующее, должно быть исследовано в соответствии с параграфом 344.2:

(1). материалы и компоненты в соответствии с параграфом 341.4.1(а)(1);

(2). по крайней мере, 5% сборки. Для клеенных соединений, каждый тип склеивания, выполненный каждым склейщиком и оператором склеивающего автомата, должен быть представлен для исследования;

(3). 100% сборки для клеенных соединений, отличных от кольцевых, за исключением соединений, сделанных в соответствии с одними из технических требований, включенных в список;

(4). сборка и монтаж трубопровода в соответствии с параграфами 341.4.1(а) (4), (5) и (6).

(б). *Другие исследования.* Не меньше 5% от всех склеенных соединений должны быть исследованы с помощью технического контроля во время производства в соответствии с параграфом 344.7, при этом соединения, подлежащие исследованию, должны выбираться так, чтобы гарантировать, что работа каждого склейщика и оператора клеящего автомата, производящих производственные соединения, попала в исследование.

(с). *Сертификаты и отчеты.* Параграф 341.4.1(с) применяется полностью.

A341.4.2. Исследование – Категория D условий эксплуатации по технологической среде.

Трубопроводы и трубопроводные элементы для Категории D условий эксплуатации по технологической среде, как указано в инженерном проекте, должны быть визуально исследованы до глубины, необходимой, чтобы исследователь убедился, что компоненты, материалы и изделия отвечают требованиям этого Сборника и инженерного проекта.

Таблица A341.3.2.
Критерии приемлемости для клееных соединений.

Тип изъяна	Термопластики			RTR и RPM (Замечание (1))
	Сваренные горячим газом	Склеенные растворяющим клеем	Соединенные термическим плавлением	Склеенные адгезивным клеем
Трещины	Не допускается	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Незаполненные участки в соединении	Не допускается	Не допускается	Не допускается	Не допускается
Несклеенные участки в соединении	Не применимо	Не допускается	Не допускается	Не допускается
Инклюзия обуглившегося материала	Не допускается	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Инклюзия несплавленного присадочного материала	Не допускается	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Выступ материала в расточку трубы, % от толщины стенки трубы	Не применимо	Клей, 50%	Сплавленный материал, 25%	Адгезив, 25%

Замечание:

(1). RTR = армированная термореактивная смола, RPM = армированный пластиковый строительный раствор

A341.5. Вспомогательное исследование.

A341.5.1. Общие положения. Любой применимый метод исследования, описанный в параграфе 344, может быть указан в инженерном проекте, как дополнение к исследованиям, требуемым в параграфе A341.4. Глубина вспомогательного исследования, которое должно быть проведено, и любые критерии приемлемости, которые отличаются от критериев приемлемости, указанных в параграфе 341.3.2, должны быть указаны в инженерном проекте.

A341.5.2. Исследования для разрешения неопределенностей. Применяется параграф 341.5.3.

A342. ПЕРСОНАЛ, ПРОВОДЯЩИЙ ИССЛЕДОВАНИЕ.

Параграф 342 применяется полностью.

A343. ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Параграф 343 применяется полностью.

A344. ТИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

A344.1. Общие положения.

Параграф 344.1 применяется полностью.

A344.2. Визуальное исследование.

Параграф 344.2 применяется полностью.

A344.5. Радиографическое исследование.

Радиографическое исследование может использоваться в соответствии с параграфом 344.1.2.

A344.6. Ультразвуковое исследование.

Ультразвуковое исследование может использоваться в соответствии с параграфом 344.1.2.

A344.7. Технический контроль во время производства.

Параграф 344.7 применяется полностью.

A345. ИСПЫТАНИЯ.

A345.1. Требуемые испытания на утечку.

(а). Перед начальной эксплуатацией, каждая трубопроводная система должны быть испытана, чтобы гарантировать герметичность. Испытание должно быть гидростатическим испытанием на утечку в соответствии с параграфом A345.4, за исключением случаев, указанных здесь.

(б). Применяются параграфы 345.1(а) и (б).

A345.2. Общие требования к испытанию на утечку.

Требования параграфа A345.2 применяются к более, чем одному типу испытаний на утечку.

A345.2.1. Ограничения по давлению. Применяются параграфы 345.2.1(б) и (с).

A345.2.2. Другие требования к испытаниям.

- (a). Применяется параграф 345.2.2(a).
 (b). Возможность хрупкого разрушения должна учитываться, при проведении испытаний на утечку на хрупких материалах или при низких температурах.
 (c). Применяются параграфы 345.2.3 – 345.2.7.

A345.3. Подготовка к испытанию на утечку.

Параграф 345.3 применяется полностью, с учетом клееных соединений вместо сварных швов и исключая раструбные стыки.

A345.4. Гидростатические испытания на утечку.

A345.4.1. Испытательная среда. Применяется параграф 345.4.1.

A345.4.2. Испытательное давление.

(a). *Неметаллический трубопровод.* За исключением случаев, указанных в пункте 345.4.3(b), давление гидростатического испытания в любой точке неметаллической трубопроводной системы должно быть не меньше, чем 1.5-кратное расчетное давление, но не должно превышать 1.5-кратное максимальное номинальное давление компонента системы, имеющего самый низкий номинальный показатель.

(b). *Трубопроводы из термопластика.* Для трубопроводных систем, в которых расчетная температура выше испытательной температуры, применяется параграф 345.4.2(b), за исключением того, что S и S_T должны браться из Таблицы В-1, а не из Таблицы А-1.

(c). *Металлические трубопроводы с неметаллической облицовкой.* Применяется параграф 345.4.2.

A345.4.3. Гидростатическое испытание для трубопроводов с сосудами, испытываемых как одна система. Применяется параграф 345.4.3.

A345.5. Пневматическое испытание на утечку.

A345.5.1. Меры предосторожности. В дополнение к требованиям параграфа 345.5.1, пневматическое испытание неметаллических трубопроводов допускается только с одобрения владельца, и должны быть учтены меры предосторожности, указанные в Приложении F, параграф FA323.4.

A345.5.2. Другие требования.

- (a). Применяются параграфы с 345.5.2 по 345.5.5.
 (b). Трубопроводы из PVC и CPVC не должны испытываться пневматически.

A345.6. Гидростатически-пневматическое испытание на утечку.

Если используется комбинированное гидростатически-пневматическое испытание на утечку, должны быть удовлетворены требования параграфа A345.5, а давление в части трубопровода, заполненной жидкостью, не должно превышать значений, рассчитанных в соответствии с параграфом 345.4.2 или 345.4.2, в зависимости от применимости.

A345.7. Испытание на утечку при изначальной эксплуатации.

Параграф 345.7 применяется полностью, только для Категории D условий эксплуатации по технологической среде.

A345.8. Чувствительное испытание на утечку.

Применяется параграф 345.8.

A346. ОТЧЕТЫ.

Параграф 346 применяется полностью.

ГЛАВА VIII. ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ КАТЕГОРИИ M, УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ.

М300. ОБЩИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ.

- (a). Глава VIII касается трубопроводов, для которых владелец указал, что они находятся при условиях эксплуатации по технологической среде Категории M. Смотрите также Приложение M.
- (b). Организация, содержание и коды параграфов в этой Главе соответствуют базовому Сборнику (Главы I – VI) и Главе VII. Используется префикс M.
- (c). Положения и требования базового Сборника и Главы VII применяются, только если это указано в этой Главе.
- (d). Следует уделить внимание возможной потребности в мерах предосторожности (смотрите Приложение G, параграф G300.3), в дополнение к мерам предосторожности, уже обеспеченным (параграфы G300.1 и G300.2).
- (e). Эта Глава не содержит никаких положений по трубопроводам, которые должны использоваться при жестких циклических условиях. Возникновение таких условий обычно может быть обойдено, за счет схемы трубопровода, выбора компонентов и других средств. Если это не возможно, инженерный проект должен указывать любые необходимые положения в соответствии с параграфом 300(c)(5).
- (f). Глава I применяется полностью.

ЧАСТЬ 1. УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.

М301. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.

Параграф 301 применяется полностью за исключением параграфов 301.3 и 301.5. Смотрите параграфы M301.3 и M301.5.

М301.3. Расчетная температура, металлический трубопровод.

Использование любой температуры, отличной от температуры среды, в роли расчетной температуры должно быть обосновано расчетами теплопередачи, подтвержденными испытаниями или экспериментальными измерениями.

М301.5. Динамические эффекты.

Параграф 301.5 применяется за исключением параграфов 301.5.1 и 301.5.4. Смотрите параграфы M301.5.1 и M301.5.4.

М301.5.1. Удар. Проектирование, размещение и эксплуатация трубопровода должны проводиться так, чтобы минимизировать ударные нагрузки. В случаях, когда такие нагрузки неизбежны, применяется параграф 301.5.1.

М301.5.4. Вибрация. Подходящий динамический анализ, такой как компьютерное моделирование, должен быть проведен, когда необходимо, чтобы избежать или минимизировать условия, которые приводят к разрушительной вибрации, пульсации или эффектам резонанса в трубопроводе.

М302. ПРОЕКТНЫЕ КРИТЕРИИ.

М302.1. Общие положения.

Параграф M302 касается номинальных показателей по давлению-температуре, критериев напряжения, проектных допусков и минимальных расчетных значений, вместе с допустимыми вариациями этих факторов, применяемых к проектированию трубопровода.

Параграф 302 применяется полностью за исключением параграфов 302.2 и 302.3. Смотрите параграфы M302.2 и M302.3.

М302.2. Проектные критерии по давлению-температуре.

Параграф 302.2 применяется полностью за исключением параграфов 302.2.4 и 302.2.5. Смотрите параграфы M302.2.4 и M302.2.5.

М302.2.4. Допуск на вариации давления и температуры, металлические трубопроводы. Использование допусков, указанных в параграфе 302.2.4, не допускается. Расчетные температура и давление должны основываться на условиях одновременных температуры и давления, требующих максимальной толщины стенок или наибольших номинальных показателей компонента.

М302.2.5. Номинальные показатели на стыке различных условий эксплуатации, металлические трубопроводы. Когда два вида эксплуатации, осуществляемых при различных условиях по температуре-давлению, соединяются вместе, клапан, разделяющий такие условия эксплуатации, должен выбираться по более жестким условиям эксплуатации.

M302.3. Допустимые напряжения и другие ограничения по напряжению для металлических трубопроводов.

Параграф 302.3 применяется полностью за исключением параграфа 302.3.2. Смотрите параграф M302.3.2.

M302.3.2. Базис для допустимых напряжений. Проектировщик должен полностью обосновать использование любых ограничений по напряжению, которые не находятся в соответствии с таблицами напряжений в Приложении А.

M302.4. Допуски.

Параграф 302.4 применяется полностью.

ЧАСТЬ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

M303. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Параграф 303 применяется полностью.

M304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

Параграф 304 применяется полностью.

ЧАСТЬ 3. ТРЕБОВАНИЯ К КОМПОНЕНТАМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.

M305. ТРУБА.

M305.1. Общие положения.

Труба, включенная в список, может использоваться в соответствии с параграфом M305.2. Труба, не включенная в список, может использоваться только, как указано в параграфе 302.2.3.

M305.2. Особые требования к металлической трубе.

Труба, указанная в параграфе 305.2.2, не должна использоваться. Положения по жестким циклическим условиям в параграфе 305.2.3, не применяются (смотрите параграф M300(e)).

M306. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФИТИНГИ, КОЛЕНА, СОСТАВНЫЕ КОЛЕНА, НАХЛЕСТКИ И ПАТРУБКИ.

Общие положения. Фитинги, колена, составные колена, нахлестки и патрубки могут использоваться в соответствии с параграфами M306.1 – M306.6. Труба и другие материалы, используемые в таких компонентах,

должны быть пригодными для производственного процесса и условий эксплуатации по технологической среде.

M306.1. Трубные фитинги.

Параграф 306.1 применяется полностью с исключением параграфа 306.1.3. Смотрите параграф M306.1.3, ниже, положения для жестких циклических условий в параграфе 306.1.4 не применяются (смотрите параграф M300(e)).

M306.1.3. Особые фитинги. Следующие фитинги не должны использоваться:

- (а) фитинги, удовлетворяющие требованиям MSS SP-43 и MSS SP-119;
- (б) патентованные фитинги типа "С" для стыковой сварки с открытыми торцами для соединений внахлестку.

M306.2. Трубные колена.

Параграф 306.2 применяется за исключением того, что колена, отвечающие требованиям параграфа 306.2.2, не должны использоваться и параграф 306.2.3 не применяется (смотрите параграф M300(e)).

M306.3. Составные колена.

Составное колено должно удовлетворять требованиям параграфа 306.3.1 и не должно делать изменение направления в одинарном соединении (угол α на рисунке 304.2.3) больше чем 22.5 градуса. Параграф 306.2.3 не применяется (смотрите параграф M300(e)).

M306.4. Сборные или развальцованные нахлестки.

M306.4.1. Общие положения. Следующие требования не применяются к фитингам, отвечающим требованиям параграфа M306.1, а также к нахлесткам, цельнокованым на трубные торцы. Применяется параграф 306.4.1.

M306.4.2. Развальцованные нахлестки. Развальцованная нахлестка должна отвечать требованиям параграфа 306.4.2. Кроме того:

- (а) размер трубы должен быть \leq DN 100 (NPS 4) с толщиной стенки до развальцовки \geq значения T для Регламента 10S;
- (б) номинальный показатель по давлению-температуре должен быть \leq показателя фланца группы 1.1 PN 20 (Class 150) по ASME B16.5; и
- (с) эксплуатационная температура должна быть \leq 204°C (400°F).

M306.5. Сборные патрубковые присоединения.

Следующие требования не применяются к фитингам, отвечающим требованиям параграфа M306.1. Параграф 306.5.1 применяется со следующими исключениями:

- (а) из методов, перечисленных в параграфе 304.3.1(а), метод в подпараграфе (3) может использоваться, только если методы в подпараграфах (1) и (2) недоступны.

(b). из патрубков, описанных в параграфе 304.3.2(b) и (c), патрубки, имеющие резьбовые отводы, допускаются только в соответствии с параграфом M314, а патрубки, имеющие муфтовые сварные отводы, допускаются только в соответствии с параграфом M311.2.

M306.6. Запорные элементы.

Следующие требования не применяются к слепым фланцам или фитингам, удовлетворяющим требованиям параграфа M306.1. Из запорных элементов, описанных в параграфе 304.4, плоские запорные элементы в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, параграфы UG-34 и UW-13, и конические запорные элементы без шарниров передачи (UG-32(g) и UG-33(f)) могут использоваться, только если другие будут недоступными. Требования в параграфе M306.5 применяются к отверстиям в запорных элементах (смотрите также параграф 304.4.2(b)).

M307. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КЛАПАНЫ И ОСОБЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

Следующие требования для клапанов должны быть также удовлетворены, в зависимости от применимости, для других компонентов трубопровода, содержащих давление, таких как фильтры грубой очистки и сепараторы. Смотрите также Приложение F, параграф F307.

M307.1. Общие положения.

Параграф 307.1 применяется при условии соблюдения требований, указанных в параграфе M307.2.

M307.2. Особые требования.

(a). Клапаны, имеющие резьбовые соединения на крышках (отличные от муфтовых соединений), не должны использоваться.

(b). Только металлические клапаны, отвечающие следующим требованиям, могут использоваться.

(1). Особое внимание должно быть уделено конструкции клапанов, чтобы предотвратить утечку через шток клапана в окружающую среду

(2). Крепление крышки или верхней пластины должно быть: фланцевым, закрепленным, по крайней мере, четырьмя болтами с прокладками, отвечающими требованиям параграфа 308.4; или патентованным, прикрепленным болтами, кронштейнами или другими капитальными средствами и имеющими конструкцию прокладок, увеличивающий сжатие прокладки с увеличением давления среды; или должно быть зафиксировано полнопроваренным сварным швом, выполненным в соответствии с параграфом M311; или должно быть зафиксировано цилиндрической резьбой, достаточной для обеспечения механической прочности, посадкой металл-к-металлу и герметизирующим сварным швом, выполненным в соответствии с параграфом M311, действующими последовательно.

(3). Соединения корпуса, отличные от крышки или верхней пластины, должны удовлетворять требованиям параграфа M307.2(b)(2).

M308. ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ТОРЦОВКА ФЛАНЦЕВ И ПРОКЛАДКИ.

Параграф 308.1 применяется полностью.

M308.2. Особые требования к металлическим фланцам.

Параграф 308.2.4 не применяется (смотрите параграф M300(e)). Следующее не должно использоваться:

(a). одношовные сварные съемные фланцы;

(b). фланцы раструбного стыка;

(c). съемные фланцы, используемые как фланцы внахлестку, если только не будут удовлетворены требования параграфа 308.2.19(c);

(d). резьбовые металлические фланцы, за исключением фланцев, использующих линзовые кольца или аналогичные прокладки, и фланцы, используемые в линейной трубе, в которой облицовка выступает над поверхностью прокладки.

M308.3. Торцовка фланцев.

Применяется параграф 308.3.

M308.4. Прокладки.

Применяется параграф 308.4.

M308.5. Заглушки.

Все заглушки должны быть маркированы материалом, номинальными показателями и размером.

M309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

Параграф 309 применяется за исключением параграфа 309.2.4 (смотрите параграф M300(e)).

ЧАСТЬ 4. ТРЕБОВАНИЯ К СОЕДИНЕНИЯМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.

M310. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ, ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Параграф 310 применяется полностью.

M311. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.

Сварные соединения могут быть сделаны в любом металле, для которого возможно квалифицировать сварочные процедуры, работу сварщиков и операторов сварочных автоматов в соответствии с параграфом M328.

M311.1. Общие положения.

Параграф 311.1 применяется со следующими исключениями:

- (a). Разъемные подкладочные кольца не должны использоваться.
- (b). Муфтовые сварные соединения размером больше DN 50 (NPS 2) не допускаются.
- (c). Исследование должно проводиться в соответствии с параграфом M341.4.

M311.2. Особые требования.

Применяются параграфы 311.2.39а), 311.2.4(а), (b) и (d), 311.2.5 и 311.2.6.

M312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.

Параграф 312 применяется полностью.

M313. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ

Раструбные стыки не должны использоваться

M314. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.**M314.1. Общие положения.**

Применяются параграфы 314.1(а), (b) и (c).

M314.2. Особые требования.

M314.2.1. Соединения с конусной резьбой. Параграф 314.2.1 применяется за исключением того, что допускаются только компоненты, пригодные для нормальных условий эксплуатации по технологической среде, размерами $8 \leq DN \leq 25$ ($1/4 \leq NPS \leq 1$) (смотрите Таблицу 314.2.1). Для размеров меньше чем DN 20 (NPS 3/4) должны быть предприняты меры безопасности (смотрите Приложение G).

M314.2.2. Соединения с цилиндрической резьбой. Применяется параграф 314.2.2. Кроме того, компоненты должны иметь адекватную механическую прочность и соединение должно иметь ограниченную опорную поверхность, не подверженную относительно вращению во время затягивания соединения и после этого. (Смотрите рисунок 335.3.3, схемы (b) и (c), на котором приведены приемлемые конструкции).

M315. СОЕДИНЕНИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.

Параграф 315 применяется за исключением параграфа 315.2(b).

M316. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Законопаченные соединения не должны использоваться.

M317. СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯНЫЕ ТВЕРДЫМ И МЯГКИМ ПРИПОЕМ.

Соединения, паяные твердым или мягким припоем или сваренные с припоем, не должны использоваться

M318. ОСОБЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.

Параграф 318 применяется за исключением того, что адгезивные соединения и колпаковые соединения не должны использоваться.

ЧАСТЬ 5. ГИБКОСТЬ И ОПОРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ.**M319. ГИБКОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА.**

Параграф 319 применяется за исключением того, что упрощенные правила в параграфе 319.4.1(c) не должны применяться.

M321. ОПОРА ТРУБОПРОВОДА.

Параграф 321 применяется за исключением того, что опорные элементы должны быть сделаны из материалов, включенных в список.

ЧАСТЬ 6. СИСТЕМЫ.**M322. ОСОБЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ.****M322.3. Трубопроводы контрольно-измерительных приборов.**

Параграф 322.3 применяется за исключением того, что для сигнальных линий, находящихся в контакте с технологической средой, и условий процесса по температуре-давлению:

- (a). трубы должны иметь внешний диаметр не больше, чем 16 миллиметров (5/8 дюйма) и должны быть пригодными к условиям эксплуатации;
- (b). запорный вентиль, к которому обеспечен свободный доступ, должен быть оборудован, чтобы изолировать трубы от трубопровода;
- (c). методы соединения должны удовлетворять требованиям параграфа 315.1 и 315.2

M322.6. Системы сброса давления.

Параграф 322.6 применяется за исключением параграфа 322.6.3. Смотрите параграф M322.6.3.

M322.6.3. Защита от избыточного давления. Для металлического трубопровода расчетное давление может быть превышено не более чем на 10% во время работы системы сброса давления.

ЧАСТЬ 7.**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.****M323. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.****M323.1. Материалы и технические требования.**

Применяются параграфы 323.1.1 и 323.1.2 Смотрите параграфы M323.1.3 и M323.1.4.

M323.1.3. Неизвестные материалы. Материалы неизвестной спецификации не должны использоваться.

M323.1.4. Металлические материалы, извлеченные из отходов. Материалы, извлеченные из отходов, могут использоваться, когда для конкретного используемого материала имеются отчеты по сертификации, и проектировщик уверен, что материал качественный и не имеет вредных дефектов.

M323.2. Температурные ограничения.

Параграф 323.2 применяется за исключением того, что в отношении нижних температурных пределов смятие минимальных температурных пределов, указанное в Замечании (3) к Таблице 323.2.2, не допускается.

M323.3. Методы проведения испытаний на ударную вязкость и критерии приемлемости.

Параграф 323.3 применяется полностью.

M323.4. Требования к металлическим материалам в зависимости от технологической среды.

Применяется параграф 323.4.1.

M323.4.2. Особые требования. Параграф 323.4.2 применяется за исключением того, что литые чугуны, отличные от пластичного чугуна, не должны использоваться для деталей, удерживающих давление, а свинец и олово должны использоваться только как облицовочные материалы.

M323.4.3. Металлические лакирующие и облицовочные материалы. В дополнение к требованиям параграфа 323.4.3, когда материалы, охваченные действием параграфом 323.4.2(с) и 323.4.3, используются как лакировка или облицовка,

при чем лакировка или облицовка также служат прокладкой, или частью торцовки фланца, следует уделить внимание проекту фланцевого соединения, чтобы предотвратить утечку в окружающую среду.

M323.5. Разрушение материалов во время эксплуатации.

Параграф 323.5 применяется полностью.

M325. МАТЕРИАЛЫ – РАЗНОЕ.**M325.1. Материалы соединений и вспомогательные материалы.**

При применении параграфа 325, материалы, такие как растворители, твердые припои и мягкие припои, не должны использоваться. Неметаллические материалы, использованные как прокладки и набивочные материалы, должны быть пригодными к условиям эксплуатации по технологической среде.

ЧАСТЬ 8.**СТАНДАРТЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ.****M326. РАЗМЕРЫ И НОМИНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОНЕНТОВ.**

Применяется параграф 326.1.3.

M326.1. Требования к размерам.

M326.1.1. Трубопроводные компоненты, включенные в список. За исключением запретов и ограничений, указанных где-либо в Главе VIII, компоненты, сделанные в соответствии со стандартами и техническими требованиями, указанными в Таблице 326.1, могут использоваться при Категории М условий эксплуатации по технологической среде.

M326.1.2. Трубопроводные компоненты, не включенные в список. Размеры трубопроводных компонентов, не включенных в список, должны регулироваться требованиями, указанными в параграфах 303 и 304.

M326.2. Номинальные показатели компонентов.

Параграф 326.2 применяется полностью.

M326.3. Ссылочные документы.

Параграф 326.3 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 9.
ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ.**

M327. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Материалы и компоненты металлических трубопроводов подготавливаются к сборке или монтажу с помощью одного или нескольких процессов, указанных в параграфах M328, M330, M331 и M332. Когда любой из этих процессов используется при сборке и монтаже, требования к этим операциям такие же, как и при изготовлении с помощью такого процесса.

M328. СВАРКА МЕТАЛЛОВ.

Сварка должна проводиться в соответствии с требованиями параграфов M311.1 и 328 за исключением случаев, указанных в параграфе M328.3.

M328.3. Сварочные материалы.

Параграф 328.3 применяется полностью за исключением того, что съемные подкладочные кольца не должны использоваться, а съемные подкладочные кольца и плавкие вставки могут использоваться только, когда их пригодность была продемонстрирована квалификацией процедуры.

M330. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ МЕТАЛЛОВ.

Параграф 330 применяется полностью.

M331. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ.

Параграф 331 применяется полностью за исключением того, что требования, менее жесткие, чем требования, указанные в Таблице 331.1.1, не должны указываться.

M332. ГИБКА И ФОРМОВКА МЕТАЛЛОВ.

Параграф 332 применяется полностью, за исключением того, что гибка, которая отвечает требованиям параграфа 332.2.3, не допускается.

M335. СБОРКА И МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА.**M335.1. Общие положения.**

M335.1.1. Выравнивание. В дополнение к требованиям параграфа 335.1.1, любая гибка или формовка, требуемая для выравнивания и посадки, должна быть термически обработана, если требуется согласно параграфу 332.4.

M335.2. Фланцевые соединения.

Параграф 335.2 применяется полностью.

M332.3. Резьбовые соединения.

Применяются параграфы 335.3.1 и 335.3.2. Смотрите параграфы M335.3.3 и M335.3.4.

M335.3.3. Соединения с цилиндрической резьбой. Требования параграфа 335.3.3 должны выполняться при условии ограничений, накладываемых параграфом M322.

M335.3.4. Состояние резьбы. Компоненты с конической резьбой и резьбовые торцы, допускаемые в соответствии с параграфом M314.2.1, должны быть исследованы перед сборкой на чистоту и непрерывность резьбы и должны быть отбракованы, если они не находятся в соответствии с ASME B1.20.1 или другими применимыми стандартами.

M335.4. Соединения насосно-компрессорных труб.

M335.4.1. Развальцованные соединения насосно-компрессорных труб. Применяется параграф 335.4.1; однако, смотрите параграф M322 в отношении ограничений, связанных с особыми трубопроводными системами.

M335.4.2. Неразвальцованные и компрессионные соединения насосно-компрессорных труб. Применяются требования параграфа 335.4.2; однако, смотрите параграф M322 в отношении ограничений, связанных с особыми трубопроводными системами.

M335.6. Особые соединения.

Особые соединения должны быть в соответствии с параграфами M318 и 335.6.1.

M335.9. Чистка трубопроводов.

Смотрите Приложение F, параграф F335.9.

ЧАСТЬ 10. ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И ОТЧЕТЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ.**M340. ОСМОТР.**

Параграф 340 применяется полностью.

M341. ИССЛЕДОВАНИЕ.

Параграфы 341.1, 341.2, 341.3 и 341.5 применяются полностью. Смотрите параграф M341.4.

M341.4. Глубина требуемого исследования.

Параграф 341.4.1 применяется со следующими исключениями:

(a). *Визуальное исследование.*

(1). Должна быть исследована вся сборка.

(2). Должны быть исследованы все резьбовые, болтовые и другие механические соединения.

(b). *Другие исследования.*

(1). Требования параграфа 341.4.1(b)(1) к случайному радиографическому/ультразвуковому исследованию применяются за исключением того, что, по крайней мере, 20% кольцевых стыковых и угловых сварных швов и сборных нахлесток, и сварных швов патрубковых присоединений, сравнимых с теми, что показаны на Рисунке 328.5.4Е и 328.5.5, схемы (d) и (e), должны быть исследованы.

(2). Альтернативный технический контроль в процессе производства, допускаемый в параграфе 341.4.1(b)(1), может указываться по принципу "сварной шов за сварной шов" в инженерном проекте или Инспектором. Он должен дополняться соответствующими исследованиями неразрушающими методами.

M342. ПЕРСОНАЛ, ВЫПОЛНЯЮЩИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Применяется параграф 342.

M343. ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Применяется параграф 343.

M344. ТИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Параграф 344 применяется полностью.

M345. ИСПЫТАНИЯ.

Параграф 345 применяется полностью за исключением того, что:

(a). чувствительное испытание на утечку в соответствии с параграфом 345.8 должно быть включено в требуемое испытание на утечку (параграф 345.1), и

(b). испытание на утечку при первоначальной эксплуатации (параграф 345.7) не применяется.

M346. ОТЧЕТЫ.

Параграф 346 применяется полностью.

ЧАСТИ С 11 ПО 26, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ГЛАВЕ VII.

Смотрите параграф M300(b).

MA300. ОБЩИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ.

Параграфы с MA300 по MA346 применяются к неметаллическим трубопроводам и трубопроводам, облицованным неметаллами, и основываются на Главе VII. Применяется параграф A300(d).

**ЧАСТЬ 11.
УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.****MA301. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.**

Параграф A301 применяется полностью.

MA302. ПРОЕКТНЫЕ КРИТЕРИИ.

Применяются параграфы A302.1 и A302.4. Смотрите параграф MA302.2 и MA302.3.

MA302.2. Проектные критерии по давлению-температуре.

Параграф A302.2 применяется за исключением параграфа A302.2.4. Смотрите параграф MA302.2.4.

MA302.2.4. Допуски на вариации давления и температуры. Параграф A302.2.4(a) применяется и к неметаллическим трубопроводам, и к металлическим трубопроводам, облицованным неметаллами.

MA302.3. Допустимые напряжения и другие проектные ограничения.

Параграф A302.3 применяется за исключением параграфа A302.3.2. Смотрите параграф MA302.3.2.

MA302.3.2. Базис для допустимого напряжения. Проектировщик должен полностью и документально обосновать использование любого ограничения по напряжению или допустимому давлению, который не соответствует параграфу A302.3.2 или Таблицам в Приложении В.

MA302.4. Допуски.

Параграф 302.4 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 12.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО
ДАВЛЕНИЮ.****MA303. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Применяется параграф A303.

МА304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

Параграф А304 применяется полностью.

ЧАСТЬ 13. ТРЕБОВАНИЯ К КОМПОНЕНТАМ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.**МА305. ТРУБА.**

Параграф А305 применяется без каких-либо дальнейших ограничений.

МА306. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФИТИНГИ, КОЛЕНА, СОСТАВНЫЕ КОЛЕНА, НАХЛЕСТКИ И ПАТРУБКИ.

Параграфы А306.1 и А306.2 применяются без каких-либо дальнейших ограничений. Смотрите параграф МА306.3.

МА306.3. Составные колена.

Составные колена, не обозначенные как фитинги, удовлетворяющие требованиям параграфа А306.1, не должны использоваться.

МА306.4. Сборные нахлестки.

Сборные нахлестки не должны использоваться.

МА306.5. Сборные патрубки.

Неметаллические сборные патрубки не должны использоваться.

МА307. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КЛАПАНЫ И ОСОБЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

Неметаллические клапаны и особые компоненты не должны использоваться.

МА308. ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ТОРЦОВКА ФЛАНЦЕВ И ПРОКЛАДКИ.

Параграфы А308.1, 308.3 и А308.4 применяются без каких-либо дальнейших ограничений. Смотрите параграф МА308.2.

МА308.2. Неметаллические фланцы.

Резьбовые неметаллические фланцы не должны использоваться.

МА309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

Параграф А309 применяется без каких-либо дальнейших ограничений.

ЧАСТЬ 14. ТРЕБОВАНИЯ К СОЕДИНЕНИЯМ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.**МА310. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Параграф 310 применяется полностью.

МА311. КЛЕЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.**МА311.1. Общие положения.**

Параграф А311.1 применяется полностью.

МА311.2. Особые требования.

Соединения, сваренные горячим газом, сделанные термическим плавлением, растворяющим клеем и клеенные адгезивом, не допускаются за исключением соединений в облицовке.

МА312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Параграф 312 применяется полностью.

МА313. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ.

Раструбные стыки не должны использоваться.

МА314. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.**МА314.1. Общие положения.**

Резьбовые соединения не должны использоваться в неметаллических трубопроводах.

МА315. СОЕДИНЕНИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ.

Параграф А315 применяется полностью.

МА316. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Законопаченные соединения не должны использоваться.

MA318. ОСОБЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Параграф A318 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 15.
ГИБКОСТЬ И ОПОРЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ТРУБОПРОВОДОВ.****MA319. ГИБКОСТЬ ТРУБОПРОВОДА.**

Параграф A319 применяется полностью.

MA321. ОПОРА ТРУБОПРОВОДА.

Параграф A321 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 16.
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ
СИСТЕМЫ И ТРУБОПРОВОДНЫЕ
СИСТЕМЫ, ОБЛИЦОВАННЫЕ
НЕМЕТАЛЛАМИ.****MA322. ОСОБЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ
СИСТЕМЫ.**

Параграф A322 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 17.
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.****MA323. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.**

Параграфы A323.1 и A323.2 применяются полностью. Смотрите параграф MA323.4.

**MA323.4. Требования к неметаллическим
материалам в зависимости от технологической
среды.**

Применяется параграф A323.4.1. Смотрите параграфы MA323.4.2 и MA323.4.3.

MA323.4.2. Особые требования. Материалы, перечисленные в параграфе A323.4.2(a) и (b), могут использоваться только в роли облицовки, за исключением того, что термопластики могут использоваться как прокладки в соответствии с параграфами M325.1 и MA323.4.3.

MA323.4.3. Неметаллические облицовочные материалы. Когда материал, указанный в параграфе A323.4.2, используется как облицовка, которая также служит прокладкой или частью фланцевой торцовки, следует уделить внимание

проектированию фланцевого соединения, чтобы предотвратить утечку в окружающую среду.

**ЧАСТЬ 18.
СТАНДАРТЫ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ И
ТРУБОПРОВОДОВ, ОБЛИЦОВАННЫХ
НЕМЕТАЛЛАМИ.****MA326. РАЗМЕРЫ И НОМИНАЛЬНЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОНЕНТОВ.**

Параграф A326 применяется полностью. Таблица A326.1 применяется за исключением компонентов и систем, запрещенных или ограниченных в применении где-либо в этой Главе.

**ЧАСТЬ 19.
ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ И
ТРУБОПРОВОДОВ, ОБЛИЦОВАННЫХ
НЕМЕТАЛЛАМИ.****MA327. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

Применяется параграф A327.

MA328. ГИБКА ПЛАСТИКОВ.

Параграф A328 применяется полностью.

**MA329. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ,
ОБЛИЦОВАННЫХ НЕМЕТАЛЛАМИ.**

Параграф A329 применяется полностью.

MA332. ГИБКА И ФОРМОВКА.

Применяется параграф A332.

**MA334. СОЕДИНЕНИЕ НЕПЛАСТИКОВЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ.**

Параграф A334 применяется полностью.

MA335. СБОРКА И МОНТАЖ.

Параграф A335 применяется полностью.

**ЧАСТЬ 20.
ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И
ОТЧЕТЫ ДЛЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ТРУБОПРОВОДОВ И ТРУБОПРОВОДОВ,
ОБЛИЦОВАННЫХ НЕМЕТАЛЛАМИ.**

МА340. ОСМОТР.

Параграф 340 применяется полностью.

МА341. ИССЛЕДОВАНИЕ.

Параграф 341 применяется полностью.

МА342. ПЕРСОНАЛ, ПРОВОДЯЩИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Применяется параграф 342.

МА343. ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Применяется параграф 343.

МА344. ТИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Параграф 344 применяется полностью.

МА345. ИСПЫТАНИЯ.

Параграф 345 применяется полностью.

МА346. ОТЧЕТЫ.

Параграф 346 применяется полностью.

ГЛАВА IX. ТРУБОПРОВОДЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.

К300. ОБЩИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ.

(a). *Применимость.* Эта Глава касается трубопроводов, которые указаны владельцем, как работающие с технологической средой, находящейся под высоким давлением. Его требования должны применяться полностью к трубопроводам такого назначения. Высоким давлением здесь считается давление, превышающее давление, допускаемое номинальным показателем NP 420 (Class 2500) ASME B16.5 для указанной расчетной температуры и группы материала. Однако, не существует каких-либо ограничений по давлению для применения этих правил.

(b). *Ответственность.* В дополнение к ответственности, указанной в параграфе 300(b)Ж:

(1). для каждой трубопроводной системы, указанной, как работающая при высоком давлении технологической среды, владелец должен предоставить всю информацию, необходимую для проведения анализов и испытаний, требуемых в этой Главе;

(2). проектировщик должен составить письменный отчет для владельца, обобщающий проектные расчеты и заверяющий, что проект был выполнен в соответствии с этой Главой.

(c). Применяются идентификация, цель и требования Сборника, указанные в параграфах 300(a), (c), (d) и (e).

(d). Организация, содержание и, где это возможно, коды параграфов этой Главы соответствуют организации, содержанию и кодам параграфов первых шести Глав (базовый Сборник). Используется префикс К.

(e). Положения и требования базового Сборника применяются только, как указано в этой Главе.

К301. Сфера действия.

К300.1.1. Содержание и охват. Параграф 300.1.1 применяется с исключениями, указанными в параграфах К300.1.3 и К300.1.4.

К300.1.2. Трубопроводы компактного оборудования. Соединительные трубопроводы, описанные в параграфе 300.1.2, должны удовлетворять требованиям этой Главы.

К300.1.3. Исключения. Помимо исключений, указанных в параграфе 300.1.3, эта Глава исключает неметаллические трубопроводы и трубопроводы, облицованные металлами.

К300.1.4. Категория М условий эксплуатации по технологической среде. Эта глава не указывает требования к трубопроводам, используемым в Категории М условий эксплуатации по технологической среде. Если такой трубопровод требуется владельцем, инженерный проект должен разрабатываться, как указано в параграфе 300(c)5).

К300.2. Определения.

Параграф 300.2 применяется за исключением терминов, касающихся только неметаллов и жестких циклических условий.

Термин "допустимое напряжение" используется вместо "базового допустимого напряжения".

Термин "меры безопасности" и другие термины, характеризующие условия эксплуатации с опасными средами, не используются в этой Главе, но должны приниматься во внимание при проектировании.

К300.3. Условные обозначения.

Применяется параграф 300.3.

К300.4. Статус приложений.

Применяется параграф 300.4 и Таблица 300.4 за исключением Приложений А, В, Н, L, V и X.

ЧАСТЬ 1. УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.

К301. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.

Параграф 301 применяется за исключением параграфов 301.1, 301.2, 301.3 и 301.5.

К301.1. Общие положения.

Параграф 301.1 применяется, но ссылается на параграф К301, а не на параграф 301.

К301.2. Расчетное давление.

К301.2.1. Общие положения. Параграф 301.2.1(a) применяется за исключением того, что ссылка на параграф 302.2.4 не применима. Параграфы 301.2.1(b) и (c) применяются, но ссылаются на параграф К304, а не на параграф 304.

K301.2.2. Требуемое удержание или сброс давления. Параграфы 301.2.2(a) и (b) применяются, но ссылаются на параграф K322.6.3, а не на параграф 322.6.3. Параграф 301.2.2(c) не применим.

K301.3. Расчетная температура.

Параграф 301.3 применяется за исключением параграфов 301.3.1 и 301.3.2 и следующих исключений в тексте.

- (a). Ссылка на параграф K301.2 вместо параграфа 301.2
- (b). Ссылка на параграф K301.3.2 вместо параграфа 301.3.2.

K301.3.1. Расчетная минимальная температура. Параграф 301.3.1 применяется, но ссылается на параграф K323.2.2 вместо параграфа 323.2.2.

K301.3.2. Компоненты без изоляции. Температура среды должна использоваться в роли температуры компонента.

K301.5. Динамические эффекты.

Параграф 301.5 применяется за исключением параграфа 301.5.4.

K301.5.4. Вибрация. Подходящий динамический анализ должен быть проведен, когда необходимо, чтобы избежать или минимизировать условия, которые приводят к вредной вибрации, пульсации или эффектам резонанса в трубопроводной системе.

K302. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

K302.1. Общие положения.

В параграфе K302 устанавливаются номинальные показатели по давлению-температуре, критерии напряжения, проектные допуски и минимальные расчетные величины и формулируются допустимые вариации этих факторов при применении в проектировании трубопроводных систем высокого давления.

Проектировщик должен убедиться в адекватности проекта, материалов и их изготовления, с учетом, по крайней мере, следующего:

- (a). прочность на разрыв, прочность при сжатии, прочность на изгиб и прочность на сдвиг при расчетной температуре;
- (b). усталостная прочность;
- (c). расчетное напряжение и его базис;
- (d). пластичность и вязкость;
- (e). возможное ухудшение механических свойств во время эксплуатации;
- (f). термические свойства;
- (g). температурные ограничения;
- (h). устойчивость к коррозии и эрозии;
- (i). методы сборки;
- (j). методы проведения исследований и испытаний;
- (k). условия гидростатического испытания, и
- (l). изъяны расточки.

K302.2. Критерии проектирования по давлению-температуре.

K302.2.1. Компоненты, включенные в список, имеющие установленные номинальные показатели. Номинальные показатели по давлению-температуре для некоторых трубопроводных компонентов были установлены и содержатся в некоторых стандартах, приведенных в Таблице K326.1. Если они не ограничиваются, где-либо в тексте этой Главы, эти номинальные показатели приемлемы для расчетных давлений и температур в рамках этой Главы. С одобрения владельца правила и ограничения этой Главы могут использоваться, чтобы увеличить номинальные показатели по давлению-температуре компонента сверх номинальных показателей, указанных в перечисленных стандартах, но не дальше пределов, указанных в параграфе K323.2.

K302.2.2. Компоненты, включенные в список, не имеющие особых номинальных показателей.

(a). Трубопроводные компоненты, для которых расчетные напряжения были рассчитаны в соответствии с параграфом K302.3, но которые не имеют индивидуальных номинальных показателей по давлению-температуре, должны классифицироваться по правилам для проектирования по давлению, указанным в параграфе K304, в пределах диапазона температур, для которых напряжения показаны в Таблице K-1, модифицированные применимыми правилами этой Главы.

(b). Трубопроводные компоненты, которые не имеют допустимых напряжений или номинальных показателей по давлению-температуре, должны квалифицироваться для проектирования по давлению в соответствии с правилами параграфа K304.7.2.

K302.2.3. Компоненты, не включенные в список.

(a). Трубопроводные компоненты, не включенные в таблицу K326.1 или Таблицу K-1, но которые удовлетворяют одним из опубликованных технических условий или стандартов, могут использоваться при условии выполнения следующих требований:

(1). проектировщик должен определить, что состав, механические свойства, метод изготовления и контроль качества сравнимы с соответствующими характеристиками компонентов, включенных в список, и

(2). проектирование по давлению должно быть проверено в соответствии с параграфом K304, включая усталостный анализ, требуемый параграфом K304.8.

(b). Другие компоненты, не включенные в список, должны квалифицироваться для проектирования по давлению, в соответствии с правилами параграфа K304.7.2.

K302.2.4. Допуски на вариации давления и температуры. Вариации давления сверх расчетного давления при одновременной температуре, за исключением аккумуляции, во время сброса давления (смотри параграф K322.6.3), не допускаются для любой трубопроводной системы.

K302.2.5. Номинальные показатели на стыке различных условий эксплуатации. Применяется параграф 302.2.5.

K302.3. Допустимые напряжения и другие проектные ограничения.

K302.3.1. Общие положения. Допустимые напряжения, определенные ниже, должны использоваться в проектных расчетах, если только не будут модифицироваться другими положениями этой Главы.

(a). *Напряжение при растяжении.* Допустимые напряжения при растяжении, для использования при проектировании в соответствии с этой Главой, приведены в Таблице К-1, за исключением того, что значения максимального допустимого напряжения и расчетной плотности напряжения для болтового крепления приведены в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел II, Часть D, Таблицы 3 и 4, соответственно.

Табулированные значения напряжений в Таблице К-1 сгруппированы по материалам и формам продукта и приведены для указанных температур вплоть до предела, установленного для этих материалов в параграфе K323.2.1. Прямолинейная интерполяция между температурами для определения допустимого напряжения для особой расчетной температуры допускается. Экстраполяция не разрешена.

(b). *Напряжение при сдвиге и смятии.* Допустимые напряжения при сдвиге должны быть равны 0.80-кратному допустимому напряжению при растяжении, указанному в Таблице К-1. Допустимое напряжение при смятии должно быть равно 1.60-кратному допустимому напряжению при растяжении.

(c). *Напряжение при сжатии.* Допустимые напряжения при сжатии должны быть не больше, чем допустимые напряжения при растяжении, указанные в Таблице К-1. Следует учитывать структурную стабильность.

(d). *Усталостное напряжение.* Допустимые значения амплитуды напряжения, которые показаны как функция от расчетного срока службы в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, Приложение 5, могут использоваться в усталостном анализе, в соответствии с параграфом K304.8.

K302.3.2. Базис для допустимых напряжений. Базис для расчета значений допустимых напряжений для материалов в этой Главе следующий:

(a). *Для материалов болтового крепления.* Применяются критерии Раздела II, Часть D, Приложение 2, параграфы 2-120 или 2-130, или Раздела VIII, Подраздел 3, Статья KD-6, параграф KD-620 (в зависимости от применимости).

(b). *Другие материалы.* Для материалов, отличных от материалов болтового крепления, применяются следующие правила:

(1) За исключением случаев, указанных в пункте (b)(2), ниже, значения допустимых напряжений при расчетной температуре для материалов, перечисленных в Разделе II, Часть D, не должны превышать меньшего из двух следующих значений: две третьих от указанного минимального предела текучести при комнатной температуре (SMYS) и две третьих от предела текучести при температуре.

(2). Для аустенитных нержавеющей сталей, прошедших термическую обработку на твердый раствор, и некоторых

никелевых сплавов с похожей деформативностью, значения допустимого напряжения, не должны превышать меньшего из двух следующих значений: две третьих от SMYS и 90% от предела текучести при температуре.

(3). Допустимые напряжения для материалов, которые не указаны в Разделе II, часть D, не должны превышать следующего:

(a). *Температуры не превышающие 100°F:* Две третьих от SMYS.

(b). *Температуры превышающие 100°F:* Соответствующие значения, указанные в Таблице А-1 (смотрите параграф 302.3.2).

Применение значений напряжения, установленных таким образом, не рекомендуется для фланцевых соединений и других компонентов, в которых легкая деформация может вызвать утечку или неправильное функционирование. (Эти значения показаны курсивом или жирным шрифтом в Таблице К-1, как объяснено в Замечании (5) к Таблицам Приложения К). Вместо этого, следует использоваться либо 75% от значения напряжения в Таблице К-1, либо две третьих от предела текучести при температуре, указанного в разделе II, часть D, Таблица Y-1.

(c). *Материалы, не включенные в список.* Для материала, который отвечает требованиям параграфа K323.1.2, предел текучести при температуре должен выводиться умножением среднего ожидаемого предела текучести при температуре на SMYS, деленного на средний ожидаемый предел текучести при комнатной температуре.

(d). *Циклические напряжения.* Допустимые значения альтернативного напряжения должны быть в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 2, Приложения 4 и 5.

K302.3.3. Коэффициент качества литья¹. Коэффициент качества литья E_C должен быть равен 1.00 при удовлетворении всех следующих вспомогательных требований:

(a). Все поверхности должны иметь полировку не грубее чем $6.3\mu\text{m } R_a$ ($250\mu\text{дюйм } R_a$ согласно ASME B46.1).

(b). Все поверхности должны быть исследованы либо по методу проникающей жидкости в соответствии с ASTM E165, либо по методу магнитных частиц в соответствии с ASTM E709. Приемлемость изъянов и ремонтов с помощью сварки, должна определяться в соответствии с MSS SP-53 с использованием ASTM E125 в роли контрольных значений.

(c). Каждое литое изделие должно быть полностью исследовано, либо ультразвуковым методом в соответствии с ASTM E114, либо радиографическим методом в соответствии с ASTM E142. Трещины и горячие надрывы (Категории D и E неоднородностей согласно стандартам, приведенным в Таблице K302.3.3D) и изъяны, чья глубина превышает 3% от номинальной толщины стенки, не допускаются. Приемлемые уровни тяжести дефектов для радиографического исследования литых изделий должны быть в соответствии с Таблицей K302.3.3D.

¹ Смотрите замечания к Таблицам 302.3.3C и 302.3.3D в отношении названий стандартов, на которые производится ссылка здесь

Таблица K302.3.3D

Приемлемые уровни тяжести дефектов для стальных литых изделий.

Исследуемая толщина, мм (дюйм)	Применимый стандарт	Приемлемый уровень тяжести дефекта	Приемлемые категории неоднородностей
$\bar{T} \leq 51$ (2)	ASTM E446	1	A, B, C
$51 < \bar{T} \leq 114$ (4.5)	ASTM E186	1	A, B, C
$114 < \bar{T} \leq 305$ (12)	ASTM E280	1	A, B, C

K302.3.4. Коэффициент качества сварного соединения. Трубопроводные компоненты, содержащие сварные швы, должны иметь коэффициент качества сварного соединения $E_j = 1.00$ (смотрите Таблицу 302.3.4 в отношении требований), за исключением того, что критерии приемлемости для этих сварных швов должны быть в соответствии с параграфом K341.3.2. Спиральные сварные швы не допускаются.

K302.3.5. Ограничения для рассчитанных напряжений, вызванных продолжительными нагрузками и деформациями смещения.

(a). *Напряжения, вызванные внутренним давлением.* Напряжения, вызванные внутренним давлением, должны считаться безопасными, когда толщина стенки трубопроводного компонента и средства придания жесткости удовлетворяют требованиям параграфа K304.

(b). *Напряжения, вызванные внешним давлением.* Напряжения, вызванные внешним давлением, должны считаться безопасными, когда толщина стенки трубопроводного компонента и средства придания жесткости удовлетворяют требованиям параграфа K304.

(c). *Продольные напряжения S_L .* Сумма продольных напряжений в любом компоненте в трубопроводной системе, вызванных давлением, весом и другими долговременными нагрузками S_L , не должно превышать S_h в пункте (d), ниже. Толщина трубы, используемая для расчета S_L , должна быть номинальной толщиной минус механический, коррозионный и эрозийный допуск s .

(d). *Диапазон допустимых напряжений смещения S_A .* Вычисленный диапазон напряжений смещения S_E в трубопроводной системе (смотрите параграф 319.4.4) не должен превышать допустимого диапазона напряжений смещений S_A (смотрите параграф 319.2.3), рассчитанный по уравнению:

$$S_A = 1.25S_c + 0.25S_h \quad (32)$$

В приведенном выше уравнении, S_c = допустимое напряжение из Таблицы K-1 при минимальной температуре металла, ожидаемой во время анализируемого цикла смещения

S_h = допустимое напряжение из Таблицы K-1 при максимальной температуре металла, ожидаемой во время анализируемого цикла смещения.

K302.3.6. Ограничения на рассчитанные напряжения, вызванные случайными нагрузками.

(a). *Эксплуатация.* Сумма продольных напряжений, вызванных давлением, весом и другими долговременными нагрузками S_L , и напряжений, вызванных случайными нагрузками, такими как ветер или землетрясение, могут быть равны 1.2-кратному допустимому напряжению, указанному в Таблице K-1. Силы ветра и землетрясения могут не рассматриваться как действующие одновременно.

(b). *Испытание.* На напряжения, вызванные испытательными условиями, не распространяются ограничения параграфа K302.3. Нет необходимости рассматриваться другие случайные нагрузки, такие как нагрузки за счет ветра или землетрясения, как действующие одновременно с испытательными нагрузками.

K302.4. Допуски.

При определении минимальной требуемой толщины трубопроводного компонента, должны включаться допуски на коррозию, эрозию и глубину резьбы или канавки. Смотрите определение s в параграфе K304.1.1(b).

K302.4.1. Механическая прочность. Применяется параграф 302.4.1. Кроме того, усталостный анализ в соответствии с параграфом K304.8, должен быть проведен для любых средств, используемых для увеличения прочности трубопроводного компонента.

**ЧАСТЬ 2.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ
КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.**

K303. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Компоненты, изготовленные в соответствии со стандартами, указанными в Таблице K326.1, должны считаться пригодными для использования при номинальных показателях давления-температуры в соответствии с параграфом K302.2.

К304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДАВЛЕНИЮ КОМПОНЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ.

К304.1. Прямая труба.

К304.1.1. Общие положения.

(а). Требуемая толщина стенки прямых участков трубы должна определяться в соответствии с уравнением (33):

$$t_m = t + c \quad (33)$$

Минимальная толщина стенки E для выбранной трубы, с учетом отрицательного допуска производителя, должна быть не меньше, чем t_m .

(б). Следующие условные обозначения используются в уравнении для проектирования прямой трубы по давлению.

t_m = минимальная требуемая толщина стенки, включая механические допуски, допуски на коррозию и эрозию;

t = толщина стенки для проектирования по давлению, как рассчитано в параграфе К304.1.2 для внутреннего давления, или в соответствии с процедурой, указанной в параграфе К304.1.3 для внешнего давления;

$c = c_1 + c_0$

= сумма механических допусков² (глубина резьбы или канавки) плюс допуски на коррозию и эрозию (где c_1 = сумма внутренних допусков и c_0 = сумма внешних допусков). Для резьбовых компонентов номинальная глубина резьбы (размер h в ASME B1.20.1 или его эквивалент) должна применяться за исключением того, что для соединений с цилиндрической резьбой глубина канавки внешней резьбы не должна учитываться при условии, что:

(а). она не превышает 20% от толщины стенки;

(б). отношение внешнего диаметра к внутреннему D/d больше 1.1;

(с). цельно-нарезанное прикрепление обеспечивает адекватное усиление, и

(д). резьба плюс область подсечки (если имеется) не выходит за пределы усиления на расстояние больше номинальной толщины стенки трубы.

Адекватное усиление за счет крепления, определяется как усиление, необходимое для гарантирования того, что статическое разрывающее внутреннее давление присоединения будет равно или будет превышать статическое разрывающее внутреннее давление ненарезанной части трубы. Адекватность усиления должна подтверждаться расчетами в соответствии с требованиями параграфа К304.7.2.

² Для поверхностей или канавок, обработанных на станке, когда допуск не указан, допуск должен предполагаться равным 0.5 миллиметра (0.02 дюйма) в дополнение к указанной глубине разреза

T = толщина трубы (измеренная или минимальная согласно заказу);

P = внутреннее расчетное избыточное давление;

D = внешний диаметр трубы. Для проектных расчетов в соответствии с этой Главой, внешний диаметр трубы равен максимальному значению, допустимому, согласно техническим требованиям;

d = внутренний диаметр трубы. Для проектных расчетов в соответствии с этой Главой, внешний диаметр трубы равен максимальному значению, допустимому согласно техническим требованиям

S = допустимое напряжение из Таблицы К-1.

К304.1.2. Прямая труба под внутренним давлением. Толщина стенки t , при проектировании по внутреннему давлению, должна быть не меньше, чем толщина, рассчитанная в соответствии с Уравнением (34а) для трубы с указанным внешним диаметром и минимальной толщиной стенки, или в соответствии с Уравнением (34б) для трубы с указанным внутренним диаметров и минимальной толщиной стенки:

$$t = \frac{D - 2c_e}{2} \left[1 - \exp\left(\frac{-1.155P}{S}\right) \right] \quad (34a)^{3, 4, 5}$$

или

$$t = \frac{d + 2c_f}{2} \left[\exp\left(\frac{1.155P}{S}\right) - 1 \right] \quad (34b)^{3, 4, 5}$$

Или же, внутреннее расчетное избыточное давление P может быть рассчитано по Уравнениям (35а) или (35б)Ж:

$$P = \frac{S}{1.155} \ln \left[\frac{D - 2c_e}{D - 2(T - c_f)} \right] \quad (35a)^{4, 5}$$

или

$$P = \frac{S}{1.155} \ln \left[\frac{d + 2(T - c_0)}{d + 2c_f} \right] \quad (35b)^{4, 5}$$

К304.1.3. Прямая труба под внешним давлением.

Толщина прямой трубы под внешним давлением для проектировании по давлению должна определяться в соответствии с

³ Экспонента (например слагаемое $\exp(-1.155P/S)$) представляет собой основание натурального логарифма e , возведенного в указанную степень (то есть $-1.155P/S$)

⁴ Цель этого уравнения – обеспечить коэффициент не меньше 2.0 для требуемого давления в соответствии с теорией von Mises, чтобы начать текучесть на внешней поверхности цилиндра, сделанного из совершенного эластично-пластичного материала

⁵ Любой механический допуск, допуск на коррозию или эрозию c , не указанный как внутренний c_1 или внешний c_0 , должен приниматься как внутренний, то есть $c=c_1$ и $c_0=0$

параграфом K304.1.2 для трубы, когда $D/t < 3.33$, если, по крайней мере, один торец трубы подвергается полному осевому давлению, производящему компрессионное осевое напряжение. Для $D/t \geq 3.33$ и $D/t < 3.33$, когда внешнее давление не прилагается к, по крайней мере, одному торцу трубы, толщина стенки для проектирования по давлению должна определяться в соответствии с параграфом 304.1.3, за исключение того, что значения напряжения должны браться из Таблицы K-1.

K304.2. Искривленные сегменты трубы и составные колена.

K304.2.1. Трубные колена. Максимальная требуемая толщина стенки t_m колена после гибки может определяться, как для прямой трубы в соответствии с параграфом K304.1, при условии, что радиус колена на осевой линии трубы равен или больше чем десятикратный номинальный диаметр трубы и соблюдены допуски и ограничения по деформации, указанные в параграфе K332. Иначе, проект должен быть квалифицирован, как требуется в параграфе K304.7.2.

K304.2.2. Коленчатые патрубки. Сборные коленчатые патрубки, не соответствующие параграфу K303, и трубные колена, не соответствующие параграфу K304.2.1, должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K304.2.3. Составные колена. Составные колена запрещены.

K304.2.4. Искривленные сегменты трубы под внешним давлением. Толщина стенки искривленных сегментов трубы, подвергающихся внешнему давлению, может быть определена, как указано для прямой трубы в параграфе K304.1.3 при условии, что расчетная длина L равна погонной длине по осевой линии между любым двумя участками, жесткость которых увеличивается в соответствии с параграфом 304.1.3.

K304.3. Патрубки.

K304.3.1. Общие положения. Приемлемые патрубки включают в себя: фитинг в соответствии с параграфом K303; прессованный отвод в соответствии с параграфом 304.3.4, или патрубковый фитинг (смотрите параграф 300.2), похожий на тот, что показан на рисунке K328.5.4.

K304.3.2. Прочность патрубковых присоединений.

(a). Отверстие, сделанное для патрубкового присоединения, уменьшает и статическую, и усталостную прочность напорной трубы. В патрубковом присоединении должно быть достаточно материала, чтобы удерживать давление и отвечать требованиям, предъявляемым к усилению.

(b). Проектирование патрубкового присоединения по статическому давлению не в соответствии с параграфом K303, должно удовлетворять требованиям параграфа

304.3.4 для прессованных отводов или должно квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K304.3.3. Усиление сварных патрубковых присоединений. Патрубковые присоединения, сделанные как указано в параграфе 304.3.3, не допускаются.

K304.4. Запорные элементы.

(a). Запорные элементы, не соответствующие параграфу K303 или пункту (b), ниже, должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

(b). Запорные элементы могут проектироваться в соответствии с правилами, допустимыми напряжениями и температурными пределами Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2 или Подраздел 3, и Раздел II, Часть D.

K304.5. Проектирование фланцев и заглушек по давлению.

K304.5.1. Фланцы – общие положения.

(a). Фланцы, не соответствующие параграфу K303 или пункту (b), ниже, должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

(b). Фланец может проектироваться в соответствии с правилами, допустимыми напряжениями и температурными пределами Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, Приложение 3 (или Приложения 4, 5 и 6) или Подраздел 3, Статья KD-6, и Раздел II, Часть D.

K304.5.2. Слепые фланцы – общие положения.

(a). Слепые фланцы, не соответствующие параграфу K303 или пунктам (b) или (c), ниже, должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

(b). Слепой фланец может проектироваться в соответствии с уравнением (36). Толщина выбранного фланца должна быть не меньше, чем t_m (смотри параграф K304.1.1, в котором описаны условные обозначения), с учетом производственных допусков:

$$t_m = t + c \quad (36)$$

Правила, допустимые напряжения и температурные пределы Раздела VIII, Подраздел 2, AD-700, могут использоваться со следующими изменениями в условных обозначениях, чтобы рассчитать t_m :

t = толщина проектирования по давлению (вместо T), рассчитанная для данного вида слепого фланца с использованием соответствующего уравнения из AD-700
 c = сумма механических допусков, определенная в параграфе K304.1.1.

(c). Слепой фланец может проектироваться в соответствии с правилами, допустимыми напряжениями и температурными пределами Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Статья KD-6, и Раздел II, Часть D.

K304.5.3. заглушки. Проект заглушки должен быть в соответствии с параграфом 304.5.3, за исключением того, что E должно быть равно 1.00, а определения для S и c должны быть в соответствии с параграфом K304.1.1.

K304.6. Редукторы.

Редукторы, не отвечающие требованиям параграфа K303, должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K304.7. Проектирование по давлению других компонентов.

K304.7.1. Компоненты, включенные в список. Другие компоненты, содержащие давление, произведенные в соответствии со стандартами, указанными в Таблице K326.1, могут использоваться в соответствии с требованиями параграфа K303.

K304.7.2. Компоненты и элементы, не включенные в список. Проектирование по статическому давлению для компонентов и других трубопроводных элементов, не включенных в список, к которым не применяются правила, указанные в параграфах K304.1 – K304.6, должно основываться на расчетах, соответствующих философии проектирования этой Главы. Эти расчеты должны быть подтверждены одним или несколькими способами, указанными в пунктах (а), (b) и (с) ниже, с учетом применимых эффектов окружающей среды и динамических эффектов, указанных в параграфах 304.1 – 301.11:

- (а). большой, успешный опыт эксплуатации при сравнимых расчетных условиях с аналогично соразмерными компонентами, сделанными из такого же или похожего материала,
- (b). испытание в рабочих условиях, достаточное, чтобы подтвердить как проектирование по статическому давлению, так и усталостную долговечность при запланированных условиях эксплуатации. Проектирование по статическому давлению может подтверждаться демонстрацией того, что авария или избыточная пластичная деформация не будут иметь место при давлении, эквивалентном двукратному внутреннему расчетному давлению P . Испытательное давление должно быть в два раза больше расчетного давления, умноженного на отношение допустимого напряжения при испытательной температуре к допустимому напряжению при расчетной температуре, и на отношение действительного предела текучести к указанному минимальному пределу текучести при комнатной температуре из Таблицы K-1.
- (с). подробный анализ напряжения (например, метод конечного элемента) с результатами, оцененными как описано в Разделе VIII, Подраздел 3, Статья KD-2;
- (d). для пунктов (а), (b) и (с), выше, интерполяции, подкрепленные анализом допускаются между размерами, толщинами стенок и классами давления, а также допускаются аналогии между родственными материалами, подкрепленные данными о свойствах материалов. Экстраполяция запрещена.

K304.7.3. Компоненты с неметаллическими деталями. За исключением прокладок и набивки, неметаллические детали запрещены.

K304.7.4. Раструбные стыки колпакового типа. Раструбные стыки колпакового типа запрещены.

K304.8. Усталостный анализ.

K304.8.1. Общие положения. Усталостный анализ должен выполняться для каждой трубопроводной

системы, включая все компоненты⁶ и соединения в ней, и учитывая напряжения, возникающие благодаря прикреплению, чтобы определить ее пригодность к циклическим условиям эксплуатации⁷, указанным в инженерном проекте. За исключением случаев, указанных в пунктах (а) и (b), ниже, или в параграфах K304.8.5 и K304.8.6, этот анализ должен проводиться в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2⁸. Циклические условия должны включать в себя вариации давления, а также термические вариации или напряжения смещения. Требования параграфа K304.8 являются дополнением к требованиям, предъявляемым к анализу гибкости в параграфе K319. Не требуется формального усталостного анализа для систем, которые:

- (а). повторяют успешно эксплуатируемые установки или заменяют без существенного изменения системы с удовлетворительным послужным списком, или
- (b). могут легко быть оценены, как адекватные, сравнением с ранее проанализированными системами.

K304.8.2. Амплитуда переменных напряжений. Значение амплитуды переменного напряжения для сравнения с графиками расчетной усталости должны определяться в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 2, Приложения 4 и 5.

K304.8.3. Допустимая амплитуда переменного напряжения. Допустимая амплитуда переменного напряжения должна определяться по применимому графику расчетной усталости в Разделе VIII, Подраздел 2, Приложение 5. Проектировщик предупреждается о том, что факторы, перечисленные в параграфе K302.1, могут снизить усталостную долговечность компонентов ниже значения, прогнозируемого, с помощью этого графика.

K304.8.4. Оценка напряжения, вызванного давлением, для усталостного анализа.

(а). Для усталостного анализа прямой трубы, уравнение (37) может использоваться, чтобы рассчитать плотность⁹ напряжения на внутренней поверхности, вызванного только внутренним давлением:

$$S = \frac{PD^2}{2(T-c)[D-(T-c)]} \quad (37)$$

(b). Для усталостного анализа искривленной трубы, уравнение (37) может использоваться с размерами прямой трубы, из которой была получена искривленная труба, чтобы рассчитать

⁶ Изъяны расточки могут снизить усталостную долговечность

⁷ Если диапазон изменения температуры варьируется, эквивалентные полные температурные циклы N могут быть рассчитаны как указано в сноске 6 к параграфу 302.3.5

⁸ Усталостный анализ в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 2, требует, чтобы коэффициенты концентрации напряжения использовались при расчете циклических напряжений

⁹ Термин "плотность напряжения" определен в Разделе VIII, Подраздел 2.

максимальную плотность напряжения на внутренней поверхности, вызванного только внутренним давлением, при условии, что радиус гибки на осевой линии не меньше чем 10-кратный номинальный внешний размер трубы, и при условии что допуски и пределы деформации, указанные в параграфе K33.2 соблюдены. Изгибы меньшего радиуса должны квалифицироваться, как указано в параграфе K304.7.2.

(с). Если значение S , рассчитанное по уравнению (37), превышает трехкратное допустимое напряжение из Таблицы K-1 при средней температуре во время цикла нагрузки, требуется неэластичный анализ.

K304.8.5. Оценка усталостной долговечности, с помощью испытания. С одобрения владельца, расчетная усталостная долговечность компонента может быть установлена, с помощью испытания разрушающими методами, проведенного в соответствии с параграфом K304.7.2, вместо указанных выше требований.

K304.8.6. Увеличенная усталостная долговечность. Расчетная усталостная долговечность трубопроводных компонентов может быть увеличена сверх той, что определена, с помощью графиков усталостной долговечности Раздела VIII, Подраздел 2, Приложение 5, с использованием одного из методов, указанных ниже, при условии, что компонент квалифицируется в соответствии с параграфом K304.7.2:

(а). обработка поверхности, такая как улучшенная полировка поверхности;

(б). методы предварительного напряжения, такие как автофреттирование, дробеструйное упрочнение или горячая посадка.

Проектировщик предупреждается о том, что польза предварительного напряжения может быть уменьшена из-за термических эффектов, эффектов деформационного размягчения или других эффектов.

**ЧАСТЬ 3.
ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБОПРОВОДНЫМ КОМПОНЕНТАМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.**

K305. Труба.

Труба включает в себя компоненты, указанные как "трубка" или "трубки" в техническом требовании к материалу, когда они используются для напорных условий эксплуатации.

K305.1. Требования.

K305.1.1. Общие положения. Труба и трубки должны быть либо бесшовными, либо продольно сваренными с прямым швом и коэффициентом качества соединения $E_j = 1.00$, исследованными в соответствии с Замечанием (2) к Таблице K341.3.2.

K305.1.2. Дополнительное исследование. Труба и трубка должны пройти 100%-ое исследование на

продольные дефекты в соответствии с Таблицей K305.1.2. Это исследование

Таблица K305.1.2

Требуемое ультразвуковое исследование или исследование вихревым током на продольные дефекты для трубы и трубок.

Диаметр, мм (дюйм)	Требуемое исследование	Ссылочный параграф
$d < 3.2$ (1/8) или $D < 6.4$ (1/4)	Нет	....
$3.2 \leq d \leq 17.5$ (11/16) и $6.4 \leq D \leq 25.4$ (1)		K44/8
$d > 17.5$ или $D > 25.4$	Ультразвуковое (UT)	K344.6
Замечание	Ультразвуковое (UT)	K344.6

(1). Это исследование ограничивается трубами и трубками из холодно тянутых аустенитных нержавеющей сталей.

является дополнительным к испытаниям на приемлемости, требуемым в соответствии с техническими требованиями к материалу.

K305.1.3. Термическая обработка. Термическая обработка, если требуется, должна проводиться в соответствии с параграфом K331.

K305.1.4. Трубы и трубки, не включенные в список. Трубы и трубки, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с параграфом K302.2.3.

K306. ФИТИНГИ, КОЛЕНА И ПАТРУБКИ.

Труба и другие материалы, использованные в фитингах, коленах и патрубках, должны быть пригодными для процесса производства или сборки и иным образом пригодными для эксплуатации.

K306.1. Трубные фитинги.

K306.1.1. Общие положения. Все литые изделия должны иметь коэффициент качества литья $E_c = 1.00$, при этом исследования и критерии приемлемости должны быть в соответствии с параграфом K302.3.3. Все сварные швы должны иметь коэффициент качества сварного шва $E_j = 1.00$, при этом исследования и критерии приемлемости должны быть в соответствии с параграфами K341-K344. Фитинги, включенные в список, могут использоваться в соответствии с параграфом K303. Фитинги, не включенные в список, могут использоваться только в соответствии с параграфом K302.2.3.

K306.1.2. Особые фитинги.

(а). Муфтовые сварные фитинги не допускаются.
(б). Резьбовые фитинги допускаются только в соответствии с параграфом K314.

(с). Фитинги патрубков (смотрите параграф 300.2), чья конструкция была успешно испытана, с помощью испытаний в рабочих условиях, как требуется в параграфе K304.7.2(b), могут использоваться в пределах их установленных номинальных показателей.

K306.2. Трубные колена.

K306.2.1. Общие положения. Колено, сделанное в соответствии с параграфом K332.2 и проверенное на проектирование по давлению в соответствии с параграфом K304.2.1, должно быть пригодным для такого типа и условий эксплуатации, что и труба, из которой оно сделано.

K306.2.2. Гофрированные и другие колена. Колена другого типа (такие как складчатое или гофрированное) не допускаются.

K306.3. Составные колена.

Составные колена не допускаются.

K306.4. Сборные или развальцованные нахлестки.

Допускаются только кованые нахлестки.

K306.5. Сборные патрубковые присоединения.

Сборные патрубковые присоединения, изготовленные с помощью сварки, должны собираться в соответствии с параграфом K328.5.4 и исследоваться в соответствии с параграфом K341.4.

K307. КЛАПАНЫ И ОСОБЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

Следующие требования для клапанов должны также быть удовлетворены в отношении других трубопроводных компонентов, содержащих давление, таких как ловушки, фильтры грубой очистки и сепараторы.

K307.1. Общие положения.

Проектирование по давлению для клапанов, не включенных в список, должно квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K308. ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ФЛАНЦЕВАЯ ТОРЦОВКА И ПРОКЛАДКИ.

K308.1. Общие положения.

Проектирование по давлению для фланцев, не включенных в список, должно проверяться в соответствии с параграфом K304.5.1 или квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K308.2. Особые фланцы.

K308.2.1. Резьбовые фланцы. Резьбовые фланцы могут использоваться только в пределах ограничений, налагаемых на резьбовые соединения параграфом K314.

K308.2.2. Другие типы фланцев. Съемные фланцы, муфтовые сварные фланцы и фланцы раструбных стыков, и фланцы для развальцованных нахлесток не допускаются.

K308.3. Торцовка фланцев.

Торцовка фланцев должна быть пригодной для условий эксплуатации и для используемых прокладок и болтового крепления.

K308.4. Прокладки.

Прокладки должны выбираться так, чтобы требуемая герметизирующая нагрузка была сравнима с номинальным показателем фланца и торцовкой фланца, прочность фланца и его болтовым креплением. Материалы должны быть пригодными для условий эксплуатации. Вид аварии прокладки должен учитываться при выборе прокладки и проектировании соединения.

K308.5. Заглушки.

Закорки должны иметь маркировку, указывающую материал, номинальный показатель по давлению-температуре и размер, которая должна быть видна после установки.

K309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

Болтовое крепление, включая болты, шпильки, штифты, винты с головками под ключ, гайки и шайбы, должно удовлетворять требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, Статья М-5. Смотрите также Приложение F, параграф F309 этого Сборника.

ЧАСТЬ 4. ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБОПРОВОДНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.

K310. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Соединения должны быть пригодными для технологической среды и для нагрузок, вызванных давлением-температурой и других механических нагрузок, ожидаемых во время эксплуатации.

K311. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

K311.1. Общие положения.

Сварные швы должны удовлетворять следующему:
(а). Сварка должна быть произведена в соответствии с параграфом K328.

(b). Предварительный нагрев и термическая обработка должны быть проведены в соответствии с параграфами K330 и K331 соответственно.

(c). Исследование должно быть проведено в соответствии с параграфом K341.4, с использованием критериев приемлемости, указанных в Таблице K341.3.2.

K311.2. Особые требования.

K311.2.1. Подкладочные кольца и плавкие вставки. Подкладочные кольца не должны использоваться. Плавкие вставки не должны использоваться в сварных соединениях встык, за исключением случаев, когда это указано в инженерном проекте.

K311.2.2. Угловые сварные швы. Угловые сварные швы могут использоваться только для конструкционных прикреплений в соответствии с требованиями параграфов K321 и K328.5.2.

K311.2.3. Другие типы сварных швов. Муфтовые сварные швы и герметизирующие сварные швы не допускаются.

K312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Фланцевые соединения должны выбираться для герметичности, с учетом требований параграфа K308. полировки торцов фланцем и метода крепления. Смотрите также параграф F312.

K312.1. Соединения, использующие фланцы различных номинальных показателей.

Применяется параграф 312.1.

K313. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ.

Раструбные стыки запрещены.

K314. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

K314.1. Общие положения.

За исключением случаев, указанных в параграфах K314.2 и K314.3, резьбовые соединения не допускаются в роли соединений между трубопроводными узлами.

(a). Схема трубопровода должна быть таковой, чтобы минимизировать деформации на резьбовых соединениях, которые могли бы отрицательно повлиять на герметичность.

(b). Опоры должны проектироваться так, чтобы контролировать или минимизировать деформацию и вибрацию на резьбовых соединениях и уплотнениях.

K314.2. Особые резьбовые соединения.

Особые резьбовые соединения могут использоваться, чтобы крепить фланцы или фитинги для соединений, в которых торец трубы проходит сквозь фланец или

фитинги и обработан на станке так, чтобы образовывать герметизирующую поверхность с линзовым кольцом, коническим кольцом, сопряженным трубным торцом или похожим герметизирующим устройством.

K314.3. Другие резьбовые соединения.

Резьбовые соединения, не соответствующие параграфу K314.2, должны использоваться только для контрольно-измерительных приборов, вентиляции, водоспуска и похожих целей, и должны быть не больше, чем DN 15 (NPS 1/2). Такие соединения не должны подвергаться нагрузкам сгибания или вибрации.

K314.3.1. Соединения с конической резьбой. Для механической прочности, компоненты с наружной резьбой должны иметь номинальную толщину стенки, по крайней мере, Регламента 160. Номинальная толщина труб Регламента 160 указана в ASME B36.10M для DN 15 (NPS 1/2) и в ASME B16.11 для размеров меньше, чем DN 15 (NPS 1/2).

K314.3.2. Соединения с цилиндрической резьбой. Резьбовые соединения, в которых герметичность соединения обеспечивается за счет опорной поверхности, отличной от резьбы (например, конструкция, показанная на рисунке 335.3.3), должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2.

K315. СОЕДИНЕНИЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ.

Соединения насосно-компрессорных труб развальцованного, неразвальцованного и компрессионного типов запрещены.

K316. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Законопаченные соединения запрещены.

K317. СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯНЫЕ ТВЕРДЫМ ИЛИ МЯГКИМ ПРИПОЕМ.

K317.1. Соединения, паянные мягким припоем.

Соединения, паяные мягким припоем, запрещены.

K317.2. Соединения, паяные твердым припоем.

(a). Соединения, сваренные с припоем, и угловые соединения, сделанные с присадочным металлом пайки твердым припоем, не допускаются.

(b). Соединения, паяные твердым припоем, должны быть в соответствии с параграфом K333 и должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K304.7.2. Применение таких соединений относится на ответственность владельца. Температура плавления сплавов для паяния твердым припоем должна учитываться, когда вероятно воздействие огня.

K318. ОСОБЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Особые соединения включают соединительные муфты, механические, сальниковые гаечные и манжетные соединения.

K318.1. Общие требования.

Соединения могут использоваться в соответствии с параграфом 318.2 и требованиями, предъявляемыми к материалам и компонентам в этой Главе.

K318.2. Особые требования.

K318.2.1. Испытания прототипов. Прототипное соединение должно подвергаться испытаниям в рабочих условиях, в соответствии с требованиями параграфа K304.7.2(b), чтобы определить безопасность соединения при испытательных условиях, симулирующих все ожидаемые условия эксплуатации. Испытание может включать циклическое моделирование.

K318.2.2. Запрещенные соединения. Запрещаются соединения колпакового типа и адгезивные соединения.

**ЧАСТЬ 5.
ГИБКОСТЬ И ОПОРА.****K319. ГИБКОСТЬ.**

Анализ гибкости должен проводиться для каждой трубопроводной системы. Параграфы 319.1 – 319.7 применяются за исключением параграфов 319.4.1(c) и 319.4.5. Вычисленный диапазон напряжения смещений должен быть в пределах допустимого диапазона напряжения смещения в параграфе K302.3.5 и должен также включаться в усталостный анализ в соответствии с параграфом K304.8.

K321. ОПОРА ТРУБОПРОВОДА.

Опоры трубопровода и методы крепления должны быть в соответствии с параграфом 321, за исключением модифицированных положений, указанных ниже, и должны быть подробно описаны в инженерном проекте.

K321.1.1. Цели. Параграф 321.1.1 применяется, но использует "Глава" вместо "Сборник" в пункте (1).

K321.1.4. Материалы. Параграф 321.1.4 применяется, но с заменой пункта (e) на следующий:

(e). Крепления, приваренные к трубопроводу, должны быть сделаны из материала, совместимого с трубопроводом и условиями эксплуатации. Другие требования указаны в параграфах K321.3.2 и K323.4.2(b).

K321.3.2. Интегральные крепления. Параграф 321.3.2 применяется, но используется "K321.1.4(e)" вместо "321.1.4(e)" и "Глава IX" вместо "Глава V".

**ЧАСТЬ 6.
СИСТЕМЫ.****K322. ОСОБЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ.****K322.3. Трубопроводы контрольно-измерительных приборов.**

K322.3.1. Определение. Трубопровод контрольно-измерительных приборов, в рамках данной Главы, включает в себя все трубы и трубопроводные компоненты, используемые для того, чтобы соединять контрольно-измерительные приборы к трубопроводу или оборудованию высокого давления. Контрольно-измерительные приборы, постоянно герметизированные трубопроводные системы, заполненные средой, с установленными контрольно-измерительными приборами, такими как устройства, чувствительные к температуре или давлению, и трубопроводы управления для аппаратов, управляемых с помощью воздуха или гидравлически (не присоединенных непосредственно к трубопроводу или оборудованию высокого давления), лежат вне сферы действия этой Главы.

K322.3.2. Требования. Трубопроводы контрольно-измерительных приборов, находящиеся в сфере действия этой Главы, должны быть в соответствии с параграфом 322.3.2 за исключением того, что расчетное давление и расчетная температура должны определяться в соответствии с параграфом K301 и должны применяться правила параграфа K310. Контрольно-измерительные приборы и трубопроводы управления, лежащие вне сферы действия настоящей Главы, должны проектироваться в соответствии с параграфом 322.3.

K322.6. Системы сброса давления.

Параграф 322.6 применяется за исключением параграфа 322.6.3.

K322.6.3. Защита от избыточного давления. Защита от избыточного давления для трубопроводных систем высокого давления должна отвечать следующему:

(a). Кумулятивная мощность устройств сброса давления должна быть достаточной, чтобы предотвратить повышение давления на более чем 10% сверх расчетного давления трубопровода при эксплуатационной температуре, во время состояния сброса давления для одиночного устройства сброса давления, или более чем 16% сверх расчетного давления, когда установлено больше одного устройства сброса давления, за исключением случаев, указанных в пункте (c) ниже.

(b). Защита системы должна включать одно устройство сброса давления, с уставкой на расчетное давление или ниже, при эксплуатационной температуре для состояния сброса давления, при этом ни одно устройство не должно работать при давлении большем, чем 105% от расчетного давления, за исключением случаев, указанных в пункте (c) ниже.

(c). Вспомогательные устройства сброса давления, установленные для защиты от избыточного давления, вызванного огнем или другими неожиданными источниками внешнего нагрева, должны иметь установку на срабатывание при давлении, не большем 110% от расчетного давления трубопроводной системы, и должны быть способны ограничить максимальное давление во время сброса до, не более чем, 121% от расчетного давления.

ЧАСТЬ 7. МАТЕРИАЛЫ.

K323. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

(a). Параграф K323 устанавливает ограничения и требуемые квалификации для материалов, основанные на их природных свойствах. На их использование также распространяются требования, указанные в тексте Главы IX и в Таблице K-1.

(b). Особое внимание должно быть уделено процессу производства, чтобы гарантироваться однородность свойств в каждом трубопроводном компоненте.

(c). Смотрите параграф K321.1.4, в котором описаны материалы для опор.

K323.1. Материалы и технические требования.

K323.1.1. Материалы, включенные в список. Любой материал, используемый в трубопроводном компоненте, содержащем давление, должен отвечать одному из технических требований, включенных в список, за исключением случаев, указанных в параграфе K323.1.2.

K323.1.2. Материалы, не включенные в список. Материал, не включенные в список, может использоваться, при условии, что он отвечает одному из опубликованных технических требований в отношении химического состава, физических и механических свойств, метода и процесса изготовления, термической обработки и контроля качества, и иным образом отвечает требованиям этой Главы. Допустимые напряжения должны определяться, в соответствии с применимым базисом для расчета допустимого напряжения, указанным в этой Главе, или на основе более консервативного базиса.

K323.1.3. Неизвестные материалы. Материалы неизвестной спецификации, типа или класса запрещены.

K323.1.4. Материалы, извлеченные из отходов. Трубы и другие трубопроводные компоненты, сделанные из материалов, извлеченных из отходов, могут использоваться при условии, что они должным образом идентифицированы, как отвечающие одному из технических требований, включенных в список, имеют послужной список использования материала и имеют документированную оценку усталостной долговечности, и иным образом отвечают требованиям данной Главы. Достаточная очистка и осмотр должны быть проведены, чтобы определить минимальную толщину стенки и отсутствие дефектов, которые могли бы быть неприемлемыми для запланированных условий эксплуатации.

K323.1.5. Анализ продукта. Соответствие материалов химическим требованиям, предъявляемым к анализу продукта в применимом техническом требовании, должно быть проверено, и сертификат в отношении этого должен быть предоставлен. Требования к анализу продукта определяются в применимом техническом требовании к материалу.

K323.1.6. Устранение дефектов материалов с помощью сварки. Дефекты материала могут устраняться с помощью сварки, при условии, что удовлетворены все следующие критерии:

(a). Техническое требование к материалу допускает устранение дефектов с помощью сварки.

(b). Процедура сварки и сварщики или операторы сварочных автоматов должны быть квалифицированы, как требуется в параграфе K328.2.

(c). Устранение дефектов и исследование результатов должно выполняться в соответствии с техническим требованием к материалу и должно проводиться с одобрения владельца.

K323.2. Температурные ограничения.

Проектировщик должен проверить, что материалы, которые отвечают другим требованиям этой Главы, пригодны для эксплуатации по всему диапазону эксплуатационных температур. Внимание обращается на Замечание (4) в Приложении K и параграфу K323.2.1, следующему ниже. (Замечание (7) Приложения A объясняет средства, используемые для определения предупредительных и ограничительных температурных пределов для материалов).

K323.2.1. Верхние температурные пределы, материалы, включенные в список. Материал, включенный в список, может использоваться при температуре выше максимальной температуры, для которой показано значение напряжения в Таблице K-1, только если:

(a). в Приложении K или где-либо еще в этой Главе не имеется запрета,

(b). проектировщик убедился в пригодности материала к эксплуатации в соответствии с параграфом K323.2.4, и

(c). верхний температурный предел должен быть меньше, чем температура, для которой допустимое напряжение, определенное в соответствии с параграфом 302.3.2, регулируется положениями по ползучести или разрыву под напряжением, указанными в данном параграфе.

K323.2.2. Нижний температурный предел, материалы, включенные в список.

(a). Наименьшая разрешенная эксплуатационная температура для компонента или сварного шва должна быть температурой испытания на ударную вязкость, определенной в соответствии с параграфом K323.3.4(a), за исключением случаев, указанных в пунктах (b) или (c), ниже:

(b). Для компонента или сварного шва, подверженного продольным или кольцевым напряжениям ≤ 41 МПа (6 ksi), наименьшая эксплуатационная температура должна быть меньше из следующих двух величин: -46°C (-50°F) или температура испытания на ударную вязкость, определенная в параграфе K323.3.4(a);

(c). Для материалов, исключаемых из испытания по Шарпи Замечанием (6) к Таблице K323.3.1, эксплуатационная температура не должна быть меньше чем -46°C (-50°F).

K323.2.3. Температурные пределы, материалы, не включенные в список. Материал, не включенный в список, приемлемый в соответствии с параграфом K323.1.2, должен быть квалифицирован для эксплуатации при всех температурах в пределах указанного диапазона, от расчетной минимальной температуры до расчетной (максимальной) температуры, в соответствии с параграфом K323.2.4. Также применяются требования параграфа K323.2.1(c).

K323.2.4. Проверка пригодности к эксплуатации.

(а). Когда используется материал, не включенный в список, или когда материал, включенный в список, должен использоваться при температуре выше наивысшей температуры, для которой показано значение напряжения в Приложении К, проектировщик несет ответственность за демонстрацию действительности допустимых напряжений и других проектных ограничений и подхода, использованного при использовании материала, включая вывод данных напряжения и установку температурных пределов.

(б). Параграф 323.2.4(б) применяется за исключением того, что значения допустимых напряжений должны определяться в соответствии с параграфом K302.3.

K323.3. Методы проведения и критерии приемлемости испытаний на ударную вязкость.

K323.3.1 Общие положения. Испытания на ударную вязкость должны проводиться в соответствии с Таблицей K323.3.1 на репрезентативных образчиках с использованием методов испытаний, описанных в параграфах K323.3.2, K323.3.3 и K323.3.4. Критерии приемлемости описаны в параграфе K323.3.5.

K323.3.2. Процедура. Применяется параграф 323.3.2.

K323.3.3. Испытательные образчики.

(а). Каждый набор образчиков для испытания на ударную вязкость должен состоять из трех испытательных брусков. Испытания на ударную вязкость должны проводиться с использованием стандартных испытательных брусков с квадратным поперечным сечением 10 миллиметров (0.394 дюйма) для испытания по-Шарпи с V-образным надрезом, ориентированным в поперечном направлении.

(б). Когда размер компонента и/или форма компонента не допускают использование образчиков, указанных в пункте (а), выше, могут быть подготовлены стандартные продольные образчики по-Шарпи с квадратным поперечным сечением 10 миллиметров.

(с). Когда размер компонента и/или форма компонента не допускают использование образчиков, указанных в пунктах (а) и (б), выше, могут быть подготовлены продольные образчики по-Шарпи меньшего размера. Испытательная температура должна быть уменьшена в соответствии с Таблицей 323.3.4. Смотрите также Таблицу K323.3.1, Замечание (б).

(д). Если необходимо в пунктах (а), (б) или (с), выше, углы образчиков, параллельные стороне, противоположной надрезу, или находящиеся на этой стороне, могут быть такими, как показано на Рисунке K323.3.3.

K323.3.4. Испытательные температуры. Для всех испытаний на ударную вязкость по-Шарпи должны быть соблюдены все критерии испытательной температуры, указанные в пунктах (а) и (б), ниже.

(а). Испытания на ударную вязкость по-Шарпи должны проводиться при температуре не выше, чем наименьшая температура металла, при которой трубопроводный компонент или сварной шов будут подвергаться напряжению большему, чем 41 МПа (6 ksi). При указании требуемой испытательной температуры, следует учитывать следующее:

- (1). диапазон эксплуатационных условий;
- (2). условия осадки;
- (3). экстремальные температуры окружающей среды, и
- (4). температуру требуемых испытаний на утечку.

(б). Когда наибольший возможный испытательный образчик имеет ширину вдоль надреза меньше, чем меньшая из следующих двух величин: 80% от толщины материала или 8 миллиметров (0.315 дюйма), испытание должно проводиться при пониженной температуре в соответствии с Таблицей 323.3.4, рассматривая эту температуру как температуру, сниженную ниже испытательной температуры, требуемой пунктом (а), выше.

K323.3.5. Критерии приемлемости.

(а). *Требования к минимальной энергии для материалов, отличных от болтового крепления.* Применимые требования к минимальной ударной энергии для материалов должны быть такими, как показано в Таблице K323.3.5. Поперечное расширение должно измеряться в соответствии с ASTM A370 (название смотрите в параграфе 323.3.2). Результаты должны быть включены в отчет по испытанию на ударную вязкость.

(б). *Требования к минимальной энергии для материалов болтового крепления.* Применимые требования к минимальной энергии должны быть такими, как показано в Таблице K323.3.5, за исключением случаев, указанных в Таблице K323.3.1.

(с). *Требования к испытаниям на ударную вязкость для сварных швов.* Когда два базовых металла, имеющие различные значения требуемой ударной энергии, соединяются с помощью сварки, требования к энергии испытания на ударную вязкость должны быть равными или превышать требования базового материала, имеющего меньшую требуемую ударную энергию.

(д). *Повторные испытания.*

(1). *Повторное испытание по критерию поглощенной энергии.* Когда среднее значения трех образчиков равно или превышает минимальное значение, разрешенное для одиночного образчика, и значение, для более чем, одного образчика ниже требуемой средней величины, или когда значение для одного образчика ниже минимального значения, допустимого для одиночного образчика, должно быть проведено повторное испытание трех дополнительных образчиков. Значение для каждого из образчиков повторного испытания должно быть равно или должно превышать требуемое среднее значение.

(2). *Повторное испытание из-за ошибочных результатов испытания.* Когда ошибочный результат вызван дефектным образчиком или неопределенностью при испытании, допускается повторное испытание. Отчет, включающий результаты испытаний, должен также указать, почему оригинальный образчик был признан дефектным или какой шаг процедуры испытания был сделан неправильно.

K323.4. Требования к материалам.

K323.4.1. Общие положения. Требования в параграфе K323.4 применяются к деталям, удерживающим давление, и не применяются к материалам, использованным как опоры, прокладки, набивка или болтовое крепление. Смотрите также Приложение F, параграф F323.4.

Таблица K323.3.1.
Требования к испытанию на ударную вязкость.

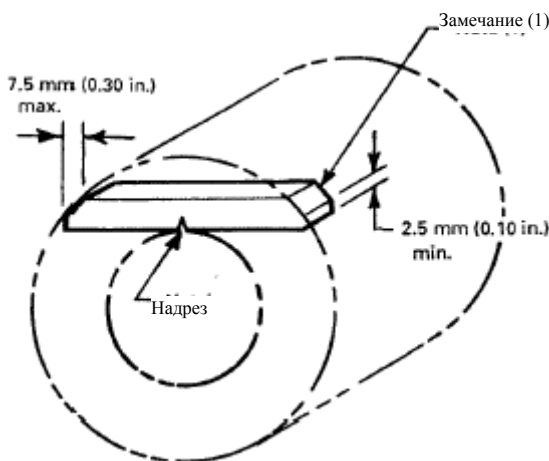
Характеристика испытания		Колонка А Труба, трубы и компоненты, сделанные из трубы или трубки	Колонка В Другие компоненты, фитинги и так далее	Колонка С Болты
Испытания на материалах	Количество испытаний	Как требуется в соответствии с техническим требованием к материалу, или одно испытание на каждую партию (смотрите Замечание (1)) в зависимости от того, какое количество будет большим, за исключением случаев, указанных в Замечании (6)		
	Размещение и ориентация образчиков (смотрите Замечание (2))	(a) Поперечно продольной оси, разрез параллелен оси. (Смотрите Замечание (3)) (b) Когда размер и/или форма компонента не допускают использование образчиков, указанных в пункте (a) выше, применяются параграфы K323.3.3(b), (c) и (d) в зависимости от необходимости	(a) Поперечно направлению максимального удлинения во время прокатки или поперечно направлению основной обработки во времяковки. Разрез должен быть ориентирован параллельно направлению максимального удлинения или основной обработки (b) Если не существует единой идентифицируемой оси, например, для литых или треугольных кованных изделий, образчики должны либо удовлетворять продольным значениям Таблицы K323.3.5, либо три набора ортогональных образчиков должны быть приготовлены, а наименьшие значения ударной вязкости, полученные из каждого набора, должны отвечать поперечным значениям Таблицы K323.3.5 (c) Когда размер и/или форма компонента не допускают использование образчиков, указанных в пунктах (a) или (b) выше, применяются параграфы K323.3.3(c) и (d) в зависимости от необходимости	(a) Болты с номинальным размером ≤ 52 миллиметра (2 дюйма), изготовленные в соответствии с ASTM A320, должны отвечать требованиям этих Технических требований (b) Для всех других болтов, должны браться продольные образчики. Полученные значения ударной вязкости должны удовлетворить поперечным значениям Таблицы K323.3.5
Испытания на сварных швах при изготовлении или сборке	Образцы для испытаний (смотрите Замечание (5))	Образцы для испытаний для подготовки образчиков для испытаний на ударную вязкость должны изготавливаться для каждой сварочной процедуры, типа сварочного электрода или присадочного металла (то есть, AWS E-XXXX классификация) и для каждого использованного флюса. Все образцы для испытаний должны быть подвергнуты термической обработке, включая скорости охлаждения и среднее время при температуре или температурах существенно такие же, что и для термической обработки, которую будет получать законченный компонент		
	Количество образцов для испытания (смотрите Замечание (4))	(1) Один образец с толщиной T для каждого диапазона толщин материала, который может варьироваться от 1/2 T до T+6 миллиметров (1/4 дюйма) (2) Если иное не указано в этой Главе (смотрите Замечание (3)) или в инженерном проекте, образцы для испытаний не обязательно должны делаться из индивидуальных партий материала или из материалов для каждой работы, при условии, что сварные швы в других сертифицированных материалах таких же диапазонов толщин и изготовленных в соответствии с теми же техническими требованиями (тип и класс, а не термическая обработка или партия) были испытаны как требуется и отчеты по таким испытаниям доступны для обозрения		
	Размещение и ориентация образчиков	(1) Образчики металла сварного шва для испытаний на ударную вязкость должны браться сквозь сварной шов с надрезом, проходящим в металле сварного шва. Каждый образчик должен быть ориентирован так, что ось надреза была нормальной к поверхности материала и одна грань образчика должна быть в пределах 1.5 миллиметров (1/16 дюйма) от поверхности материала (2) Образчики зоны термического влияния для испытаний на ударную вязкость должны браться сквозь сварной шов и иметь достаточную длину, чтобы в нее поместился надрез в зоне термического влияния после травления. Надрез должен быть сделан примерно нормально к поверхности материала таким образом, чтобы включать как можно больше материала зоны термического влияния в результирующем изломе (3) Значения ударной вязкости, полученные по образчикам металла сварного шва и образчикам зоны термического влияния должны быть сравнены с поперечными значениями в Таблице K323.3.5 для определения критериев приемлемости		

Замечания к этой Таблице продолжают на следующей странице

Таблица K323.3.1 (продолжение)

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1) Партия должна состоять из трубы или компонентов одного номинального размера, сделанных из материала одной степени нагрева и прошедший термическую обработку все вместе. Если используется печь непрерывного типа, труба или компоненты могут считаться прошедшими термическую обработку вместе, если они обрабатываются в течение одного непрерывного периода времени при одних и тех же условиях печи.
- (2) Испытания на ударную вязкость должны проводиться на репрезентативном образце материала после завершения всех термических обработок и операций формовки, включая пластичную деформацию, за исключением того, что холодные сгибы, сделанные в соответствии с параграфом K304.2.1, не требуют испытания после гибки.
- (3) Для продольно сваренных труб, образчики должны браться из базового металла и зоны термического влияния
- (4) Образец для испытания должен быть достаточно большим, чтобы допускать подготовку количества образчиков, требуемого в параграфе K323.3. Если это невозможно, должны быть подготовлены дополнительные образцы для испытаний.
- (5) Для сварных швов при изготовлении или сборке трубопровода или компонентов, включая сварные швы для устранения дефектов
- (6) Испытания на ударную вязкость не требуются, когда максимально возможный продольный образчик по-Шарпи имеет длину вдоль надреза меньше 2.5 миллиметра (0.098 дюйма). Смотрите параграф K323.2.2(c).



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Этот рисунок показывает, как могут быть получены приемлемые поперечные образчики по-Шарпи из трубки или компонента с формой, слишком маленькой для получения стандартных образчиков полной длины в соответствии с ASTM A370. Уголки продольных образчиков параллельные стороне, противоположной надрезу, или находящиеся на этой стороне, могут быть такими, как показано.

ЗАМЕЧАНИЕ:

- (1). Уголки образчиков по-Шарпи (смотрите параграф K323.3(d)) могут, воспроизводить контур компонента в пределах размерных ограничений, указанных на рисунке.

Рисунок K323.3.3. Пример приемлемого образчика для испытания на ударную вязкость.

K323.4.2. Особые требования.

- (а). Пластичный чугун и другие литые чугуны не допускаются.
- (б). Материалы с цинковым покрытием не допускаются для компонентов, содержащих давление, и не могут крепиться к компонентам, содержащим давление, с помощью сварки.

K323.4.3. Материалы с металлической плакировкой и облицовкой. Материалы с металлической плакировкой или облицовкой могут использоваться в соответствии со следующими положениями:

- (а). Для трубопроводных компонентов с металлической плакировкой или облицовкой, базовый металл должен быть приемлемым материалом, как описано в параграфе K323, а толщина, использованная при проектировании по давлению в соответствии с параграфом K304, не должна включать толщину плакировки или облицовки. Использованное допустимое напряжение должно быть напряжением для базового металла при расчетной температуре. Для таких компонентов, плакировка или облицовка могут быть из любого материала, которые, по мнению пользователя, пригоден для запланированной эксплуатации и для метода производства и сборки трубопроводного компонента.
- (б). Изготовление плакированных или облицованных трубопроводных компонентов и осмотр, и испытание таких компонентов должны проводиться в соответствии с применимыми положениями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII,

Подраздел 1, параграфы с UCL-30 по UCL-52, и положениями этой Главы.

- (с). Если металлическая облицовка также служит прокладкой или частью фланцевой торцовки, применяются требованиям и ограничения параграфа K308.4.

K323.5. Разрушение материалов по время эксплуатации.

Применяется параграф 323.5.

K325. РАЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

Применяется параграф 325.

ЧАСТЬ 8. СТАНДАРТЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ.**K326. РАЗМЕРЫ И НОМИНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМПОНЕНТОВ.**

Параграф 326 применяется полностью, за исключением следующего:

- (а). Ссылка на Таблицу K326.1 вместо Таблицы 326.1.
 (б). Ссылка на Приложение К вместо Приложения А.
 (с). Ссылка на параграф K303 вместо параграфа 303.
 (д). Ссылка на параграф K304 вместо параграфа 304.

Таблица K323.3.5.

Минимальные требуемые значения для испытаний на ударную вязкость по-Шарпи с V-образным надрезом.

Ориентация образчика	Толщина стенки трубы или толщина компонента, мм (дюйм)	Количество образчиков (Замечание (1))	Энергия, джоуль (фут-фунт силы) (Замечание (2))	
			Указанный минимальный предел текучести, МПА (ksi)	
			≤ 932 (≤ 135)	> 932 (> 135)
Поперечная	≤ 25 (≤ 1)	В среднем для 3	27 (20)	34 (25)
		Минимум для 1	20 (15)	27 (20)
	> 25 и ≤ 51 (>1 и ≤ 2)	В среднем для 3	34 (25)	41 (30)
		Минимум для 1	27 (20)	33 (24)
	> 51 (> 2)	В среднем для 3	41 (30)	47 (35)
		Минимум для 1	33 (24)	38 (28)
Продольная	≤ 25 (≤ 1)	В среднем для 3	54 (40)	68 (50)
		Минимум для 1	41 (30)	54 (40)
	> 25 и ≤ 51 (>1 и ≤ 2)	В среднем для 3	68 (50)	81 (60)
		Минимум для 1	54 (40)	65 (48)
	> 51 (> 2)	В среднем для 3	81 (60)	95 (70)
		Минимум для 1	65 (48)	76 (56)

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Смотрите параграф K323.3.5(c) в отношении допустимых повторных испытаний.

(2). Значения энергии в этой Таблице приведены для образчиков стандартных размеров. Для образчиков меньших размеров, эти значения должны быть умножены на отношение реальной ширины образчика к ширине полноразмерного образчика, 10 миллиметров (0.394 дюйма).

ЧАСТЬ 9. ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ.

K327. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Трубопроводные материалы и компоненты подготавливаются к сборке и монтажу одним или несколькими процессами изготовления, описанными в параграфах K328, K330, K331, K332 и K333. Когда один из этих процессов используется для сборки или монтажа, требования к этим операциями такие же, как для изготовления.

K328. СВАРКА.

Сварка, которая отвечает требованиям параграфа K328, может использоваться в соответствии с параграфом K311.

K38.1. Ответственность за сварку.

Каждый работодатель несет ответственность за сварку, произведенную персоналом его организации, и должен проводить испытания, требуемые, чтобы квалифицировать сварочные процедуры, и чтобы квалифицировать и, если необходимо, повторно квалифицировать сварщиков и операторов сварочных автоматов.

K328.2. Квалификации сварки.

K328.1. Требования к квалификации.

Квалификация сварочных процедур, которые должны использоваться, и квалификация работы сварщиков и операторов сварочных автоматов, должны удовлетворять требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, за исключением модифицированных положений, указанных здесь:

(a). Испытания на ударную вязкость должны выполняться для всех квалификаций процедур в соответствии с параграфом K323.3.

(b). Испытательные сварные соединения должны быть выполнены с использованием такой же спецификации, типа или класса базового металла (металлов) и с использованием такой же спецификации и классификации присадочного металла (металлов), что будут использоваться при производственной сварке.

(c). Испытательные сварные соединения должны подвергаться существенно такой же термической обработке, включая скорость охлаждения и кумулятивное время при температуре, что и производственные сварные швы.

(d). Когда образчики для растяжения требуются Разделом IX, предел текучести должен также определяться с использованием метода, требуемого для базового металла. Предел текучести каждого испытательного образчика должен быть не меньше, чем указанный минимальный предел текучести (SMYS) для соединяемых базовых металлов. Когда два базовых металла с различными значениями SMYS соединяются вместе с помощью сварки,

Таблица K326.1.
Стандарты для компонентов¹

Стандарт или техническое требование	Код (Замечание (3))
Болтовое крепление	* ASME B18.2.1
Квадратные и шестигранные болты и винты, дюймовый ряд; включая винты с шестигранные головкой и шурупы с квадратной головкой	* ASME B18.2.2
Квадратные и шестигранные гайки (дюймовый ряд)	
Металлические фитинги, клапаны и фланцы	
Трубные фланцы и фланцевые фитинги (Замечание (2))	* ASME B16.5
Заводские фитинги из катанной стали для сварки встык (Замечание (2))	* ASME B16.9
Кованые фитинги, для муфтовой сварки и резьбовые (Замечание (2))	* ASME B16.11
Клапаны – фланцевые, резьбовые и с торцами для сварки (Замечание (2))	* ASME B16.34
Стандартная система маркировки для клапанов, фитингов, фланцев и соединительных муфт	MSS SP-25
Фланцы и резьбовые заглушки для использования с линзовыми прокладками, для высокого давления в химической промышленности	MSS SP-65
Металлические трубы и трубки	
Сварные и бесшовные трубы из катанной стали (Замечание (2))	* ASME B16.10M
Трубы из нержавеющей стали (Замечание (2))	* ASME B16.19M
Разное	
Унифицированная дюймовая винтовая резьба (формы резьбы UN и UNR)	* ASME B1.1
Технические требования к нарезке резьбы, калибровке и осмотру резьбы литых изделий, трубок и линейных труб	API 5B
Металлические прокладки для трубных фланцев	* ASME B16.20
Торцы под стыковую сварку	* ASME B16.25
Текстура поверхности (шероховатость поверхности, волнистость)	* ASME B46.1

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого одобренные издания, на которые производятся ссылки, вместе с наименованиями и адресами организаций-спонсоров приведены в Приложении E.
- (2). Использование компонентов, изготовленных в соответствии с этими стандартами, допускается при условии, что они отвечают всем требованиям этой Главы.
- (3). Звездочка (*) перед кодом указывает на то, что этот стандарт был одобрен как Американский национальный стандарт Американским институтом национальных стандартов.

предел текучести каждого испытательного образчика должен быть не меньше, чем меньшее из двух значений SMYS.

- (e). Механическое испытание требуется для всех квалификационных испытаний работы сварщиков и операторов сварочных автоматов;
- (f). Квалификация на трубе или трубках должна также означать квалификацию на пластине, но квалификация на пластине не означает квалификацию на трубе или трубках;
- (g). Для толщин больше 51 миллиметров (2 дюйма), образец для квалификационного испытания процедуры должен иметь толщину, по крайней мере, равную 75% от толщины самого толстого соединения, которое должно быть сварено во время производства;
- (h). Применяется параграф 328.2.1(f);

K328.2.2. Квалификация процедуры другими лицами. Квалификация сварочной процедуры другими лицами не допускается.

K328.2.3. Квалификация работы другими лицами. Квалификация работы другими лицами не допускается.

K328.2.4. Отчеты по квалификации. Применяется параграф 328.2.4.

K328.2.5. Повторная квалификация работы. Повторная квалификация работы сварщиков и операторов сварочных автоматов требуется в соответствии с параграфом K328.2.1, когда:

- (а). сварщик или оператор сварочного автомата не использовал конкретный сварочный процесс в течение 3 месяцев или больше, или
- (б). имеется особая причина усомниться в способности работника производить сварные швы, которые удовлетворяют требованиям этой Главы.

K328.3. Материалы.

K328.3.1. Присадочный металл. Присадочный металл должен быть указан в инженерном проекте и должен удовлетворять требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX. Присадочный металл, еще не включенный в Раздел IX, может использоваться с одобрения владельца, если квалификационное испытание процедуры, включая испытание всего металла сварного шва, было успешно пройдено.

K328.3.2. Материал подкладки при сварке. Подкладочные кольца не должны использоваться.

K328.3.3. Плавкие вставки. Параграф 328.3.3 применяется за исключением того, что процедуры должны квалифицироваться, как требуется в параграфе K328.2.

K328.4. Подготовка к сварке.

K328.4.1. Очистка. Применяется параграф 328.4.1.

K328.4.2. Подготовка торцов.

(а). *Общие положения:*

(1). Подготовка торца для стыковой сварки приемлема, только если поверхность обработана на станке или зачищена до блестящего металла.

(2). Подготовка торца для стыковой сварки, описанная в ASME B16.25 или любая другая подготовка торца, которая отвечает требованиям квалификации процедуры, приемлема. (Для удобства, базовые углы фаски, взятые из B16.25, а также некоторые дополнительные углы криволинейной фаски, показаны на рисунке 328.4.2, схемы (а) и (б)).

(б). *Кольцевые сварные швы:*

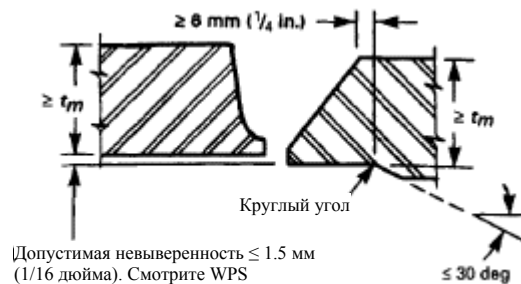
(1). Если торцы компонентов обрабатываются, как показано на рисунке 328.4.2, схемы (а) или (б), чтобы вмещать плавкие вставки, или как показано на рисунке K328.4.3, чтобы скорректировать внутреннюю невыверенность, такая обработка не должна приводить к окончательной толщине стенок перед сваркой меньшей, чем требуемая минимальная толщина стенки t_m ;

(2). Допускается выбирать трубные торцы одного номинального размера, чтобы улучшить выравнивание, если соблюдаются требования к толщине стенки;

(3). Когда необходимо, металл сварного шва может налагаться внутри или снаружи компонента, чтобы допускать выравнивание или станочную обработку для обеспечения удовлетворительной посадки вставок;

(4). Когда стыковой сварной шов соединяет участки с неодинаковой толщиной стенки и более толстая стенка превышает более тонкую стенку по толщине больше чем в 1.5 раза, подготовка и геометрия торцов должны быть в

соответствии с применимыми проектами для



неодинаковой толщины стенок в ASME B16.5.

Рисунок K328.4.3. Труба, расточенная для выравнивания: обрезка и допустимая невыверенность

K328.4.3. Выравнивание.

(а). *Кольцевые стыковые сварные швы:*

(1). Внутренние диаметры компонентов на торцах, подлежащих соединению, должны быть выверены в пределах размерных ограничений в сварочной процедуре и инженерном проекте, за исключением того, что допускается невыверенность не больше 1.6 миллиметра (1/16 дюйма), как показано на рисунке K328.4.3.

(2). Если внешние поверхности двух компонентов не выверены, сварной шов должен быть сведен на конус, между двумя поверхностями с уклоном не круче 1:4.

(б). *Продольные стыковые сварные швы.* Подготовка к продольным стыковым сварным швам (не соответствующим одному из стандартов, указанных в Таблице K-1 или Таблице K326.1) должна удовлетворять требованиям, указанным в параграфе K328.4.3(а).

(с). *Сварные швы на трубковых присоединениях.*

(1). Размер t на рисунке K328.5.4 не должен превышать ± 1.5 миллиметра (1/16 дюйма);

(2). Размер g на рисунке K328.5.4 должен быть указан в инженерном проекте и в сварочной процедуре.

K328.5. Требования к сварке.

K328.5.1. Общие положения. Требования параграфов 328.5.1(b), (d), (e), (f) применяются в дополнение к требованиям, указанным ниже:

(а). Все сварные швы, включая прихваточные сварные швы стежками, сварные швы для устранения дефектов и добавление металла сварного шва для выравнивания (параграфы 328.4.2(b)(3) и K328.4.3(c)(1)), должны быть, выполнены квалифицированными сварщиками или операторами сварочных автоматов в соответствии с квалифицированной процедурой

(б). Прихваточные сварные швы в корне соединения должны быть сделаны с присадочным металлом, эквивалентным тому, что будет использоваться в корневом валике. Прихваточные сварные швы должны сплавляться с металлом корневого валика, за исключением того, что потрескавшиеся прихваточные сварные швы должны быть удалены.

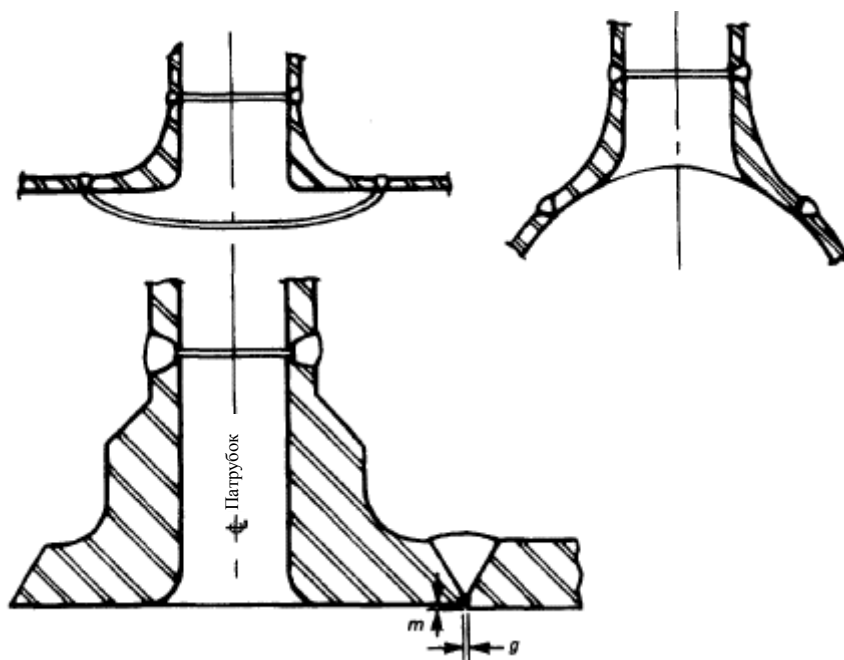


Рисунок K328.5.4. Некоторые приемлемые сварные патрубковые присоединения, пригодные для 100%-ого радиографического исследования.

Мостковые прихваточные сварные швы (над корнем сварного шва) должны быть удалены.

K328.5.2. Угловые сварные швы. Угловые сварные швы (когда допускаются (смотрите параграф K311.2.2)) должны быть сплавлены с поверхностями компонентов и должны гладко вливаться в них.

K328.5.3. Герметизирующие сварные швы. Герметизирующие сварные швы запрещены.

K328.5.4. Сварные патрубки. Фитинги патрубков (смотрите параграф 300.2), прикрепленные с помощью полнопроваренных стыковых сварных швов с гладкими контурами такого типа, который допускает проведение 100%-ого интерпретируемого радиографического исследования, являются единственными допустимыми типами.

Рисунок K328.5.4 показывает приемлемую схему сварных патрубковых присоединений. Иллюстрация являются типовыми и не означают исключение приемлемых типов конструкций, не показанных на рисунке.

K328.5.5. Сборные нахлестки. Сборные нахлестки не допускаются.

K328.6. Устранение дефектов с помощью сварки.

Параграф 328.6 применяется за исключением того, что процедуры и работы должны квалифицироваться, как

требуется в параграфе K328.2.1. Смотрите также параграф K341.3.3.

K330. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ.

Применяется текст, вводящий параграф 330.

K330.1. Общие положения.

K330.1.1. Требования и рекомендации. Необходимость в предварительном нагреве перед сваркой и температура, которая должна при этом использоваться, должны быть определены в инженерном проекте и продемонстрированы квалификацией процедуры. Однако, требуются минимальные температуры предварительного нагрева для материалов с различными P-номерами, указанные в Таблице 330.1.1.

K330.1.2. Материалы, не включенные в список. Требования к предварительному нагреву для материала, не включенного в список, должны быть указаны в WPS.

K330.1.3. Проверка температуры. Температура предварительного нагрева должна быть проверена с использованием карандашей, указывающих температуру, термпарных пирометров или других подходящих средств, чтобы убедиться, что температура, указанная в WPS, достигается до сварки и поддерживается во время сварки. Материалы и техники, используемые для указания температуры, не должны вредить базовым металлам.

K330.1.4. Зона предварительного нагрева. Зона предварительного нагрева должна простираться на, по крайней мере, 25 миллиметров (1 дюйм) за каждый край сварного шва.

K330.2. Особые требования.

Параграф 330.2 применяется полностью.

K331. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

Применяется текст, вводящий параграф 331.

K331.1. Общие положения.

K331.1.1. Требования к термической обработке. Положения параграфа 331 и таблицы 331.1.1 применяются за исключениями, указанных ниже:

- (a). Термическая обработка требуется для всех толщин материалов с Р-номерами 4 и 5;
- (b). Для сварных швов, отличных от продольных, в закаленных и быстро закаленных материалах, когда термическая обработка требуется инженерным проектом, температура должна быть не выше, чем температура закалки материала минус 28°C (50°F);
- (c). Продольные сварные швы в быстро закаленных и закаленных материалах должны проходить термическую обработку в соответствии с применимыми техническими требованиями к материалу.

K331.1.3. Определяющая толщина. Когда компоненты соединяются с помощью сварки, толщина, которая должна использоваться при применении положений по термической обработке в Таблице 331.1.1, должна быть толщиной более толстого компонента, измеренной на соединении, за исключением случаев, указанных ниже.

В случае угловых сварных швов, используемых для прикрепления внешних деталей, не содержащих давление, таких как монтажные уши или другими опорные элементы трубопровода, термическая обработка требуется, когда толщина через сварной шов и базовый металл в любой плоскости больше чем двукратная минимальная толщина материала, требующая термической обработки (даже если толщина компонентов на соединении меньше чем эта минимальная толщина), за исключением следующих случаев:

- (a). не требуется для материалов с Р-номером 1, когда толщина полезного вылета сварного шва равна 16 миллиметров (5/8 дюймов) или меньше, независимо от толщины базового металла;
- (b). не требуется для материалов с Р-номерами 3, 4, 5, 10А и 10В, когда толщина полезного вылета сварного шва равна 6 миллиметров (1/4 дюйма) или меньше, независимо от толщины базового металла, при условии, что применяется предварительный нагрев не меньший, чем требуется, и указанная минимальная прочность на разрыв базового металла равна меньше 490 Мпа (71 ksi), и
- (c). не требуется для ферритных материалов, когда сварные швы делаются с присадочным металлом,

который на затвердевает на воздухе. Аустенитные сварочные материалы могут использоваться для сварных швов в ферритных материалах, когда эффекты условий эксплуатации, такие как дифференциальное термическое расширение, из-за повышенной температуры или коррозии, не будет отрицательно влиять на сварное соединение.

K331.1.4. Нагревание и охлаждение. Применяется параграф 331.1.4.

K331.1.6. Проверка температуры. Температура термической обработки должна проверяться термометрами или другими подходящими методами, чтобы убедиться, что выполняются требования WPS. Материалы и техники, используемые для указания температуры, не должны вредить базовым металлам.

K331.1.7. Испытания на твердость. Применяется параграф 331.1.7.

K331.2. Особые требования.

Параграф 331.2 применяется полностью.

K332. ГИБКА И ФОРМОВКА.

K332.1. Общие положения.

Труба должна проходить горячую или холодную гибку, в соответствии с письменной процедурой до любого радиуса, которой приводит к поверхности, свободной от трещин и продольного коробления. Процедура должна включать как минимум следующее (в зависимости от применимости):

- (a). технические требования к материалу и диапазон размера и толщины;
- (b). диапазон радиусов гибки и удлинения волокон;
- (c). минимальная и максимальная температура металла во время гибки;
- (d). метод нагрева и максимальное время выдержки;
- (e). описание аппарата для гибки и процедуры, которая должна быть использована;
- (f). сердечник или материал и процедура, использованные для заполнения расточки;
- (g). метод защиты резьбовых и обработанных на станке поверхностей;
- (h). исследование, которое должно быть выполнено;
- (i). требуемая термическая обработка, и
- (j). техника регулировки размеров после термической обработки.

K332.2. Гибка.

K332.2.1 Сплющивание изгиба. Разница между максимальным и минимальным диаметрами на любом поперечном сечении колена не должна превышать 8% от номинального внешнего диаметра для внутреннего давления и 3% для внешнего давления.

K332.2.2. Температуры гибки. Параграф 332.2.2 применяется за исключением того, при холодной гибке закаленных ферритных материалов температура должна быть, по крайней мере, на 28°C (50°F) меньше температуры закалки.

K332.3. Формовка.

Трубопроводные компоненты должны формоваться в соответствии с письменной процедурой. Температурный диапазон должен соответствовать характеристикам материала, конечному назначению и указанной термической обработке. Толщина после формовки должна быть не меньше, чем толщина, требуемая по проекту. Процедура должна включать, по крайней мере, следующее (в зависимости от применимости):

- (a). технические требования к материалу и диапазон размера и толщины;
- (b). максимальное удлинение волокон, ожидаемое во время формовки;
- (c). минимальная и максимальная температура металла во время формовки;
- (d). метод нагрева и максимальное время выдержки;
- (e). описание формовочных аппаратов и процедур, которые должны использоваться;
- (f). материалы и процедуры, используемые для обеспечения внутренней опоры во время формовки;
- (g). исследование, которое должно быть проведено, и
- (h). требуемая термическая обработка.

K332.4. Требуемая термическая обработка.

K332.4.1. Горячая гибка и формовка. После горячей гибки и формовки термическая обработка требуется для всех толщин материалов с Р-номерами 3, 4, 5, 6, 10А и 10В, которые не закаляются. Время и температуры должны быть в соответствии с параграфом 331. Закаленные материалы должны проходить термическую обработку в соответствии с исходными техническими требованиями к материалу.

K332.4.2. Холодная гибка и формовка.

(a). После холодной гибки и формовки термическая обработка в соответствии с пунктом (b), ниже, требуется независимо от толщины, когда указана в инженерном проекте или когда максимальное рассчитанное удлинение волокон превышает 5% деформации или 50% базового минимального указанного продольного удлинения для применимой спецификации, класса и толщины материала с Р-номерами от 1 до 6 (если только не было продемонстрировано, что выбор трубы и процедуры для изготовления компонентов гарантируют, что наиболее сильно формованная часть материала сохраняет удлинение не меньше чем 10%).

(b). Термическая обработка требуется независимо от толщины и должна удовлетворять температурам и продолжительностям, указанным в Таблице 331.1.1, за исключением того, что для закаленных материалов температура сброса напряжения не должна превышать температуру, которая на 28°C (50°F) ниже температуры закалки такого материала.

K333. ПАЙКА ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ И ПАЙКА МЯГКИМ ПРИПОЕМ.

Пайка твердым припоем должна проводиться в соответствии с параграфом 333. Владелец должен указать требования к исследованиям соединений, паянных твердым припоем.

K335. СБОРКА И МОНТАЖ.

K335.1. Общие положения

Применяется параграф 335.1.

K335.2. Фланцевые соединения.

Параграф 335.2 применяется за исключением того, что болты должны полностью проходить через свои гайки.

K335.3. Резьбовые соединения.

Параграф 335.3 применяется за исключением того, что резьбовые соединения не должны свариваться герметизирующими сварными швами.

K335.4. Особые соединения.

Особые соединения (как определено в параграфе K318) должны устанавливаться и собираться в соответствии с инструкциями производителя, модифицированными в инженерном проекте. Следует принимать меры осторожности, чтобы обеспечить полное сцепление элементов соединения.

K335.5. Чистка трубопровода.

Смотрите Приложение F, параграф F335.9.

ЧАСТЬ 10. ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ.

K340. ОСМОТР.

Применяются параграфы с 340.1 по 340.4.

K341. ИССЛЕДОВАНИЕ.

Применяются параграфы с 341.1 по 341.2.

K341.3. Требования к исследованию.

K341.3.1. Общие положения. До начальной эксплуатации, каждая трубопроводная установка, включая компоненты и качество изготовления, должна быть исследована, в соответствии с параграфом K341.4 и инженерным проектом. Если выполняется термическая обработка, то исследование должно быть выполнено после ее завершения.

K341.3.2. Критерии приемлемости. Критерии приемлемости должны быть такими, как указано в инженерном проекте, и должны, как минимум, отвечать применимым требованиям, указанным в пунктах (а) и (б), ниже, и в других местах этой Главы.

(а), Таблица K341.3.2 устанавливает критерии приемлемости (ограничения по изъянам) для сварных швов. Смотрите рисунок 341.3.2, на котором приведены типичные изъяны сварных швов.

(б). Критерии приемлемости для литых изделий указаны в параграфе K302.3.3.

K341.3.3. Дефектные компоненты и изделия.

(а). Дефекты (изъяны типа или размера, которые не приемлемы в соответствии с критериями, указанными в параграфе K341.3.2) должны быть устранены, или дефектные части должны быть заменены.

(б). Отремонтированные или замененные части должны быть исследованы так же, как это требовалось для оригинальной части.

K341.4. Глубина требуемого исследования.

Трубопровод должен исследоваться до глубины, указанной здесь, или до любой большей глубины, указанной в инженерном проекте.

K341.4.1. Визуальное исследование.

(а). Требования параграфа 341.4.1(а) применяются со следующими исключениями в отношении глубины исследования:

(1). *Материалы и компоненты:* 100%;

(2). *Сборка:* 100%;

(3). *Резьбовые, болтовые и другие соединения:* 100%;

(4). *Монтаж трубопровода.* Весь монтаж трубопровода должен быть исследован, чтобы проверить размеры и выравнивание. Опоры, направляющие и точки холодной деформации должны быть проверены, чтобы убедиться в том, что движение трубопровода при всех условиях пуска, эксплуатации и останова будут поглощены без излишнего заземления или неожиданного стеснения.

(б). *Резьба, содержащая давление.* Требуется 100%-ое исследование на обработку поверхности и посадку. Изделия с видимыми изъянами в обработке поверхности резьбы и/или следующими дефектами должны быть отбракованы:

(1). *Коническая резьба.* Неспособность удовлетворять требованиям калибровки, указанным в стандарте API Std 5B.

(2). *Цилиндрическая резьба.* Избыточно свободная или тугая посадка, когда рассчитана на посадку с легким натягом.

K341.4.2. Радиографическое исследование.

(а). Все кольцевые, продольные и патрубковые сварные швы должны пройти 100%-ое исследование, как указано в параграфе K344.5.

(б). Ультразвуковое исследование не должно использоваться вместо радиографического исследования, но может дополнять его.

(с). Технический контроль во время производства (смотрите пмп 344.7) не должен использоваться вместо радиографического исследования.

K341.4.3. Сертификаты и отчеты. Применяется параграф 341.4.19с).

K341.5. Вспомогательное исследование.

Любые методы исследования, описанные в параграфе K344, могут указываться в инженерном проекте в дополнение к исследованию, требуемому параграфом K341.4. Глубина вспомогательного исследования, которое должно быть проведено, и любые критерии приемлемости, которые отличаются от тех, что указаны в параграфе K341.3.2, должны быть указаны в инженерном проекте.

K341.5.1. Испытания на твердость. Применяется параграф 341.5.2.

K341.5.2. Испытания для разрешения неопределенностей. Применяется параграф 341.5.3.

K342. ПЕРСОНАЛ, ПРОВОДЯЩИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Параграф 342 применяется полностью.

K343. ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Применяется параграф 343. Смотрите также параграф 344.6.1.

K344. ТИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

K344.1. Общие положения.

Применяются параграфы 344.1.1 и 344.1.2. В параграфе 344.1.3, термины, отличные от "100%-ое исследование", применяются только к вспомогательным исследованиям.

K344.2. Визуальное исследование.

Параграф 344.2 применяется полностью.

K344.3. Исследование магнитными частицами.

Метод для исследования магнитными частицами должен быть указано в:

(а). параграфе K302.3.3(б) для литых изделий;

(б). Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 7 для сварных швов и других компонентов.

Таблица K341.3.2.
Критерии приемлемости для сварных швов.

Тип изъяна	Критерии (А-е) для типов сварных швов и для требуемых методов исследования (Замечание (1))					
	Метод исследования			Тип сварного шва		
	Визуальный	100%-ый радиографиче- ский	Кольцевой стыковой	Продольный стыковой (Замечание (2))	Угловой (Замечание (3))	На патрубковом присоединени и (Замечание (4))
Трещина	X	X	A	A	A	A
Недостаток плавления	X	X	A	A	A	A
Неполное проплавление	X	X	A	A	A	A
Внутренняя пористость	...	X	B	B	нет	B
Шлаковая инклюзия или удлиненная индикация	...	X	C	C	нет	C
Подсечка	X	X	A	A	A	A
Поверхностная пористость или открытые шлаковые инклюзии	X	...	A	A	A	A
Вогнутая поверхность корня (восанная)	X	X	D	D	нет	D
Полировка поверхности	X	...	E	E	E	E
Усиление или внутренний выступ	X	...	F	F	F	F

Общее замечание: X = требуемое исследование; "нет" = не применимо, "..." = не требуется

Замечания по критериям для Таблицы K341.3.2.

Критерий	Приемлемые пределы значения (Замечание (5))	
Символ	Мера	
A	Глубина изъяна	Ноль (никаких видимых изъянов)
B	Размер и распределение внутренней пористости	Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, Приложение 4
C	Шлаковая инклюзия или удлиненная индикация	
	Индивидуальная длина	$\leq T_W / 4$ и ≤ 4 миллиметра (5/32 дюйма)
	Индивидуальная ширина	$\leq T_W / 4$ и ≤ 2.5 миллиметра (3/32 дюйма)
	Кумулятивная длина	$\leq T_W$ в любой длине сварного шва $12 T_W$
D	Глубина вогнутости поверхности корня	Общая толщина соединения, включая усиление сварного шва, $\geq T_W$
E	Шероховатость поверхности	$\leq 12.5 \mu\text{m}$ (500 μm R_a по ASME B46.1)
F	Высота усиления или внутреннего выступа (Замечание (6)) в любой плоскости, проходящей через сварной шов, должна быть в пределах применимого значения высоты в таблице справа. Металл сварного шва должен равномерно впаиваться в поверхность компонента	Толщина стенки, T_W миллиметров (дюймов)
		Внешнее усиление сварного шва или внутренний выступ сварного шва
		≤ 13 (1/2)
		$> 13; \leq 51$ (2)
		> 51
		1.5 (1/16)
		3 (1/8)
		4 (5/32)

ЗАМЕЧАНИЯ:

- Критерии приведенные здесь, приведены для требуемого исследования. Более жесткие критерии могут быть указаны в инженерном проекте.
- Продольные сварные включают в себя только те сварные швы, которые допускаются в параграфах K302.3.4 и K305. Критерии для радиографического исследования должны быть удовлетворены всеми сварными швами, включая сварные швы, выполненные в соответствии с одним из стандартов, указанных в Таблице K326.1 или в Приложении K.
- Угловые сварные швы включают в себя только те сварные швы, которые допускаются в параграфе K328.5.4.
- Когда приведены два предельных значения, то меньшее замеренное значение определяет критерий приемлемости. T_W - номинальная толщина стенки более тонкого из двух компонентов, соединяемых стыковым сварным швом.
- Для стыковых сварных швов высота равна меньшему из измерений, сделанных от поверхностей прилегающих компонентов. Для угловых сварных швов высота измеряется от теоретического полезного вылета; внутренний выступ не применяется. Требуемая толщина t_m не должна включать усиление или внутренний выступ.

K344.4. Исследование проникающей жидкостью.

Метод для исследования проникающей жидкостью должен быть таким, как указано в:

- (а) параграфе K302.3.3(b) для литых изделий;
- (б). Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 6 для сварных швов и других компонентов.

K344.5. Радиграфическое исследование.

Метод для радиграфического исследования должен быть таким, как указано в:

- (а) параграфе K302.3.3(c) для литых изделий;
- (б). Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 2 для сварных швов и других компонентов.

K344.6. Ультразвуковое исследование.

Метод для ультразвукового исследования должен быть таким, как указано в:

- (а) параграфе K302.3.3(c) для литых изделий;
- (б). параграфе 344.6.1 для сварных швов и других компонентов;
- (с). параграфе K344.6.2 для трубы.

K344.6.2. Исследование трубы и трубки. Труба или трубка, требуемая или выбранная в соответствии с Таблицей K305.1.2, которая должна пройти ультразвуковое исследование, должна пройти 100%-ое исследование на продольные дефекты в соответствии с ASTM E213 "Ультразвуковое исследование металлических труб и трубок". Должны быть удовлетворены следующие особые требования:

- (а). Калибровочный (контрольный) образец должен быть подготовлен из репрезентативного набора образцов. Продольные (осевые) контрольные надрезы должны быть сделаны на внешней и внутренней поверхностях контрольного образца, в соответствии с рисунком 2(с) в E 213 до глубины, не большей чем большая из следующих двух величин: 0.1 миллиметра (0.004 дюйма) или 4% от толщины контрольного образца, и должны иметь длину не больше 10-критной глубины надреза.

(б) Труба или трубка должна быть просканирована в обоих окружных направлениях в соответствии с Дополнительным требованием S1 в E213. (Удаление внешнего усиления сварного шва на сваренных трубах может оказаться необходимым перед проведением этого исследования.)

K344.6.3. Критерии приемлемости. Любая индикация, большая, чем индикация, произведенная калибровочным надрезом, является собой дефект; дефектная труба или трубка должна быть отбракована.

K344.6.4. Отчеты. Для трубы и трубки, которая проходит это исследование, должны быть подготовлены отчеты, указанные в Дополнительном требовании S5 в E 213. (Смотрите параграф K346.2(g)).

K344.7. Исследования в рамках технического контроля во время производства.

Параграф 344.7 применяется полностью.

K344.8. Исследование вихревым током .

K344.8.1. Метод. Метод для исследования вихревым током трубы или трубки должен следовать основным положениям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел V, Статья 8, при условии соблюдения следующих особых требований.

(а). Холоднотянутые трубы и трубки из аустенитной нержавеющей стали, выбранные в соответствии с Таблицей K305.1.2, для исследования вихревым током, должны пройти 100%-ое исследование на продольные дефекты.

(б). Калибровочный (контрольный) образец должен быть подготовлен из репрезентативного набора образцов. Продольный (осевой) контрольный надрез должен быть сделан на внутренней поверхности контрольного образца до глубины, не большей, чем большая из двух следующих величин: 0.1 миллиметр (0.004 дюйма) или 5% толщины образчика, и должен иметь длину не больше 6.4 миллиметра (0.25 дюйма).

K344.8.2. Критерии приемлемости. Любая индикация, большая, чем индикация, произведенная калибровочным надрезом, является собой дефект; дефектная труба или трубка должна быть отбракована.

K344.8.3. Отчеты. Для трубы или трубки, которая проходит это исследование, должен быть подготовлен отчет, который включает в себя, по крайней мере, следующую информацию:

- (а). идентификацию материала по типу, размеру, партии, степени закалки и так далее;
- (б). список оборудования и приспособлений, использованных для исследования;
- (с). подробности техники исследования (включая скорость и частоту, использованные при исследовании) и концевые эффекты (если имеются);
- (д). описание калибровочного образца, включая размеры надреза согласно измерениям;
- (е). результаты исследования.

K345. ИСПЫТАНИЕ.**K345.1. Требуемое испытание на утечку.**

До начальной эксплуатации, каждая трубопроводная система должна быть испытана на утечку.

(а). Каждый сварной шов и каждый трубопроводный компонент, за исключением болтовых креплений и индивидуальных прокладок, которые должны использоваться при окончательной сборке системы, должен быть испытан на утечку гидростатическим испытанием или пневматическим испытанием в соответствии с параграфом K345.4 или K345.5 соответственно. Организация, проводящая испытание, должна убедиться, что во время требуемого испытания на утечку компонентов и сварных швов адекватная защита обеспечена, чтобы предотвратить нанесение увечий людям и ущерба собственности со

стороны осколков, ударной волны или других последствий любой аварии, которая может произойти в напорной системе.

(b). В дополнение к требованиям пункта (a), выше, испытание на утечку инсталлированной трубопроводной системы должно проводиться при давлении не меньшем, чем 110% от расчетного давления, чтобы гарантировать герметичность, за исключением случаев, указанных в пункте (c), ниже.

(c). Если испытание на утечку, требуемое в пункте (a), выше, проводится на инсталлированной трубопроводной системе, дополнительное испытание в пункте (b), выше, не требуется.

(d). Для систем, которые являются полностью сварными, заключительный сварной шов может проходить испытание на утечку в соответствии с параграфом 345.4.3(b).

(e). Ни одно из следующих испытаний на утечку не может использоваться вместо испытаний на утечку, требуемых в параграфе K345.1:

(1). испытание на утечку при начальной эксплуатации (параграф 345.7);

(2). чувствительное испытание на утечку (параграф 345.8) или

(3). альтернативное испытание на утечку (параграф 345.9).

K345.2. Общие требования к испытаниям на утечку.

Применяются параграфы 345.2.3 – 345.2.7. Смотрите ниже параграфы K345.2.1 и K345.2.2.

K345.2.1. Ограничения по давлению.

(a). *Текущая по всей толщине.* Если испытательное давление будет производить напряжение, превышающее указанный минимальный предел текучести по всей толщине компонента,¹⁰ при испытательной температуре, как определено с помощью расчета или с помощью испытания, в соответствии с параграфом K304.7.2(b), испытательное давление может быть снижено до максимального давления, которое будет производить напряжение, которое не будет превышать указанный минимальный предел текучести.

(b). Применяются положения параграфа 345.2.1(b).

K345.2.2. Другие требования к испытанию.

Применяется параграф 345.2.2. Кроме того, минимальная температура металла во время испытания должна быть не меньше, чем температура испытания на ударную вязкость (смотрите параграф K3323.3.4).

K345.3. Подготовка к испытанию на утечку.

Параграф 345.3 применяется полностью.

K345.4. Гидростатическое испытание на утечку.

Применяется параграф 345.4.1. Смотрите параграфы K345.4.2 и K345.4.3, ниже.

K345.4.2. Испытательное давление для компонентов и сварных швов.

Испытательное давления гидростатического испытания должно быть в соответствии с расчетами в параграфе 345.4.2(a) и (b), за исключением ограничения 6.5 для максимального

значения S_T/S и с использованием в уравнении (24) допустимых напряжений из Таблицы K-1, а не из Таблицы A-1.

K345.4.3. Гидростатическое испытание трубопроводов с сосудами, как одной системы.

Применяется параграф 345.4.3(a).

K345.5. Пневматическое испытание на утечку.

Применяется параграф 345.5, за исключением параграфа 345.5.4. Смотрите параграф K345.5.4, ниже.

K345.5.4. Испытательное давление. Испытательное давление пневматического испытания на утечку для компонентов и сварных швов должно быть идентичным давлению, требуемому для гидростатического испытания, в соответствии с параграфом K345.4.2.

K345.6. Гидростатически-пневматическое испытание на утечку для компонентов и сварных швов.

Если используется комбинированное гидростатически-пневматическое испытание на утечку, должны быть удовлетворены требования параграфа K345.5, а давление для части трубопровода, заполненной жидкостью, не должно превышать пределов, указанных в параграфе K345.4.2.

K346. ОТЧЕТЫ.

K346.1. Ответственность.

Подготовка отчетов, требуемых в этой Главе и в инженерном проекте, является ответственностью проектировщика трубопровода, производителя, сборщика и монтажника (в зависимости от применимости).

K346.2. Требуемые отчеты.

По крайней мере, следующие отчеты (в зависимости от применимости) должны быть предоставлены владельцу или Инспектору лицом, ответственным за их подготовку:

- инженерный проект;
- сертификаты материалов;
- процедуры, использованные для изготовления, сварки, термической обработки, исследования и испытания;
- устранение дефектов в материалах, включая процедуру, использованную для каждого случая, и место устранения дефектов;
- квалификации работы для сварщиков и операторов сварочных автоматов;
- квалификации персонала, производящего исследование;
- отчеты по исследованию трубы и трубок на продольные дефекты, как указано в параграфах K344.6.4 и K344.8.3.

K346.3. Хранение отчетов.

Владелец должен хранить один набор требуемых отчетов в течение, по крайней мере, 5 лет после их получения.

¹⁰ Смотрите параграф K304.1.2. сноска 3

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.
ДОПУСТИМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТЫ КАЧЕСТВА ДЛЯ
МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ И БОЛТОВЫХ
КРЕПЛЕНИЙ.**

Указатель технических требований для Приложения А	149
Замечания к таблицам Приложения А	152
Таблица А-1. Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов	
Материалы	
Чугун	
Литые изделия	155
Углеродистая сталь	
Трубы и трубки	156
Трубы (конструкционного класса)	160
Пластины и листы	160
Пластины и листы (конструкционного класса)	160
Кованые изделия и фитинги	162
Литые изделия	162
Низко- и среднелегированные стали	
Трубы	164
Пластины	168
Кованые изделия и фитинги	170
Литые изделия	170
Нержавеющие стали	
Трубы и трубки	172
Пластины и листы	176
Кованые изделия и фитинги	180
Бруски	182
Литые изделия	182
Медь и медные сплавы	
Трубы и трубки	184
Пластины и листы	184
Кованые изделия	186
Литые изделия	186
Никель и никелевые сплавы	
Трубы и трубки	188
Пластины и листы	190
Кованые изделия и фитинги	192
Штыри и бруски	194

Литые изделия	194
Титан и титановые сплавы	
Трубы и трубки	196
Пластины и листы	196
Кованые изделия	196
Цирконий и циркониевые сплавы	
Трубы и трубки	196
Пластины и листы	196
Кованые изделия и бруски	196
Алюминиевые сплавы	
Бесшовные трубы и трубки	198
Сварные трубы и трубки	199
Конструкционные трубки	199
Пластины и листы	200
Кованые изделия и фитинги	202
Литые изделия	203

Таблица А-1А. Базовые коэффициенты качества литья E_C **Материалы**

Чугун	204
Углеродистая сталь	204
Низко- и среднелегированная сталь	204
Нержавеющая сталь	204
Медь и медные сплавы	204
Никель и никелевые сплавы	204
Алюминиевые сплавы	204

Таблица А-1В. Базовые коэффициенты качества для продольных сварных соединений в трубах, трубках и фитингах E_j **Материалы**

Углеродистая сталь	205
Низко- и среднелегированная сталь	205
нержавеющая сталь	206
Медь и медные сплавы	207
Никель и никелевые сплавы	207
Титан и титановые сплавы	208
Цирконий и циркониевые сплавы	208
Алюминиевые сплавы	208

Таблица А-2. Значения расчетного напряжения для материалов болтовых креплений**Материалы**

Углеродистая сталь	209
Легированная сталь	209
Нержавеющая сталь	209
Медь и медные сплавы	215
Никель и никелевые сплавы	215
Алюминиевые сплавы	217

Указатель технических спецификаций для Приложения А.

Номер спец.	Название	Номер спец.	Название
ASTM		ASTM (продолжение)	
A 36	Требования к конструкционной стали	A 302	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, марганец-молибден и марганец-молибден-никель
A 47	Требования к литым изделиям из ферритного ковкого чугуна	A 312	Требования к бесшовным и сварным трубам из аустенитной нержавеющей стали
A 48	Требования к литым изделиям из серого чугуна	A 333	Требования к бесшовным и сварным стальным трубам для низкотемпературных условий эксплуатации
A 53	Требования к сварным и бесшовным черным и гальванизированным стальным трубам с цинковым покрытием	A 334	Требования к бесшовным и сварным трубам из углеродистой и легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации
A 105	Требования к кованым заготовкам из углеродистой стали для компонентов трубопроводных систем.	A 335	Требования к бесшовным трубам из ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 106	Требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для высокотемпературных условий эксплуатации	A 350	Требования к кованым изделиям, углеродистая и низколегированная сталь, требующая испытания на ударную вязкость для трубопроводных компонентов
A 126	Требования к литым изделиям из серого литого чугуна для клапанов, фланцев и трубных фитингов	A 351	Требования к литым стальным изделиям, аустенитная, аустенитная=ферритная (дуплексная) сталь, для деталей, удерживающих давление
A 134	Требования к трубам, стальным, сваренным дуговой сваркой с электрическим плавлением (размеры NPS 16 и больше)	A 352	Требования к стальным литым изделиям, ферритная и мартенситная сталь, для деталей, удерживающих давление, пригодных для низкотемпературных условий эксплуатации
A 135	Требования к стальным трубам, сваренным электрическим сопротивлением	A 353	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, 9 процентов никеля, двукратно нормализованная и закаленная
A 139	Требования к стальным трубам, сваренных дуговой сваркой с электрическим плавлением (размеры NPS 4 и выше)	A 358	Требования к трубам из аустенитной хромоникелевой легированной стали, сваренным электрическим плавлением, для высокотемпературных условий эксплуатации
A 167	Требования к пластинам, листам и полосам из нержавеющей стали и жаропрочной хромоникелевой стали	A 369	Требования к кованым и расточенным трубам из углеродистой стали и ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 179	Требования к бесшовным холодно тянутым трубкам для теплообменников и конденсаторов, из низкоуглеродистой стали	A 376	Требования к бесшовным трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий в центральных котельных
A 181	Требования к кованым заготовкам из углеродистой стали для трубопроводных систем общего назначения	A 381	Требования к стальным трубам, сваренным дуговой сваркой с металлическим электродом, для использования в системах передач высокого давления
A 182	Требования к кованным или катанным трубным фланцам из легированной стали, кованным фитингам и вентилям и деталям для высокотемпературных условий эксплуатации	A 387	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, хромомолибденовая
A 197	Требования к ваграночному ковкому чугуну	A 395	Требования к литым изделиям из ферритного ковкого чугуна, содержащим давление, для использования при повышенных температурах
A 202	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, хром-марганец-кремний	A 403	Требования к трубным фитингам из катаной аустенитной нержавеющей стали
A 203	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, никель	A 409	Требования к сварным трубам большого диаметра из аустенитной стали для коррозионных или высокотемпературных условий эксплуатации
A 204	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, молибден	A 420	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации
A 216	Требования к литым изделиям из углеродистой стали для сварки плавлением для высокотемпературных условий эксплуатации	A 426	Требования к центробежно литым трубам из ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 217	Требования к стальным литым изделиям, мартенситная нержавеющая сталь и легированная сталь, для деталей, удерживающих давление, пригодных для высокотемпературных условий эксплуатации	A 451	Требования к центробежно литым трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 234	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для средних и умеренных температур	A 479	Требования к брускам и профилю из нержавеющей и жаропрочной стали для использования в водогрейных котлах и других сосудах под давлением
A 240	Требования к стальным пластинам, листам и полосам из жаропрочной хромовой и хромоникелевой нержавеющей стали для сосудов под давлением	A 487	Требования к стальным литым изделиям, пригодными для эксплуатации под давлением
A 268	Требования к бесшовным и сварным трубкам из ферритной нержавеющей стали для общего использования	A 494	Требования к литым изделиям, никель и никелевые сплавы
A 269	Требования к бесшовным и сварным трубам из аустенитной нержавеющей стали для общего назначения	A 515	Требования к монтажным плитам из углеродистой стали для резервуаров под давлением для средне- и высокотемпературных условий эксплуатации
A 278	Требования к литым изделиям из серого чугуна для деталей, содержащих давление, для температур до 650°F (345°C)	A 516	Требования к монтажным плитам из углеродистой стали для резервуаров под давлением для умеренно- и низкотемпературных условий эксплуатации
A 283	Требования к плитам из углеродистой стали с низким или средним пределом прочности на разрыв	A 524	Требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для атмосферной или более низкой температуры
A 285	Требования к пластинам сосудов под давлением, низкая и средняя прочность на разрыв	A 537	Требования к пластинам сосудов под давлением, термически обработанным, из углеродистомарганцевокремниевой стали
A 299	Требования к пластинам сосудов под давлением, углеродистая сталь, марганец-кремний		

Указатель технических спецификаций для Приложения А.

Номер спец.	Название	Номер спец.	Название
ASTM (продолжение)		ASTM (продолжение)	
A 553	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, закаленная, 8 и 9 процентов никеля	V 167	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелехроможелезного сплава (UNS N06600-N06690)
A 570	Требования к горячекатаным листам и полосам из углеродистой стали, конструкционного качества	V 168	Требования к пластинам, листам и полосам из никелехроможелезного сплава (UNS N06600-N06690)
A 571	Требования к литым изделиям из аустенитного пластичного чугуна для деталей, содержащих давление, пригодных для низкотемпературных условий эксплуатации	V 169	Требования к пластинам, листам, полосам и катаным брускам из алюминиевой бронзы
A 587	Требования к трубам из низкоуглеродистой стали, сваренным электросваркой, для химической промышленности	V 171	Требования к пластинам для конденсаторных труб из медного сплава
A 645	Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь с 5 процентами никеля, прошедшая специальную термическую обработку	V 187	Требования к медным брускам, шинным брускам, пруткам и профилям
A 671	Требования к стальным трубам, сваренным электросваркой с плавлением, для атмосферных и более низких температур	V 209	Требования к листам и пластинам из алюминия и алюминиевых сплавов
A 672	Требования к стальным трубам, сваренным электросваркой с плавлением, для эксплуатации при высоком давлении при средних температурах	V 210	Требования к тянутым бесшовным трубкам из алюминиевого сплава
A 691	Требования к трубам из углеродистой и легированной стали, сваренным сваркой плавлением, для условий эксплуатации при высоком давлении и высоких температурах	V 211	Требования к брускам, пруткам и проволоке из алюминиевого сплава
A 789	Требования к бесшовным и сварным трубкам из ферритной/аустенитной нержавеющей стали для общего назначения	V 221	Требования к экструдированным брускам, пруткам, проволоке, профилю и трубкам из алюминиевого сплава
A 790	Требования к бесшовным и сварным трубам из ферритной/аустенитной нержавеющей стали	V 241	Требования к бесшовным трубам и бесшовным экструдированным трубам из алюминиевого сплава
A 815	Требования к катаным фитингам из ферритной/аустенитной и мартенситной нержавеющей стали	V 247	Требования к кузнечно-штамповочным изделиям, изделиям, кованым вручную, и горячекованым изделиям из алюминиевого сплава
V 21	Требования к штырям, брускам и профилям из морской латуни	V 280	Требования к бесшовным медным трубам для кондиционеров воздуха и хладагентов
V 26	Требования к литью из алюминиевого сплава в песчаных формах	V 283	Требования к кузнечно-штамповочным изделиям (горячепрессованным) из меди и медных сплавов
V 42	Требования к бесшовным медным трубам, стандартные размеры	V 265	Требования к полосам, листам и пластинам из титана и титанового сплава
V 43	Требования к бесшовным трубам из красной латуни, стандартные размеры	V 333	Требования к пластинам, листам и полосам из никелемолибденового сплава
V 61	Требования к литым бронзовым изделиям для пара и клапанов	V 335	Требования к пруткам из никелемолибденового сплава
V 62	Требования к композитным металлическим литым изделиям из бронзы или унцегового металла	V 337	Требования к бесшовным и сварным трубам из титана и титанового сплава
V 68	Требования к бесшовным медным трубам, светлого отжига	V 345	Требования к бесшовным экструдированным трубкам и бесшовным трубам из алюминиевого сплава, для транспортировки газа и нефти и распределительных трубопроводных систем
V 75	Требования к бесшовным медным трубкам	V 361	Требования к заводским сварным фитингам из катаного алюминия и алюминиевого сплава
V 88	Требования к бесшовным медным трубкам для водопровода	V 366	Требования к заводским сварным фитингам из катаного никеля и никелевого сплава
V 96	Требования к пластинам, листам, полосам и катаным брускам из меднокремниевго сплава, для общего назначения и для сосудов под давлением	V 381	Требования к кованым изделиям из титана и титанового сплава
V 98	Требования к пруткам, брускам и профилям из меднокремниевго сплава	V 407	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никележелезохромового сплава
V 127	Требования к пластинам, листам и полосам из никелемедного сплава (UNS N04400)	V 409	Требования к пластинам, листам и полосам из никележелезохромового сплава
V 133	Требования к медным пруткам, брускам и профилям	V 435	Требования к пластинам, листам и полосам из сплавов UNS N06022, UNS N06230, UNS R30556
V 148	Требования к литым изделиям из алюминиевой бронзы	V 443	Требования к пластинам, листам и полосам из никелехромомолибденоколумбиевого сплава (UNS N06625)
V 150	Требования к пруткам, брускам и профилям из алюминиевой бронзы	V 444	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелехромомолибденоколумбиевого сплава (UNS N06625)
V 152	Требования к медным листам, полосам, пластинам и катаным брускам	V 446	Требования к пруткам и брускам из никелехромомолибденоколумбиевого сплава (UNS N06625)
V 160	Требования к никелевым пруткам и брускам	V 462	Требования к кованым или катаным трубным фитингам, клапанам и деталям из сплавов UNS N08020, UNS N08024, UNS N08026, UNS N08367 для коррозионных высокотемпературных условий эксплуатации
V 161	Требования к никелевым бесшовным трубам и трубкам	V 463	Требования к кованым или катаным пластинам, листам и полосам из сплавов UNS N08020, UNS N08026, UNS N08024
V 162	Требования к никелевым пластинам, листам и полосам	V 464	Требования к сварным трубам из хромо-никеле-железо-молибдено-медно-колумбиевого сплава (UNS N08020)
V 164	Требования к пруткам, брускам и проволоки из никелемедного сплава		
V 165	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелемедного сплава (UNS N04400)		
V 166	Требования к пруткам, брускам и проволоки из никелехроможелезного сплава (UNS N06600)		

Указатель технических спецификаций для Приложения А

Номер спец.	Название	Номер спец.	Название
ASTM (продолжение)		ASTM (продолжение)	
V 466	Требования к бесшовным медноникелевым трубам и трубкам	V 625	Требования к пластинам и листам из никелевого сплава
V 467	Требования к сварным медноникелевым трубам	V 649	Требования к брускам и проволоке из низкоуглеродистого Ni-Fe-Cr-Mo-Cu сплава (UNS N08904) и низкоуглеродистого Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N сплава (UNS 08925, UNS N08031, UNS 08926)
V 491	Требования к экструдированным круглым трубкам из алюминия и алюминиевого сплава для общего назначения	V 658	Требования к бесшовным и сварным трубам из циркония и циркониевого сплава
V 493	Требования к кованным изделиям из циркония и циркониевого сплава	V 675	Требования к сварным трубам из сплавов UNS N08366, UNS N08367
V 514	Требования к сварным трубам из никележелезохромового сплава	V 688	Требования к пластинам, листам и полосам из хромоникеле-молибденовых сплавов (UNS N08366, UNS N08367)
V 517	Требования к сварным трубам из никелехромовожелезного сплава UNS N06800	V 690	Требования к бесшовным трубам и трубкам из железно-никеле-хромово-молибденовых сплавов (UNS N08366, UNS N08367)
V 523	Требования к бесшовным и сварным трубам из циркония и циркониевого сплава для конденсаторов и теплообменников	V 705	Требования к сварным трубам из никелевого сплава (UNS N06625, UNS N08825)
V 547	Требования к формованным и сваренным дуговой сваркой круглым трубкам из алюминия и алюминиевого сплава	V 725	Требования к сварным трубам из никеля (UNS N02200/UNS N 02201) и никелемедного сплава (UNS N04400)
V 550	Требования к брускам и проволоке из циркония и циркониевого сплава	V 729	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелевых сплавов UNS N08020, UNS N08026, UNS N08024
V 551	Требования к полосам, листам и пластинам из циркония и циркониевого сплава	V 804	Требования к сварным трубам из сплава UNS N08367
V 564	Требования к кованным изделиям из никелевого сплава	E 112	Методы определения среднего размера зерна
V 574	Требования к пруткам из низкоуглеродистого никелемолибденохромового сплава	API	
V 575	Требования к пластинам, листам и полосам из низкоуглеродистого никелемолибденохромового сплава	5L	Требования к линейным трубам
V 581	Требования к пруткам из никеле-хромово-железно-молибденово-медного сплава		
V 582	Требования к пластинам, листам и полосам из никеле-хромово-железно-молибденово-медного сплава		
V 584	Требования к изделиям, литым в песчаных формах из медного сплава, для общего назначения		
V 619	Требования к сварным трубам из никеля и никелекобальтового сплава		
V 620	Требования к пластинам, листам и полосам из никеле-железно-хромово-молибденового сплава (UNS N0832)		
V 621	Требования к пруткам из никеле-железно-хромово-молибденового сплава (UNS N0832)		
V 622	Требования к трубам и трубкам из никеля и никелекобальтового сплава		

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого ссылки на одобренное издание, вместе с наименованием и адресом организаций-спонсоров приведены в Приложении Е.

ЗАМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ А.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Значения допустимого напряжения, присвоенные Р-номера или S-номера, коэффициенты качества сварного соединения и коэффициенты качества литья, минимальные температуры в Таблицах А-1, А-1А, А-1В и А-2, а также ссылочные замечания и одинарные или двойные вертикальные полосы в таблицах напряжений являются требованиями этого Сборника.

(b). На замечания с (1) по (7) производятся ссылки в заголовках Таблиц и заголовках для типа материала и формы продукта; на Замечания с (8) и далее производятся ссылки в колонки замечаний для конкретных материалов. Замечания, помеченные звездочкой (8), формулируют по-другому требования, содержащиеся в тексте Сборника.

(с). К этому времени метрические эквиваленты не были рассчитаны в Таблицах Приложения А. Чтобы перевести значения напряжений в Таблице А-1 в МПа при заданной температуре, выраженной в °С, определите эквивалентную температуру, выраженную в °F и проведите интерполяцию, чтобы рассчитать значение напряжения, выраженное в ksi, при заданной температуре. Умножьте это значение на 6.895, чтобы получить базовое допустимое напряжение S в МПа при заданной температуре.

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1) * Значения напряжения, указанные в Таблице А-1, и значения расчетного напряжения в таблице А-2, являются базовыми допустимыми напряжениями при растяжении в соответствии с параграфом 302.3.1(а). Для проектирования по давлению, значения напряжения из Таблицы А-1 умножаются на соответствующий коэффициент качества E (E_C из Таблицы А-1А или E_j из таблицы А-1В). Значения напряжения при сдвиге и смятии указаны в параграфе 302.3.1(b); значения напряжения при сжатии указаны в параграфе 302.3.1(с).

(2) * Коэффициенты качества для литых изделий E_C в Таблице А-1А являются базовыми коэффициентами в соответствии с параграфом 302.3.3(b). Коэффициенты качества для продольных сварных соединений E_j в таблице А-1В являются базовыми коэффициентами в соответствии с параграфом 302.3.4(а). Смотрите параграфы 302.3.3(с) и 302.3.4(b), в которых описано увеличение коэффициентов качества. Смотрите также параграф 302.3.1(а), сноски 1.

(3) * Значения напряжения для аустенитных нержавеющей сталей в этих Таблицах могут быть не применимы, если материал прошел конечную термическую обработку, отличную от термической обработки, требуемой в соответствии с техническими требованиями к материалу или ссылками на Замечания (30) или (31).

(4) * Значения напряжений, напечатанные курсивом, превышают две третьих ожидаемого предела текучести при температуре. Значения напряжений, напечатанные жирным шрифтом, равны 90% от ожидаемого предела текучести при температуре. Смотрите параграфы 302.3.2(d) и (е).

(5) * Смотрите параграф 328.2.1(f), в котором описывается группировка материалов по Р-номерам и S-номерам. Р-номера обозначаются числом или числом, за которым следует буква (например, 8 или 5В или 11А). Перед S-номерами стоит буква S (например, S-1).

(6) * Показанная минимальная температура является той расчетной минимальной температурой, для которой данный материал обычно пригоден для эксплуатации без испытания на ударную вязкость, отличного от того, что требуется в соответствии с техническими требованиями к материалу. Однако, использование материала при расчетной минимальной температуре ниже -29°C (-20°F) устанавливается некоторыми правилами в тексте данного Сборника, включая параграф 323.2.2(а) и другие требования к проведению испытания на ударную вязкость. Для углеродистых сталей с буквенным кодом в колонке "Минимальная температура" смотрите параграф 323.2.2(b) и применимый график и замечания на рисунке 323.2.2А.

(7) * Одинарная вертикальная полоса (|) рядом со значением напряжения указывает на то, что использование этого материала при температуре выше (если полоса находится справа) или ниже (если полоса находится слева) соответствующей температуры может осуществляться при дополнительных условиях, указанных в ссылочном Замечании. Одинарная вертикальная полоса рядом со значением "Минимальная температура" имеет такое же значение. Двойная вертикальная полоса (||) рядом со значением напряжения указывает на то, что использование материала запрещено при температуре выше соответствующей температуры или выше

некоторой более низкой температуры в зависимости от расположения двойной вертикальной полосы (как описано выше) и в зависимости от ссылочного Замечания. Двойная вертикальная полоса слева от "Минимальная температура" указывает на запрет ниже этой температуры. Когда не указаны значения напряжения, материал может использоваться в соответствии с параграфом 323.2, если только его использование не запрещено двойной вертикальной полосой.

(8) * Имеются ограничения на использование этого материала в тексте Сборника:

(а). смотрите параграф 305.2.1; температурные пределы равны от -29°C до 186°C (от -20°F до 366°F);

(b). смотрите параграф 305.2.2; труба должна снабжаться мерами безопасности, когда используется за пределами температурных ограничений, указанных в Замечании (8а);

(с). смотрите Таблицу 323.2.2, Раздел В-2;

(d). смотрите параграф 323.4.2(а);

(е). смотрите параграф 323.4.2(b);

(f). смотрите параграф 309.2.1;

(g). смотрите параграф 309.2.2.

(9) * Для номинальных показателей по давлению-температуре компонентов, изготовленных в соответствии со стандартами, указанными в Таблице 326.1, смотрите параграф 326.2.1. Значения напряжений в Таблице А-1 могут использоваться для расчета номинальных показателей для компонентов, не включенных в список, и особых номинальных показателей для компонентов, включенных в список, как допускается в параграфе 303.

(10) * Этот коэффициент качества литья применим, только, когда было проведено надлежащее вспомогательное исследование (смотрите параграф 302.3.3).

(11) * В рамках этого Сборника радиографическое исследование должно выполняться после термической обработки.

(12) * Некоторые формы этого материала, как указано в Таблице 323.2.2, должны пройти испытание на ударную вязкость, чтобы квалифицироваться при температуре ниже -29°C (-20°F). Как альтернатива, если положения по испытанию на ударную вязкость включены в технические требования к материалу, как вспомогательные требования и реализуются на практике, материал может использоваться вплоть до температуры, при которой испытание проводилось в соответствии с техническими требованиями.

(13) Свойства этого материала варьируются с изменением толщины или размера. Значения напряжения основаны на минимальных свойствах для указанной толщины.

(14) Для использования в рамках этого Сборника труб при указанных значениях напряжения, требуемые минимальные свойства на разрыв и текучесть должны быть проверены с помощью испытания растяжением. Если такие испытания не требуются в соответствии с техническими требованиями для материала, они должны быть указаны в заказе.

(15) Эти значения напряжения установлены с учетом только прочности и будут удовлетворительными для средних условий эксплуатации. Для болтовых соединений, в которых требуется отсутствие утечек в течение длительного времени без повторного затягивания, более низкие значения напряжения могут быть необходимым, как определено по гибкости фланца и болтов и соответствующим свойствам расслабления.

(16) Коэффициент E_j равный 1.00 может применяться только, если все сварные швы, включая, сварные швы в базовом материале, прошли 100%-ое радиографическое исследование. Замена радиографического исследования ультразвуковым исследованием не допускается в целях достижения коэффициента E_j равного 1.00.

(17) Присадочный металл не должен использоваться при производстве этой трубы или трубки.

(18) * Это техническое требование не включает требования по 100%-ому радиографическому исследованию. Если должен использоваться этот более высокий коэффициент качества соединения, материалы должны отвечать особым требованиям Таблицы 341.3.2 для продольных стыковых сварных швов с 100%-ым радиографическим исследованием в соответствии с Таблицей 302.3.4.

(19) * Это техническое требование включает требования по случайному радиографическому исследованию для контроля литейного качества. Если должен использоваться коэффициент качества соединения 0.90, сварные швы должны удовлетворять требованиям

таблицы 341.3.2 для продольных стыковых сварных швов с точечным радиографическим исследованием в соответствии с Таблицей 302.3.4. Это подлежит особому согласованию между покупателем и производителем.

(20) Для размеров трубы \geq DN 200 (NPS 8) с толщинами \geq Регламент 140, минимальная прочность на растяжение равна 483 МПа (70 ksi).

(21) Для толщины материала $>$ 127 миллиметров (5 дюймов), минимальная прочность на разрыв равна 448 МПа (65 ksi).

(21a) Для толщины материала $>$ 127 миллиметров (5 дюймов), указанная минимальная прочность на разрыв равна 448 МПа (65ksi).

(22) Минимальная прочность на разрыв для сварного шва (квалификация) и показанные значения напряжения должны умножаться на 0.90 для трубы, имеющей внешний диаметр меньше 51 миллиметра (2 дюйма) и значение D/t меньше чем 15. Это требование может быть пропущено, если можно показать, что сварочная процедура, которая будет использоваться, будет производить сварные швы, которые отвечают приведенным в таблице минимальным прочностям на разрыв 165 МПа (24 ksi).

(23) Легкие сварные фитинги из алюминиевого сплава, отвечающие требованиям по размерам в MSS SP-43, должны иметь полнопроваренные сварные швы.

(24) Предел текучести не указан в техническом требовании к материалу. Показанное значение основывается на пределе текучести материалов с похожими характеристиками.

(25) Эта сталь может становиться хрупкой после эксплуатации при примерно 316°C (600°F) и более высокой температуре.

(26) Этот нестабилизированный класс нержавеющей стали все больше и больше стремится выкристаллизовывать межкристаллитный карбиды с ростом содержания углерода больше 0.3%. Смотрите также параграф F323.4(c)(2).

(27) Для температур выше 427°C (800°F), эти значения напряжения применяются только, когда содержание углерода равно 0.04% или больше

(28) Для температур выше 538°C (1000°F), эти значения напряжения применяются только, когда содержание углерода равно 0.04% или больше

(29) Значения напряжения при температуре больше 538°C (1000°F), показанные здесь, должны использоваться только когда размер аустенитного микроструктуры стали, как определено в ASTM E 112, равен №6 или меньше (более крупное зерно). В противном случае, должны использоваться более низкие значения напряжения для такого же материала, технического требования и класса.

(30) Для температур больше 538°C (1000°F) эти значения напряжения могут использоваться только, если материал был термически обработан при температуре минимум 1093°C (2000°F)

(31) Для температур больше 538°C (1000°F) эти значения напряжения могут использоваться только, если материал был термически обработан при температуре минимум 1038°C (1900°F) и быстро закален в воде или быстро охлажден какими-либо другими средствами

(32) Показанные значения напряжения приведены для базового материала с наименьшей прочностью, допускаемого техническим требованием, которое должно быть использовано при производстве этого класса фитингов. Если используется базовый материал с более высокой прочностью, при проектировании могут использоваться более высокие значения напряжения

(33) Для сварных конструкций с классами материалов, затвердевающих при эксплуатации, используйте значения напряжения для закаленного материала; для сварных конструкций с классами материалов, затвердевающих дисперсионно, используйте особые значения напряжения для сварных конструкций, приведенные в Таблице

(34) Если материал сваривается, паяется твердым припоем или паяется мягким припоем, должны использоваться значения допустимого напряжения для закаленного материала

(35) Эта сталь предназначена для использования при высоких температурах; однако, она может иметь низкую пластичность и/или низкие свойства по ударной вязкости при комнатной температуре после использования при температуре выше температуры, помеченной одиночной вертикальной чертой. Смотрите также параграф F323.4(c)(4)

(36) Это техническое требование допускает использование этого материала без термической обработки на твердый раствор. Когда этот материал не прошел термическую обработку на твердый раствор, минимальная температура должна быть -29°C (-20°F), если только материал не испытывается на ударную вязкость в соответствии с параграфом 323.3

(37) Требования к ударной вязкости для бесшовных фитингов должны определяться требованиями, указанными в этой Таблице для конкретного технического требования к базовому материалу в допустимых классах

(A312, A240 и A182). Когда материалы типа A276 используются для производства таких фитингов, должны применяться Замечания, минимальные температуры и допустимые напряжения для сравнимых классов материалов A240.

Замечание (38) удалено

(39) Этот материал при его использовании при температуре ниже -29°C (-20°F) должен проходить испытание на ударную вязкость, если содержание углерода выше 0.10%

(40) * Этот коэффициент качества литья может быть увеличен с помощью вспомогательного исследования в соответствии с параграфом 302.3.3(c) и Таблицей 302.3.3С. Более высокий коэффициент из Таблицы 302.3.3С может использоваться вместо этого коэффициента в уравнениях проектирования по давлению

(41) Расчетные напряжения для холодно тянутого закаленного материала основываются на свойствах горячего проката, до тех пор пока не будут получены требуемые данные для холодно тянутого материала

(42) Это техническое требование к изделию. Нет необходимости ни в каких расчетных напряжениях. Ограничения по температуре металла для материалов, охваченных этим техническим требованием, следующие:

Класс (классы)	Температура металла, °C (°F)
1	от -29 до 482 (от -20 до 900)
2, 2Н и 2НМ	от -48 до 593 (от -55 до 1100)
3	от -29 до 593 (т -20 до 1100)
4 (смотрите Замечание (42a))	от -101 до 593 (от -150 до 1100)
6	от -29 до 427 (от -20 до 800)
7 и 7М (смотрите Замечание (42a))	от -101 до 593 (от -150 до 1100)
8FA (смотрите Замечание (39))	от -29 до 427 (от -20 до 800)
8MA и 8TA	от -198 до 816 (от -325 до 1500)
8, 8A и 8CA	от -254 до 816 (от -425 до 1500)

(42a) При использовании при температуре ниже -46°C (-50°F), этот материал должен проходить испытание на ударную вязкость как требуется в A320 для Класса L7

(42b) Это техническое требование к изделию. Нет необходимости ни в каких расчетных напряжениях. Смотрите параграфы 309.2.1 и 309.2.2 в отношении ограничений по использованию.

(43) * Значения напряжения, приведенные для этого материала, не применимы, когда используется сварка или термическая резка (смотрите параграф 323.4.2(c))

(44) Этот материал не должен свариваться

(45) Показанные значения напряжения применимы только к кузнечно-штамповочным кованым деталям

(46) Буква "а" указывает на сплавы, которые не рекомендованы для сварки и которые, если свариваются, должны квалифицироваться индивидуально. Буква "b" указывает на сплавы на основе меди, которые должны квалифицироваться индивидуально

(47) Если сварка не используется при изготовлении трубопровода из этих материалов, то значения напряжения могут быть увеличены до 230МПа (33.3 ksi)

(48) Значение напряжения, которое должно быть использовано для этого материала из серого литого чугуна при его верхнем температурном пределе 232°C (450°F), такое же как показано в колонке для 240°C (400°F)

(49) Если химический состав этого Класса такой, что делает его затвердеваемым, требуется квалификация для Р-номеров меньше 6

(50) Этот материал приписан к группе Р-номера 7, потому что его затвердеваемость низка

(51) Этот материал требуется особого рассмотрения при квалификации сварки. Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, QW/QB-422. Для использования в рамках этого Сборника, квалифицированная WPS требуется для каждого уровня прочности этого материала

(52) Меднокремниевые сплавы не всегда пригодны, когда подвергаются воздействию некоторых сред и высокой температуры, особенно выше 100°C (212°F). Пользователь должен убедиться, что выбранный сплав удовлетворителен для условий эксплуатации, при которых он должен будет использоваться

(53) Термическая обработка для снятия напряжения требуется для эксплуатации при температуре выше 232°C (450°F)

(54) Максимальная эксплуатационная температура случайным образом выбрана как 260°C (500°F), потому что сильная закалка неблагоприятно влияет на расчетное напряжение в диапазоне температур разрушения из-за ползучести.

- (55) Труба, произведенная в соответствии с этим техническим требованием, не предназначена для высокотемпературных условий эксплуатации. Эти значения напряжения применяются либо к нераскатанному, либо к холодно раскатанному материалу в состоянии после раскатки, нормализованном или нормализованном и закаленном состоянии
- (56) Из-за термической нестабильности, этот материал не рекомендуется для эксплуатации при температурах выше 427°C (800°F).
- (57) Переход карбида в графит может иметь место после длительного подержания температурам выше 427°C (800°F). Смотрите параграф F323.4(b)(2)
- (58) Переход карбида в графит может иметь место после длительного подержания температурам выше 468°C (875°F). Смотрите параграф F323.4(b)(3)
- (59) Для температур выше 482°C (900°F) учитывайте преимущества спокойной стали. Смотрите параграф F323.4(b)(4)
- (60) Для всех расчетных температур максимальная твердость должна быть Rockwell C35 сразу под корнями резьбы. Твердость должна замеряться на плоском участке размером по крайней мере 3 миллиметра (1/8 дюйма), подготовленном с помощью удаления резьбы. Чтобы подготовить этот участок необходимо снимать материала не больше, чем нужно. Определение твердости должно проводиться с такой же частотой, что и испытания на растяжение
- (61) Закаленный при примерно 982°C (1800°F)
- (62) Закаленный при примерно 1121°C (2050°F)
- (63) Для закаленных материалов со снятым напряжением (T351, T3511, T451, T4510, T4511, T651, T6510, T6511), должны использоваться значения напряжения для указанных закалок.
- (64) Минимальная прочность на разрыв образчика уменьшенного поперечного сечения в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, QW-426.1, должна быть не меньше, чем 758МПа (110.0 ksi)
- (65) Показанная минимальная температура приведена для самой толстой стенки, допустимой техническим требованием. Минимальная температура для более легких стенок должна быть как показано в следующей таблице:

Температура испытания на ударную вязкость (°C) для показанных толщин пластин

Номер технического требования и класс	Максимум 25 мм	Максимум 51 мм	От 51 до 76 мм
A 203 A	-68	-68	-59
A 203 B	-68	-68	-59
A 203 D	-101	-101	-87
A 203 E	-101	-101	-87

Температура испытания на ударную вязкость (°F) для показанных толщин пластин

Номер технического требования и класс	Максимум 1 дюйм	Максимум 2 дюйма	От 2 до 3 дюймов
A 203 A	-90	-90	-75
A 203 B	-90	-90	-75
A 203 D	-150	-150	-125
A 203 E	-150	-150	-125

- (66) Показанные значения напряжения равны 90% от напряжений для соответствующих материалов сердцевин

- (67) Для использования в рамках этого Сборника, требования к термической обработке для труб, произведенных в соответствии с A671, A672 и A691, должны быть такими, как требуется в параграфе 331 для конкретного используемого материала.
- (68) Образчик для испытания на растяжение из пластины 12.7 миллиметра (1/2 дюйма) и толще обрабатывается на станке от сердечника и не включает плакирующий сплав; следовательно, показанные значения напряжения являются значениями напряжения для материалов тоньше 12.7 миллиметра.
- (69) Этот материал может использоваться только в ненапорных компонентах.
- (70) Сплав 625 (UNS N06625) в закаленном состоянии подвергает сильной потере ударной прочности при комнатной температуре после подверганию действию температур в диапазоне от 538°C (1000°F) до 760°C (1400°F).
- (71) Эти материалы обычно микролегируются с использованием Сb, V и/или Ti. Вспомогательные технические требования, согласованные производителем и покупателем, обычно устанавливают химические требования более жесткие, чем базовые технические требования, а также технические требования к прокатке и требования к свариваемости (то есть, С-эквиваленту) и вязкости;
- (72) Для эксплуатационной температуры > 454°C (850°F), металл сварного шва должен иметь содержание углерода > 0.05%
- (73) Термическая обработка требуется после сварки всех продуктов из циркония Класа R60705. Смотрите Таблицу 331.1.1.
- (74) Механические свойства фитингов, сделанных из ковального проката, должны удовлетворять требованиям одной из спецификаций для брусков, кованных изделий или прутков, перечисленных в Таблице 1 стандарта В 366
- (75) Показанные значения напряжения приведены для материалов в нормализованном и закаленном состоянии или когда термическая обработка не известна. Если материал закален, используйте следующие значения для температур больше 510°C (950°F):

Температура, °F	1000	1050	1100	1150	1200
S, ksi	8.0	5.7	3.8	2.4	1.4

- (76) Гидростатическое испытание является опцией (не требуется) в этом техническом требовании. Для использования в рамках этого Сборника, гидростатическое испытание требуется.
- (77) Классы труб, приведенные ниже, произведенные в соответствии с CSA (Canadian Standards Association) Z245.1, должны считаться эквивалентными API 5L и рассматриваться как материалы, включенные в список

Эквивалентные классы	
API 5L	CSA Z245.1
A25	172
A	207
B	241
X42	290
X46	317
X52	359
X56	386
X60	414
X65	448
X70	483
X80	550

Таблица А-1

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№, или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi	Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)							
							Минимальная температура							
							Растяжени е	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600	650
Чугун														
Литые изделия (2)														
Серый	A 48	...	20	(8e)(48)	-20	20	...	2.0	2.0	2.0	2.0	...	...	...
Серый	A 278	...	20	(8e)(48)	-20	20	...	2.0	2.0	2.0	2.0	...	...	...
Серый	A 126	...	A	(8e)(9)(48)	-20	21	...	2.0	2.0	2.0	2.0	...	...	...
Серый	A 48	...	25	(8e)(48)	-20	25	...	2.5	2.5	2.5	2.5	...	...	...
Серый	A 278	...	25	(8e)(48)	-20	25	...	2.5	2.5	2.5	2.5	...	...	...
Серый	A 48	...	30	(8e)(48)	-20	30	...	3.0	3.0	3.0	3.0	...	...	...
Серый	A 278	...	30	(8e)(48)	-20	30	...	3.0	3.0	3.0	3.0	...	...	...
Серый	A 126	...	B	(8e)(9)(48)	-20	31	...	3.0	3.0	3.0	3.0	...	...	...
Серый	A 48	...	35	(8e)(48)	-20	35	...	3.5	3.5	3.5	3.5	...	...	...
Серый	A 278	...	35	(8e)(48)	-20	35	...	3.5	3.5	3.5	3.5	...	...	...
Серый	A 48	...	40	(8e)(9)(48)	-20	40	...	4.0	4.0	4.0	4.0	...	...	...
Серый	A 126	...	C	(8e)(9)(48)	-20	41	...	4.0	4.0	4.0	4.0	...	...	...
Серый	A 278	...	40	(8e)(9)(53)	-20	40	...	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Серый	A 48	...	45	(8e)(48)	-20	45	...	4.5	4.5	4.5	4.5	...	...	...
Серый	A 48	...	50	(8e)(48)	-20	50	...	5.0	5.0	5.0	5.0	...	...	...
Серый	A 278	...	50	(8e)(53)	-20	50	...	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Серый	A48	...	55	(8e)(48)	-20	55	...	5.5	5.5	5.5	5.5	...	...	...
Серый	A 48	...	55	(8e)(48)	-20	60	...	6.0	6.0	6.0	6.0	...	...	...
Серый	A 278	...	60	(8e)(53)	-20	60	...	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Ваграночный ковкий	A 197	...	...	(8e)(9)	-20	40	30	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Ковкий	A 47	...	32510	(8e)(9)	-20	50	32.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Ферритный пластичный	A 395	...	...	(8d)(9)	-20	60	40	20.0	19.0	17.9	16.9	15.9	14.9	14.1
Аустенитный пластичный	A 571	...	Типе D-2M, C1.1	(8d)	-20	65	30	20.0	...	...	...	...	...	...

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура		
						Растяжени	Текучесть	до 100	200	300
Углеродистая сталь										
Трубы и трубки (2)										
A 285 Gr. A	A 134	1	...	(8b)(57)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
A 285 Gr. A	A 672	1	A 45	(57)(59)(67)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
Стыковой сварной шов	API 5L	S-1	A 25	(8a)	B	45	25	15.0	15.0	14.5
Бесшовные и сваренные с ERW	API 5L	S-1	A 25	(57)(59)	B	45	25	15.0	15.0	14.5
...	A 179	1	....	(57)(59)	B	47	26	15.7	15.0	14.2
Type F	A 53	1	Gr. A	(8a)(77)	20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 139	S-1	A	(8b)(77)	A	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 587	1	...	(57)(59)	-20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 53	1	A	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 106	1	A	(57)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 135	1	A	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 369	1	FPA	(57)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	API 5L	S-1	A	(57)(59)(77)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
A 285 Gr. B	A 134	1	...	(8b)(57)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
A 285 Gr. B	A 672	1	A 50	(57)(59)(67)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
A 285 Gr. C	A 134	1	....	(8b)(57)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 524	1	Gr. II	(57)	-20	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 333	1	1	(57)(59)	-50	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 334	1	1	(57)(59)	-50	55	30	18.3	18.3	17.7
A 285 Gr. B	A 671	1	CA55	(59)(67)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
A 285 Gr. B	A 672	1	A55	(57)(59)(67)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
A 516 Gr. 55	A 672	1	C55	(57)(67)	C	55	30	18.3	18.3	17.7
A 516 Gr. 60	A 671	1	CC60	(57)(67)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
A 515 Gr. 60	A 671	1	CB60	(57)(67)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
A 515 Gr. 60	A 672	1	B60	(57)(67)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
A 516 Gr. 60	A 672	1	C60	(57)(67)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
...	A 139	S-1	B	(8b)	A	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 135	1	B	(57)(67)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 524	1	Gr. 1	(57)	-20	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 53	1	B	(57)(67)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 106	1	B	(57)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 333	1	6	(57)	-50	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 334	1	6	(57)	-50	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 369	1	FPB	(57)	-20	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 381	S-1	Y35	....	A	60	35	20.0	20.0	20.0
...	API 5L	S-1	B	(57)(59)(77)	B	60	35	20.0	20.0	20.0

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)														Класс	№ техн. треб.
400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100			
														Углеродистая сталь Трубы и трубки (2)	
[13.7	13.0	11.8	11.6	11.5	10.3	9.0	7.8	6.5	...	...	...	...	...	A 134
13.7	13.0	11.8	11.6	11.5	10.3	9.0	7.8	(6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A 45	A 672	
[13.8	A 25	API 5L
13.8	A 25	API 5L
13.5	12.8	12.1	11.8	11.5	10.6	9.2	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	...	A 179	
[16.0	A 53
...	A	A 139
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	A	A 587
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A	A 53	
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A	A 106	
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A	A 135	
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	FPA	A 369	
16.0	16.0	14.8	14.5	14.4	10.7	9.3	7.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A	API 5L	
[15.4	14.6	13.3	13.1	13.0	11.2	9.6	8.1	6.5	...	...	...	...	...	A 134
15.4	14.6	13.3	13.1	13.0	11.2	9.6	8.1	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A 50	A 672	
[17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	6.5	...	...	...	...	...	A 134
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2.5	...	...	Gr. II	A 524
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	1	A 333	
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	1	A 334	
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	CA55	A 671	
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A55	A 672	
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	C55	A 672	
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	...	...	CC60	A 671
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	CB60	A 671	
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B60	A 672	
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	C60	A 672	
[.....	B	A 139
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	...	...	B	A 135
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	...	...	Gr. 1	A 524
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B	A 53	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B	A 106	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	6	A 333	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	6	A 334	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	FPB	A 369	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	Y35	A 381	
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B	API 5L	

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура		
						Растяжени е	Текучесть	до 100	200	300
Углеродистая сталь										
Трубы и трубки (2) (продолжение)										
...	A 139	S-1	C	(8b)	|A	60	42	20.0	20.0	20.0
...	A 139	S-1	D	(8b)		60	46	20.0	20.0	20.0
...	API 5L	S-1	X42	(55)(77)	A	60	42	20.0	20.0	20.0
...	A 381	S-1	Y42	...	A	60	42	20.0	20.0	20.0
...	A 381	S-1	Y48	...	A	62	48	20.6	19.7	18.7
...	API 5L	S-1	X46	(55)(77)	A	63	46	21.0	21.0	21.0
...	A381	S-1	Y46	...	A	63	46	21.0	21.0	21.0
...	A 381	S-1	Y 50	...	A	64	50	21.3	20.3	19.3
A 516 Gr. 65	A 671	1	CC65	(57)(67)	B	65	35	21.7	21.3	20.7
A 515 Gr. 65	A 671	1	CB65	(57)(67)	A	65	35	21.7	21.3	20.7
A 515 Gr. 65	A 672	1	B65	(57)(67)	A	65	35	21.7	21.3	20.7
A 516 Gr. 65	A 672	1	C65	(57)(67)	B	65	35	21.7	21.3	20.7
...	A 139	S-1	E	(8b)	|A	66	52	22.0	22.0	22.0
...	API 5L	S-1	X52	(55)(77)		A	66	52	22.0	22.0	22.0
...	A 381	S-1	Y52	...	A	66	52	22.0	22.0	22.0
A516 Gr. 70	A 671	1	CC70	(57)(67)	B	70	38	23.3	23.1	22.5
A515 Gr. 70	A 671	1	CB70	(57)(67)	A	70	38	23.3	23.1	22.5
A515 Gr. 70	A 672	1	B70	(57)(67)	A	70	38	23.3	23.1	22.5
A516 Gr. 70	A 672	1	C70	(57)(67)	B	70	38	23.3	23.1	22.5
....	A 106	1	C	(57)	B	70	40	23.3	23.3	23.3
A 537, Cl.1 (≤ 2.5 дюйма толщиной)	A 671	1	CD70	(67)	D	70	50	23.3	23.3	22.9
A 537, Cl.1 (≤ 2.5 дюйма толщиной)	A 672	1	D70	(67)	D	70	50	23.3	23.3	22.9
A 537, Cl.1 (≤ 2.5 дюйма толщиной)	A 691	1	CMSH70	(67)	D	70	50	23.3	23.3	22.9
....	API 5L	S-1	X56	(51)(55)(71)(77)	A	71	56	23.7	23.7	23.7
...	A 381	S-1	Y56	(51)(55)(71)	A	71	56	23.7	23.7	23.7
A 299 (> 1 дюйма толщиной)	A 671	1	CK75	(57)(67)	A	75	40	25.0	24.4	23.7
A 299 (> 1 дюйма толщиной)	A 672	1	N75	(57)(67)	A	75	40	25.0	24.4	23.7
A 299 (> 1 дюйма толщиной)	A 691	1	CMS75	(57)(67)	A	75	40	25.0	24.4	23.7
A 299 (≤ 1 дюйма толщиной)	A 671	1	CK75	(57)(67)	A	75	42	25.0	25.0	24.8
A 299 (≤ 1 дюйма толщиной)	A 672	1	N75	(57)(67)	A	75	42	25.0	25.0	24.8
A 299 (≤ 1 дюйма толщиной)	A 691	1	CMS75	(57)(67)	A	75	42	25.0	25.0	24.8

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)													Класс	№ техн. треб.
400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100		
													Углеродистая сталь	
													Трубы и трубки (2) (продолжение)	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C	A 139
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	D	A 139
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X42	API 5L
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y42	A 381
17.8	16.9	16.0	15.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y48	A 381
21.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X46	API 5L
21.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y46	A381
18.4	17.4	16.5	16.0	21.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y 50	A 381
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	.....	.....	CC65	A 671
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	CB65	A 671
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B65	A 672
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	C65	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	E	A 139
22.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X52	API 5L
22.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y52	A 381
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	.....	.....	CC70	A 671
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	16.0	1.0	CB70	A 671
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	16.0	1.0	B70	A 672
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	16.0	1.0	C70	A 672
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	14.8	12.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C	A 106
22.9	22.9	22.6	22.0	21.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CD70	A 671
22.9	22.9	22.6	22.0	21.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	D70	A 672
22.9	22.9	22.6	22.0	21.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CMSH70	A 691
23.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X56	API 5L
23.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Y56	A 381
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	15.7	12.6	9.5	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	CK75	A 671
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	15.7	12.6	9.5	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	N75	A 672
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	15.7	12.6	9.5	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	CMS75	A 691
24.0	22.7	20.7	20.4	20.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CK75	A 671
24.0	22.7	20.7	20.4	20.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N75	A 672
24.0	22.7	20.7	20.4	20.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CMS75	A 691

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура		
						Растяжени	Текущест	до 100	200	300
Углеродистая сталь										
Трубы и трубки (2) (продолжение)										
.....	API 5L	S-1	X60	(51)(55)(71)(77)	A	75	60	25.0	25.0	25.0
.....	API 5L	S-1	X65	(51)(55)(71)	A	77	65	25.7	25.7	25.7
.....	API 5L	S-1	X70	(51)(55)(71)	A	82	70	27.3	27.3	27.3
.....	API 5L	S-1	X80	(51)(55)(71)	A	90	80	30.0	30.0	30.0
.....	A 381	S-1	Y60	(51)(71)	A	75	60	25.0	25.0	25.0
Трубы (конструкционный класс) (2)										
A 283 Gr. A	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	45	24	13.7	13.0	12.4
A 570 Gr. 30	A 134	S-1	.....	(8a)(8c)	-20	49	30	15.0	15.0	15.0
A 283 Gr. B	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	50	27	15.3	14.4	13.9
A 570 Gr. 33	A 134	S-1	.....	(8a)(8c)	-20	52	33	15.9	15.9	15.9
A 570 Gr. 36	A 134	S-1	.....	(8a)(8c)	-20	53	36	16.3	16.3	16.3
A 570 Gr. 40	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	55	40	16.9	16.9	16.9
A 36	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	58	36	17.6	16.8	16.8
A 283 Gr. D	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	60	33	18.4	17.4	16.6
A 570 Gr. 45	A 134	S-1	.....	(8a)(8c)	-20	60	45	18.4	18.4	18.4
A 570 Gr. 50	A 134	1	.....	(8a)(8c)	-20	65	50	19.9	19.9	19.9
Пластины и листы										
...	A 285	1	A	(57)(59)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
.....	A 285	1	B	(57)(59)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
.....	A 516	1	55	(57)	C	55	30	18.3	18.3	17.7
.....	A 285	1	C	(57)(59)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
.....	A 516	1	60	(57)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
.....	A 515	1	60	(57)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
.....	A 516	1	65	(57)	B	65	35	21.4	21.3	20.7
.....	A 515	1	65	(57)	A	65	35	21.4	21.3	20.7
.....	A 516	1	70	(57)	B	70	38	23.3	23.1	22.5
.....	A 515	1	70	(57)	A	70	38	23.3	23.1	22.5
(≤ 2.5 дюйма толщиной)	A 537	1	Cl.1	.....	D	70	50	23.3	23.3	22.9
(> 1 дюйм толщиной)	A 299	1	.....	(57)	A	75	40	25.0	24.4	23.7
(≤ 1 дюйм толщиной)	A 299	1	.....	(57)	A	75	42	25.0	25.0	24.8

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)													Класс	№ техн. треб.	
400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100			
Углеродистая сталь															
Трубы и трубки (2) (продолжение)															
25.0	X60	API 5L
25.7	X65	API 5L
27.3	X70	API 5L
30.0	X80	API 5L
25.0	Y60	A 381
Трубы (конструкционного класса) (2)															
11.8	A 134
15.0	A 134
.....	A 134
15.9	A 134
16.3	A 134
16.9	A 134
16.8	A 134
.....	A 134
18.4	A 134
19.9	A 134
Пластины и листы															
13.7	13.0	11.8	11.6	11.5	10.2	9.0	7.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	A	A 285	
15.4	14.6	13.3	13.1	13.0	11.1	9.6	8.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	B	A 285	
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	.....	.....	.....	.....	.....	55	A 516
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	C	A 285	
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	12.9	10.8	8.6	.....	.....	.....	.....	.....	60	A 516
18.3	17.3	15.8	15.5	15.4	12.9	10.8	8.6	6.5	4.5	2.5	.....	.....	60	A 515
20.7	18.9	17.3	17.0	16.8	13.8	11.4	8.9	.....	.....	.....	.....	.....	65	A 516
20.7	18.9	17.3	17.0	16.8	13.8	11.4	8.9	6.5	4.5	2.5	.....	.....	65	A 515
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.7	12.0	9.2	.....	.....	.....	.....	.....	70	A 516
21.7	20.5	18.7	18.4	18.3	14.7	12.0	9.2	6.5	4.5	2.5	.....	.....	70	A 515
22.9	22.9	22.6	22.0	21.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Cl.1	A 537
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	15.6	12.6	9.5	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	A 299
24.0	22.7	20.7	20.4	20.2	15.6	12.6	9.5	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	A 299

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура		
						Растяжени е	Текучесть	до 100	200	300
Углеродистая сталь										
Пластины и листы (продолжение)										
....	A 283	1	A	(8c)(57)	A	45	24	13.8	13.2	12.5
....	A 570	S-1	30	(8c)(57)	A	49	30	15.0	15.0	15.0
....	A 283	1	B	(8c)(57)	A	50	27	15.3	14.6	14.0
....	A 570	S-1	33	(8c)(57)	A	52	33	15.9	15.9	15.9
....	A 570	S-1	36	(8c)(57)	A	53	36	16.3	16.3	16.3
....	A 283	1	C	(8c)(57)	A	55	30	16.9	16.1	15.3
....	A 570	S-1	40	(8c)(57)	A	55	40	16.9	16.9	16.9
....	A 36	1	....	(8c)	A	58	36	17.8	16.9	16.9
....	A 283	1	D	(8c)(57)	A	60	33	18.4	17.5	16.7
....	A 570	S-1	45	(8c)(57)	A	60	45	18.4	18.4	18.4
....	A 570	S-1	50	(8c)(57)	A	65	50	19.9	19.9	19.9
Кованые изделия и фитинги (2)										
....	A 350	1	LF-1	(9)(57)(59)	-20	60	30	20.0	18.3	17.7
....	A 181	1	CL60	(9)(57)(59)	A	60	30	20.0	18.3	17.7
....	A 420	1	WPL-6	(57)	-50	60	35	20.0	20.0	20.0
....	A 234	1	WPB	(57)(59)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
....	A 350	1	LF-2	(9)(57)	-50	70	36	23.3	21.9	21.3
....	A 105	1	....	(9)(57)(59)	-20	70	36	23.3	21.9	21.3
....	A 181	1	CL70	(9)(57)(59)	A	70	36	23.3	21.9	21.3
....	A 234	1	WPC	(57)(59)	B	70	40	23.3	23.3	23.3
Литые изделия (2)										
....	A 216	1	WCA	(57)	-20	60	30	20.0	18.3	17.7
....	A 352	1	LCB	(9)(57)	-50	65	35	21.7	21.3	20.7
....	A 216	1	WCB	(9)(57)	-20	70	36	23.3	21.9	21.3
....	A 216	1	WCC	(9)(57)	-20	70	40	23.3	23.3	23.3

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)													Класс	№ техн. треб.	
400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100			
Углеродистая сталь															
Пластины и листы (конструкционного класса)															
11.9	11.3	10.7	10.3	10.1	9.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A	A 283
15.0	15.0	13.8	13.5	13.4	10.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	30	A 570
13.3	12.5	11.8	11.5	11.1	10.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B	A 283
15.9	15.9	14.7	14.4	14.3	11.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	33	A 570
16.3	16.3	15.0	14.7	14.6	11.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	36	A 570
14.6	13.8	13.0	12.6	12.2	11.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C	A 283
16.9	16.9	15.6	15.3	15.2	11.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	40	A 570
16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 36
15.9	15.0	14.2	13.8	13.2	11.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	D	A 283
18.4	17.2	15.7	15.4	15.2	12.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	45	A 570
19.9	18.6	17.2	16.9	16.7	12.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	50	A 570
Кованые изделия и фитинги (2)															
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	13.0	10.8	7.8	5.0	3.0	1.5	.....	.....	.....	LF-1	A 350
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	Cl.60	A 181
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.0	10.8	7.8	5.0	3.0	1.5	.....	.....	.....	WPL-6	A 420
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	WPB	A 234
20.6	19.4	17.8	17.4	17.3	14.8	12.0	7.8	5.0	3.0	1.5	.....	.....	.....	LF-2	A 350
20.6	19.4	17.8	17.4	17.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	.....	A 105
20.6	19.4	17.8	17.4	17.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	Cl.70	A 181
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	14.8	12.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WPC	A 234
Литые изделия (2)															
17.2	16.2	14.8	14.5	14.4	13.0	10.8	8.6	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	WCA	A 216
20.0	18.9	17.3	17.0	16.8	13.8	11.4	8.9	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	LCB	A 352
20.6	19.4	17.8	17.4	17.3	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	.....	WCB	A 216
22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	.....	.....	.....	WCC	A 216

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
						Растяжение	Текучесть	до 100	200
Низко- и среднелегированная сталь									
Трубы (2)									
1/2Cr - 1/2Mo	A 335	3	P2	....	-20	55	30	18.3	18.3
1/2Cr - 1/2Mo A 387 Gr. 2 Cl.1	A 691	3	1/2Cr	(11)(67)	-20	55	33	18.3	18.3
C-1/2Mo	A 335	3	P1	(58)	-20	55	30	18.3	18.3
C-1/2Mo	A 369	3	FP12	(58)	-20	55	30	18.3	18.3
1/2Cr-1/2Mo	A 369	3	FP2	...	-20	55	30	18.3	18.3
1Cr-1/2Mo A 387 Gr. 12 Cl.1	A 691	4	1Cr	(11)(67)	-20	55	33	18.3	18.3
1/2Cr-1/2Mo	A 426	3	CP2	(10)	-20	60	30	18.4	17.7
1 1/2Si - 1/2 Mo	A 335	3	P15	....	-20	60	30	18.8	18.2
1 1/2Si - 1/2 Mo	A 426	3	CP15	(10)	-20	60	30	18.8	18.2
1Cr - 1/2Mo	A 426	4	CP12	(10)	-20	60	30	18.8	18.3
5Cr-1/2Mo-1 1/2Si	A 426	5B	CP5B	(10)	-20	60	30	18.8	17.9
3Cr-Mo	A 426	5A	CP21	(10)	-20	60	30	18.8	18.1
3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al	A 333	4	4	....	-150	60	35	20.0	19.1
2Cr-1/2Mo	A 369	4	FP3b	....	-20	60	30	20.0	18.5
1Cr-1/2Mo	A 335	4	P12	....	-20	60	32	20.0	18.7
1Cr-1/2Mo	A 369	4	FP12	....	-20	60	32	20.0	18.7
1 1/4Cr-1/2Mo	A 335	4	P11	....	-20	60	30	20.0	18.7
1 1/4Cr-1/2Mo	A 369	4	FP11	....	-20	60	30	20.0	18.7
1 1/4Cr-1/2Mo A 387 Gr. 11 Cl.1	A 691	4	1 1/4 Cr	(11)(67)	-20	60	35	20.0	20.0
5 Cr - 1/2Mo A 387 Gr. 5 Cl.1	A 691	5B	5Cr	(11)(67)	-20	60	30	20.0	18.1
5Cr-1/2 Mo	A 335	5B	P5	...	-20	60	30	20.0	18.1
5Cr-1/2 Mo-Si	A 335	5B	P5b	...	-20	60	30	20.0	18.1
5Cr-1/2 Mo-Ti	A 335	5B	P5c	...	-20	60	30	20.0	18.1
5Cr-1/2 Mo	A 369	5B	FP5	...	-20	60	30	20.0	18.1
9Cr-1Mo	A 335	5B	P9	...	-20	60	30	20.0	18.1
9Cr-1Mo	A 369	5B	FP9	...	-20	60	30	20.0	18.1
9Cr-1Mo A 387 Gr.9 Cl.1	A 691	5B	9Cr	...	-20	60	30	20.0	18.1
3Cr-1Mo	A 3335	5A	P21	....	-20	60	30	20.0	18.7
3Cr-1Mo	A 369	5A	FP21	....	-20	60	30	20.0	18.7
3Cr-1Mo A 387 Gr. 21 Cl.1	A 691	5A	3Cr	(11)(67)	-20	60	30	20.0	18.5

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)															Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																	
300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	Низко- и среднелегированная сталь Трубы (2)	
17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	13.8	13.5	13.2	12.8	9.2	5.9	...	...	.....	.....	P2	A 335
18.3	18.3	17.9	17.3	16.9	16.6	13.8	13.8	13.4	12.8	9.2	5.9	...	...	.....	.....	1/2Cr	A 691
17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	13.8	13.5	13.2	12.7	8.2	4.8	4.0	2.4	.....	.....	P1	A 335
17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	13.8	13.5	13.2	12.7	8.2	4.8	4.0	2.4	.....	.....	FP12	A 369
17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	13.8	13.5	13.2	12.8	9.2	5.9	4.0	2.4	.....	.....	FP2	A 369
18.3	18.3	17.9	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.4	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	1Cr	A 691
17.0	16.3	15.6	14.9	14.6	14.2	13.9	13.5	13.2	12.5	10.0	6.3	4.0	2.4	.....	.....	CP2	A 426
17.6	17.0	16.5	15.9	15.6	15.3	15.0	14.4	13.8	12.5	10.0	6.3	4.0	2.4	.....	.....	P15	A 335
17.6	17.0	16.5	15.9	15.6	15.3	15.0	14.4	13.8	12.5	10.0	6.3	4.0	2.4	.....	.....	CP15	A 426
17.6	17.1	16.5	15.9	15.7	15.4	15.1	14.8	14.2	13.1	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	CP12	A 426
17.1	16.2	15.4	14.5	14.1	13.7	13.3	12.8	12.4	10.	9.0	5.5	3.5	2.5	1.8	1.2	CP5B	A 426
17.4	16.8	16.1	15.5	15.2	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	CP21	A 426
18.2	17.3	16.4	15.5	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4	A 333
17.5	16.4	16.3	15.7	15.4	15.1	13.9	13.5	13.1	12.5	10.0	6.2	4.2	2.6	1.4	1.0	FP3b	A 369
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	P12	A 335
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	FP12	A 369
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	P11	A 335
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	FP11	A 369
20.0	19.7	18.9	18.3	18.0	17.6	17.3	16.8	16.3	15.0	9.9	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	1 1/4 Cr	A 691
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.8	2.0	1.3	5Cr	A 691
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5	A 335
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5b	A 335
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5c	A 335
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	FP5	A 369
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	P9	A 335
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	FP9	A 369
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	9Cr	A 691
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.0	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	P21	A 3335
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.0	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	FP21	A 369
18.1	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.0	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	3Cr	A 691

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
						Растяжение	Текучесть	до 100	200
Низко- и средлегированная сталь (продолжение)									
Трубы (2) (продолжение)									
2 1/4Cr-1Mo A 387 Gr. 22 Cl.1	A 361	5A	2 1/4Cr	(11)(67)(72)(75)	-20	60	30	20.0	18.5
2 1/4Cr-1Mo	A 368	5A	FP22	(72)(75)	-20	60	30	20.0	18.5
18.52 1/4Cr-1Mo	A 335	5A	P22	(72)(75)	-20	60	30	20.0	18.5
2Ni-1Cu	A 333	9A	9	....	-100	63	46	21.0	....
2Ni-1Cu	A 334	9A	9	....	-100	63	46	21.0	....
2 1/4Ni	A 333	9A	7	....	-100	65	35	21.7	19.6
2 1/4Ni	A 334	9A	7	....	-100	65	35	21.7	19.6
3 1/2 Ni	A 333	9B	3	....	-150	65	35	21.7	19.6
3 1/2 Ni	A 334	9B	3	....	-150	65	35	21.7	19.6
C-1/2Mo	A 426	3	CP1	(10)(58)	-20	65	35	21.7	21.7
C-Mo A 204 Gr. A	A 672	3	L65	(11)(58)(67)	-20	65	37	21.7	21.7
C-Mo A 204 Gr. A	A 691	3	CM65	(11)(58)(67)	-20	65	37	21.7	21.7
2 1/4Ni A 203 Gr. B	A 671	9A	CF70	(11)(65)(67)	-20	70	40	23.3	....
3 1/2Ni A 203 Gr. E	A 671	9B	CF71	(11)(65)(67)	-20	70	40	23.3	....
C-Mo A 204 Gr. B	A 672	3	L70	(11)(58)(67)	-20	70	40	23.3	23.3
C-Mo A 204 Gr. B	A 691	3	CM70	(11)(58)(67)	-20	70	40	23.3	23.3
1 1/4Cr - 1/2 Mo	A 426	4	CP11	(10)	-20	70	40	23.3	23.3
2 1/4 Cr-1Mo	A 426	5A	CP22	(10)(72)	-20	70	40	23.3	23.3
C-Mo A 204 Gr. C	A 672	3	L75	(11)(58)(67)	-20	75	43	25.0	25.0
C-Mo A 204 Gr. C	A 691	3	CM75	(11)(58)(67)	-20	75	43	25.0	25.0
9Cr-1Mo-V ≤ 3 дюйма толщиной	A 335	5B	P91	....	-20	85	60	28.3	28.3
9Cr-1Mo-V ≤ 3 дюйма толщиной	A 691	5B	P91	....	-20	85	60	28.3	28.3
5Cr-1/2Mo	A 426	5B	CP5	(10)	-20	90	60	30.0	28.0
9Cr-1Mo	A 426	5B	CP9	(10)	-20	90	60	30.0	22.5
9Ni	A 333	11A	8	(47)	-320	100	75	31.7	31.7
9Ni	A 334	11A	8	....	-320	100	75	31.7	31.7
Пластины									
1/2Cr-1/2Mo	A 387	3	Gr.2 Cl.1	....	-20	55	33	18.3	18.3
1Cr-1/2Mo	A 387	4	Gr.12 Cl.1	....	-20	55	33	18.3	18.3
9Cr-1Mo	A 387	5	Gr.9 Cl.1	....	-20	60	30	20.0	18.1

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)															Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																	
300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	Низко- и среднелегированная сталь (продолжение) Трубы (продолжение)	
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	7.8	5.1	3.2	2.0	1.6	2 1/4Cr	A 361
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	7.8	5.1	3.2	2.0	1.6	FP22	A 368
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	7.8	5.1	3.2	2.0	1.6	P22	A 335
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	9	A 333
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	9	A 334
19.6	18.7	17.6	16.8	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	....	....	7	A 333
19.6	18.7	17.6	16.8	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	....	....	7	A 334
19.6	18.7	17.8	16.8	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	....	....	3	A 333
19.6	18.7	17.8	16.8	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	....	....	3	A 334
21.7	21.7	21.3	20.7	20.4	20.0	16.3	15.7	14.4	12.5	10.0	6.3	4.0	2.4	....	....	CP1	A 426
21.7	20.7	20.0	19.3	19.0	18.6	16.3	15.8	15.3	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	L65	A 672
21.7	20.7	20.0	19.3	19.0	18.6	16.3	15.8	15.3	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	CM65	A 691
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	CF70	A 671
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	CF71	A 671
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	L70	A 672
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	CM70	A 691
23.3	23.3	22.9	22.3	21.6	20.9	15.5	15.0	14.4	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	CP11	A 426
23.3	23.3	22.9	22.3	21.6	20.9	17.5	17.5	16.0	14.0	11.0	7.8	5.1	3.2	2.0	1.2	CP22	A 426
25.0	24.1	23.3	22.5	22.1	21.7	18.8	18.8	18.3	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	L75	A 672
25.0	24.1	23.3	22.5	22.1	21.7	18.8	18.8	18.3	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	....	....	CM75	A 691
28.3	28.2	28.1	27.7	27.3	26.7	25.9	24.9	23.7	22.3	20.7	18.0	14.0	10.3	7.0	4.3	P91	A 335
28.3	28.2	28.1	27.7	27.3	26.7	25.9	24.9	23.7	22.3	20.7	18.0	14.0	10.3	7.0	4.3	P91	A 691
26.1	24.1	22.1	20.1	19.0	17.5	16.0	14.5	12.8	10.4	7.6	5.6	4.2	3.1	1.8	1.0	CP5	A 426
22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.0	21.0	19.4	17.3	15.0	10.7	8.5	5.5	3.3	2.2	1.5	CP9	A 426
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	8	A 333
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	8	A 334
Пластины																	
18.3	18.3	17.9	17.3	16.9	16.6	13.8	13.8	13.4	12.8	9.2	5.9	....	....	....	....	Gr.2 Cl.1	A 387
18.3	18.3	17.9	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.4	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	Gr.12 Cl.1	A 387
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	Gr.9 Cl.1	A 387

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
						Растяжение	Текучесть	до 100	200
Низко- и среднелегированная сталь (продолжение)									
Пластины									
1 1/4Cr-1/2Mo	A 387	4	Gr. 11 Cl.1	.....	-20	60	35	20.0	20.0
5Cr-1/2Mo	A 387	5B	Gr. 5 Cl.1	.....	-20	60	30	20.0	18.1
3Cr-1Mo	A 387	5A	Gr. 21 Cl.1	.....	-20	60	30	20.0	18.5
2 1/4Cr-1Mo	A 387	5A	Gr. 22 Cl.1	(72)	-20	60	30	20.0	18.5
2 1/4Ni	A 203	9A	A	(12)(65)	|-20	65	37	21.7	19.6
3 1/2Ni	A 203	9B	D	(12)(65)		65	37	21.7	19.6
C-1/2Mo	A 204	3	A	(58)	-20	65	37	21.7	21.7
1Cr-1/2Mo	A 387	4	Gr. 12 Cl.2	.....	-20	65	40	21.7	21.7
2 1/4Ni	A 203	9A	B	(12)(65)	|-20	70	40	23.3	21.1
3 1/2Ni	A 203	9B	E	(12)(65)		70	40	23.3	21.1
1/2Cr-1/2Mo	A 387	3	Gr.2Cl.2	.....	-20	70	45	23.3	17.5
C-1/2Mo	A 204	3	B	(58)	-20	70	40	23.3	23.3
Cr-n-Si	A 202	4	A	.....	-20	75	45	25.0	23.9
Mn-Mo	A 302	3	A	.....	-20	75	45	25.0	25.0
C-1/2Mo	A 204	3	C	(58)	-20	75	45	25.0	25.0
1 1/4Cr-1/2Mo	A 387	4	Gr.11 Cl.2	.....	-20	75	45	25.0	25.0
5Cr-1/2Mo	A 387	5B	Gr.5 Cl.2	.....	-20	75	45	25.0	24.9
3Cr-1/2Mo	A 387	5A	Gr.21 Cl.2	.....	-20	75	45	25.0	25.0
2 1/4Cr-1Mo	A 387	5A	Gr.22 Cl.2	(72)	-20	75	45	25.0	25.0
Mn-Mo	A 302	3	B	.....	-20	80	50	26.7	26.7
Mn-Mo-Ni	A 302	3	C	.....	-20	80	50	26.7	26.7
Mn-Mo-Ni	A 302	3	D	.....	-20	80	50	26.7	26.7
Cr-n-Si	A 302	4	B	.....	-20	85	47	28.4	27.1
9Cr-1Mo-V ≤ 3 дюйма толщины	A 387	5B	91 Cl.2	.....	-20	85	60	28.3	28.3
8Ni	A 553	11A	Type II	(47)	-275	100	85	31.7	.....
5Ni	A 645	11A	.....	.....	-275	95	65	31.7	31.6
9Ni	A 553	11A	Type I	(47)	-320	100	85	31.7	31.7
9Ni	A 553	11A	.....	(47)	-320	100	75	31.7	31.7
Кованые изделия и фитинги (2)									
C-1/2Mo	A 234	3	WP1	(58)	-20	55	30	18.3	18.3
1Cr-1/2Mo	A 182	4	F12 Cl.1	(9)	-20	60	30	20.0	18.7
1Cr-1/2Mo	A 234	4	WP12 Cl.2	.....	-20	60	32	20.0	18.7
1 1/4Cr-1/2Mo	A 182	4	F11 Cl.1	(9)	-20	60	30	20.0	18.7
1 1/4Cr-1/2Mo	A 234	4	WP11b Cl.1	.....	-20	60	30	20.0	18.7

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																		
300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	Низко- и среднелегированная сталь (продолжение) Пластины		
20.0	19.7	18.9	18.3	18.0	17.6	17.3	16.8	16.3	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	Gr. 11 Cl.1	A 387	
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	Gr. 5 Cl.1	A 387	
18.1	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.0	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	Gr. 21 Cl.1	A 387	
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	8.0	5.7	3.8	2.4	1.4	Gr. 22 Cl.1	A 387	
19.6	16.3	16.3	16.3	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	...	...	...	...	A	A 203
19.6	16.3	16.3	16.3	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	...	...	...	...	D	A 203
21.7	20.7	20.0	19.3	19.0	18.6	16.3	15.8	15.3	|13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	...	...	A	A 204
21.7	21.7	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	18.0	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	Gr. 12 Cl.2	A 387	
21.1	17.5	17.5	17.5	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	...	...	...	...	B	A 203
21.1	17.5	17.5	17.5	17.5	16.6	14.8	12.0	9.3	6.5	4.5	2.5	...	...	...	...	E	A 203
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.8	14.5	10.0	6.3	...	...	...	...	Gr.2Cl.2	A 387
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	|13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	...	...	B	A 204
22.8	21.6	20.5	19.3	18.8	17.7	15.7	12.0	7.8	5.0	3.0	1.5	...	...	...	...	A	A 202
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	18.3	17.7	16.8	13.7	8.2	4.8	...	...	...	...	A	A 302
25.0	24.1	23.3	22.5	22.1	21.7	18.8	18.8	18.3	|13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	...	...	C	A 204
25.0	25.0	24.3	23.5	23.1	22.7	22.2	21.6	21.1	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	Gr.11 Cl.2	A 387	
24.2	24.1	23.9	23.6	23.2	22.8	16.5	16.0	15.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	Gr.5 Cl.2	A 387	
24.5	24.1	23.9	23.8	23.6	23.4	23.0	22.5	19.0	13.1	9.5	6.8	4.9	3.2	2.4	1.3	Gr.21 Cl.2	A 387	
24.5	24.1	23.9	23.8	23.6	23.4	23.0	22.5	21.8	17.0	11.4	7.8	5.1	3.2	2.0	1.2	Gr.22 Cl.2	A 387	
26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	19.6	18.8	17.9	13.7	8.2	4.8	...	...	...	...	B	A 302
26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	19.6	18.8	17.9	13.7	8.2	4.8	...	...	...	...	C	A 302
26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	19.6	18.8	17.9	13.7	8.2	4.8	...	...	...	...	D	A 302
25.8	24.5	23.2	21.9	21.3	19.8	17.7	12.0	7.8	5.0	3.0	1.5	...	...	...	...	B	A 302
28.3	28.2	28.1	27.7	27.3	26.7	25.9	24.9	23.7	22.3	20.7	18.0	14.0	10.3	7.0	4.3	91 Cl.2	A 387	
...	Type II	A 553
...	A 645
...	Type I	A 553
...	A 353
Кованые изделия и фитинги (2)																		
17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	13.8	13.5	13.2	|	12.7	8.2	4.8	4.0	2.4	WP1	A 234
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	F12 Cl.1	A 182	
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	WP12 Cl.2	A 234	
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	F11 Cl.1	A 182	
18.0	17.5	17.2	16.7	16.2	15.6	15.2	15.0	14.5	12.8	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	WP11b Cl.1	A 234	

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
						Растяжение	Текучесть	до 100	200
Низко- и средлегированная сталь (продолжение)									
Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)									
2 1/4Cr-1Mo	A 182	...	F22 CL1	(9)(72)(75)	-20	60	30	20.0	18.5
2 1/4Cr-1Mo	A 234	5A	WP22 CL1	(72)	-20	60	30	20.0	18.5
5Cr-1/2Mo	A 234	5B	WP5	.....	-20	60	30	20.0	18.1
9Cr-1Mo	A 234	5B	WP9	.....	-20	60	30	20.0	18.1
3 1/2Ni	A 420	9B	WPL3	.....	-150	65	35	21.7	....
3 1/2Ni	A 350	9B	LF3	(9)	-150	70	37.5	23.3	....
1/2Cr-1/2Mo	A 182	3	F2	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
C-1/2Mo	A 182	3	F1	(9)(58)	-20	70	40	23.3	23.3
1Cr-1/2Mo	A 182	4	F12 CL2	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
1Cr-1/2Mo	A 234	4	WP12 CL2	...	-20	70	40	23.3	23.3
1 1/4Cr-1/2Mo	A 182	4	F11 CL2	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
1 1/4Cr-1/2Mo	A 234	4	WP11 CL2	...	-20	70	40	23.3	23.3
5Cr-1/2Mo	A 182	5B	F5	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
3Cr-1Mo	A 182	5A	F21	(9)	-20	70	45	25.0	25.0
2 1/4Cr-1Mo	A 182	5A	F22 CL2	(9)(72)	-20	70	45	25.0	25.0
2 1/4Cr-1Mo	A 234	5A	WP22 CL3	(72)	-20	70	45	25.0	25.0
9Cr=1Mo	A 182	5B	F9	(9)	-20	85	55	28.3	28.3
9Cr-1Mo-V ≤ 3 дюйма толщины	A 182	5B	F91	....	-20	85	60	28.3	28.3
9Cr-1Mo-V ≤ 3 дюйма толщины	A 234	5B	WP91	....	-20	85	60	28.3	28.3
5Cr-1/2Mo	A 182	5B	F5a	(9)	-20	90	65	30.0	29.9
9Ni	A 420	11A	WPL8	(47)	-320	110	75	31.7	31.7
Литые изделия (2)									
C-1/2Mo	A 352	3	CL1	(9)(58)	-75	65	35	21.7	21.5
C-1/2Mo	A 217	3	WC1	(9)(58)	-20	65	35	21.7	21.5
2 1/2Ni	A 352	9A	LC2	(9)	-110	70	40	23.3	17.5
3 1/2Ni	A 352	9B	LC3	(9)	-150	70	40	23.3	17.5
Ni-Cr-1/2Mo	A 217	4	WC4	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
Ni-Cr-1Mo	A 217	4	WC5	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
1 1/4Cr-1/2Mo	A 217	4	WC6	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
2 1/4Cr-1Mo	A 217	5A	WC9	(9)	-20	70	40	23.3	23.3
5Cr-1/2Mo	A 217	5B	C5	(9)	-20	90	60	30.0	29.9
9Cr-1Mo	A 217	5B	C12	(9)	-20	90	60	30.0	29.9

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)															Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																		
300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	Низко- и среднеуглеводородная сталь (продолжение) Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)		
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	7.8	5.1	3.2	2.0	1.2	F22 Cl.1	A 182	
18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.8	14.5	12.8	10.8	7.8	5.1	3.2	2.0	1.2	WP22Cl.1	A 234	
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	WP5	A 234	
17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	13.2	12.8	12.1	14.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	WP9	A 234	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WPL3	A 420
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	LF3	A 350
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	15.0	9.2	5.9	.....	.....	.....	.....	F2	A 182
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	.....	.....	F1	A 182
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	18.0	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	F12Cl.2	A 182	
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	18.0	11.3	7.2	4.5	2.8	1.8	1.1	WP12 Cl.2	A 234	
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	1.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.0	F11 Cl.2	A 182	
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	1.7	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.0	WP11 Cl.2	A 234	
22.6	22.4	22.4	22.0	21.7	21.3	15.4	14.8	14.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	F5	A 182	
24.5	24.1	23.9	2.8	23.6	23.4	23.0	22.5	198.0	13.1	9.5	6.8	4.9	3.2	2.4	1.3	F21	A 182	
24.5	24.1	23.9	23.8	23.6	23.4	23.0	22.5	21.8	17.0	11.4	7.8	5.1	3.2	2.0	1.1	F22 Cl.2	A 182	
24.5	24.1	23.9	23.8	23.6	23.4	23.0	22.5	21.8	17.0	11.4	7.8	5.1	3.2	2.0	1.1	WP22 Cl.3	A 234	
27.5	27.2	27.1	26.8	26.3	25.8	18.7	18.1	17.1	16.2	11.0	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	F9	A 182	
28.3	28.2	28.1	27.7	27.3	26.7	25.9	24.9	23.7	22.3	20.7	18.0	14.0	10.3	7.0	4.3	F91	A 182	
28.3	28.2	28.1	27.7	27.3	26.7	25.9	24.9	23.7	22.3	20.7	18.0	14.0	10.3	7.0	4.3	WP91	A 234	
29.1	28.9	28.7	28.3	27.9	27.3	19.8	19.1	14.3	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	F5a	A 182	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WPL8	A 420
Литые изделия (2)																		
20.5	19.7	18.9	18.3	18.0	17.6	CL1	A 352
20.5	19.7	18.9	18.3	18.0	17.6	16.2	15.8	15.3	13.7	8.2	4.8	4.0	2.4	WC1	A 217
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	LC2	A 352
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	LC3	A 352
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	15.0	9.2	5.9	WC4	A 217
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	17.5	17.5	17.1	15.0	11.0	6.9	4.6	2.8	WC5	A 217
23.3	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	19.7	19.2	18.7	14.5	11.0	6.9	4.6	2.8	2.5	1.3	WC6	A 217
23.1	22.5	22.4	22.4	22.2	21.9	21.5	21.0	19.8	17.0	11.4	7.8	5.1	3.2	2.0	1.3	WC9	A 217
29.1	28.9	28.7	28.3	27.9	27.3	19.8	19.1	14.3	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	C5	A 217	
29.1	28.9	28.7	28.3	27.9	27.3	19.8	19.1	18.2	16.5	11.0	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	C12	A 217	

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Нержавеющая сталь (3)(4) Трубы и трубки (2)													
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 312 3/8 дюйма толщины		8	TP321	(30)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 376 3/8 дюйма толщины		8	TP321	(30)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
18Cr-8Ni трубка А 269		8	TP304L	(14)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0
18Cr-8Ni трубка А 312		8	TP304L	...	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0
Туре 304L А 240 А 358		8	304L	(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0
16Cr-12Ni-2Mo трубка А 269		8	TP316L	(14)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5
16Cr-12Ni-2Mo трубка А 312		8	TP316L	...	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5
Туре 316L А 240 А 358		8	316L	(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 312 3/8 дюйма толщиной		8	TP321	(28)(30)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 376 3/8 дюйма толщиной		8	TP321	(28)(30)(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 312 3/8 дюйма толщиной		8	TP321H	(30)(36)	-325	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба > А 376 3/8 дюйма толщиной		8	TP321H	.....	-325	70	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2
23Cr-13Ni А 451		8	CPH8	(26)(28)(35)	-325	65	28	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.0
25Cr-20Ni А 451		8	CPK20	(12)(28)(35)(39)	-325	65	28	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.0
11Cr-Ti трубка А 268		7	TP409	(35)	-20	60	30	20.0	.....	.....	.....	.....	.....
18Cr-Ti трубка А 268		7	TP430Ti	(35)(49)	-20	60	40	20.0	.....	.....	.....	.....	.....
15Cr-13Ni-2Mo-Cb А 451		S-8	CPF10MC	(28)	-325	70	30	20.0	.....	.....	.....	.....	.....
16Cr-8Ni-2Mo трубка А 376		8	16-8-2H	(26)(31)(35)	-325	75	30	20.0	.....	.....	.....	.....	.....
12Cr-Al трубка А 268		7	TP405	(35)	-20	60	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8
13Cr трубка А 268		6	TP410	(35)	-20	60	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8
16Cr трубка А 268		7	TP430	(35)(49)	-20	60	35	20.0	20.0	19.6	19.2	19.0	18.5
18Cr-13Ni-3Mo трубка А 312		8	TP317L	.....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.9	17.7	16.8
25Cr-20Ni трубка А 312		8	TP310	(28)(35)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
Туре 310S А 240 А 358		8	310S	(28)(31)(35)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
25Cr-20Ni трубка А 409		8	TP310	(28)(31)(35)(36)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба ≤ А 312 3/8 дюйма толщины и сварная		8	TP321	(30)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti трубка А 358		8	321	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба ≤ А 376 3/8 дюйма толщины		8	TP321	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti трубка А 409		8	TP321	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
23Cr-12Ni трубка А 312		8	TP309	(28)(35)(39)	-325	-75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
Туре 309S А 240 А 358		8	309S	(29)(31)(35)(36)	-325	-75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
23Cr-12Ni трубка А 409		8	TP309	(29)(31)(35)(36)(39)	-325	-75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
18Cr-8Ni А 451		8	CPF8	(26)(28)	-425	70	30	20.0	20.0	19.8	17.5	16.4	15.7

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																		Класс	№ техн. треб.
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) Трубы и трубки (2)	
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	TP321	A 312
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	TP321	A 376
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	TP304L	A 269
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	TP304L	A 312
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	304L	A 358
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	TP316L	A 269
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	TP316L	A 312
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	316L	A 358
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321	A 312
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321	A 376
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321H	A 312
14.9	14.6	14.3	14.1	14.0	13.8	13.6	13.5	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321H	A 376
17.4	17.1	16.8	16.3	12.8	12.4	11.8	10.4	8.4	6.4	5.0	3.7	2.9	2.3	1.7	1.3	0.9	0.8	CPH8	A 451
17.4	17.1	16.8	16.3	12.8	12.4	11.9	11.0	9.8	8.4	7.2	6.0	4.8	3.4	2.3	1.5	1.1	0.8	CPK20	A 451
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP409	A 268
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP430Ti	A 268
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	CPF10MC	A 451
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	16-8-2H	A 376
16.5	16.2	15.7	15.1	10.4	9.7	8.4	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP405	A 268
16.5	16.2	15.7	15.1	10.4	9.7	8.4	6.4	4.4	2.9	1.8	1.0	....	....	....	....	....	....	TP410	A 268
18.2	17.6	17.1	16.4	10.4	9.7	8.5	6.5	4.5	3.2	2.4	1.8	....	....	....	....	....	....	TP430	A 268
16.6	16.2	15.8	15.5	15.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP317L	A 312
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	TP310	A 312
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	310S	A 358
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	TP310	A 409
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	TP321	A 312
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	321	A 358
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	TP321	A 376
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	TP321	A 409
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.8	1.3	0.9	0.7	TP309	A 312
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.8	1.3	0.9	0.7	309S	A 358
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.8	1.3	0.9	0.7	TP309	A 409
15.3	15.1	14.9	14.8	12.9	12.7	12.3	10.8	9.5	7.4	5.8	4.4	3.2	2.4	1.8	1.3	1.0	0.8	CPF8	A 451

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)													
Трубы и трубки (2) (продолжение)													
18Cr-10Ni-Cb труба	A 312	8	TP347	....	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
Туре 347 А 240	A 358	8	347	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-CВ труба	A 376	8	TP347	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-CВ труба	A 409	8	TP347	(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-CВ труба	A 312	8	TP348	.....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
Туре 348 А 240	A 359	8	348	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-CВ труба	A 376	8	TP348	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-CВ труба	A 409	8	TP348	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
23Cr-13Ni	A 451	8	CPH10 CPH20	или (12)(14)(28)(35)(39)	-325	70	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
25Cr-20Ni труба	A 312	8	TP310	(29)(29)(35)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
Туре 310S А 240	A 358	8	310S	(28)(29)(31)(35)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
18Cr-10Ni-Cb	A 451	8	CPF8C	(28)	-325	70	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба ≤ А 312 3/8 дюйма толщиной и сварная	A 312	8	TP321	(28)(30)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
Туре 321 А 240	A 358	8	321	(28)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti труба ≤ 3/8 дюйма А 376 толщиной	A 376	8	TP321	(28)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti труба	A 409	8	TP321	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti труба ≤ 3/8 дюйма А 376 толщиной	A 376	8	TP321H	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti бесшовная труба ≤ А 312 3/8 дюйма толщиной и сварная	A 312	8	TP321H	....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
16Cr-12Ni-Mo трубка	A 269	8	TP316	(14)(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo труба	A 312	8	TP316	(26)(28)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
Туре 316 А 240	A 358	8	316	(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo труба	A 376	8	TP316	(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo труба	A 409	8	TP316	(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-3Ni-3Mo труба	A 312	8	TP317	(26)(28)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-3Ni-3Mo труба	A 409	8	TP317	(26)(28)(31)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo труба	A 376	8	TP316H	(26)(31)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo труба	A 312	8	TP316H	(26)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-10Ni-Cb труба	A 376	8	TP347H	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 312	8	TP347	(28)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
Туре 347 А 240	A 358	8	347	(28)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 376	8	TP347	(28)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 409	8	TP347	(28)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 312	8	TP348	(28)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
Туре 348 А 240	A 358	8	348	(28)(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 376	8	TP348	(28)(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 409	8	TP348	(28)(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 312	8	TP347H	....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb труба	A 312	8	TP348H	....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение) Трубы и трубки (2) (продолжение)	
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP347	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	347	A 358
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP347	A 376
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP347	A 409
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP348	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	348	A 359
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP348	A 376
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	15.	1.2	0.9	0.8	TP348	A 409
18.8	18.3	18.0	17.4	13.5	13.3	12.4	10.5	8.4	6.4	5.0	3.7	2.9	2.3	1.7	1.3	0.9	0.8	SRN10 или A 451 SRN20	
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.5	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	TP310	A 312
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.5	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	310S	A 358
18.0	17.5	17.2	17.1	14.0	13.9	13.7	13.4	13.0	10.8	8.0	5.0	3.5	2.7	2.0	1.4	1.1	1.0	CPF8C	A 451
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321	A 312
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	321	A 358
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321	A 376
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321	A 409
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321H	A 376
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	TP321H	A 312
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316	A 269
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316	A 312
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	316	A 358
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316	A 376
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316	A 409
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP317	A 312
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP317	A 409
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316H	A 376
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	TP316H	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP347H	A 376
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP347	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	347	A 358
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP347	A 376
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP347	A 409
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP348	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	348	A 358
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP348	A 376
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP348	A 409
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP347H	A 312
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	TP348H	A 312

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура																
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600											
Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)																								
Трубы и трубки (2) (продолжение)																								
18Cr-8Ni трубка	A 269	8	TP304	(14)(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-8Ni труба	A 312	8	TP304	(26)(28)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
Туре 304 А 240	A 358	8	304	(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-8Ni труба	A 376	8	TP304	(20)(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-8Ni труба	A 376	8	TP304H	(26)(31)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-8Ni труба	A 409	8	TP304	(26)(28)(31)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-8Ni труба	A 312	8	TP304H	(26)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
18Cr-10Ni-Mo	A 451	8	CPF8M	(26)(28)	-425	70	30	20.0	20.0	20.0	19.4	18.10	17.1											
20Cr-Cu трубка	A 268	10	TP443	(35)	-20	70	40	23.3	23.3	21.4	20.4	19.4	18.4											
27Cr труба	A 268	10I	TP446	(35)	-20	70	40	23.3	23.3	21.4	20.4	19.4	18.4											
25-10Ni-N	A 451	8	CPE20N	(35)(39)	-325	80	40	26.7	26.2	24.9	23.3	22.0	21.4											
23Cr-4Ni-N	A 789	10H	S32304	(25)	-60	87	58	29.0	27.9	26.3	25.3	24.9	24.5											
23Cr-4Ni-N	A 790	10H	S32304	(25)	-60	87	58	29.0	27.9	26.3	25.3	24.9	24.5											
12 3/4 Cr	A 426	6	CPCA-15	(10)(35)	-20	90	65	30.0	...	...	...	...	...						
22Cr-5Ni-3Mo	A 789	10H	S31803	(25)	-60	90	65	30.0	30.0	28.9	27.9	27.2	26.9											
22Cr-5Ni-3Mo	A 790	10H	S31803	(25)	-60	90	65	30.0	30.0	28.9	27.9	27.2	26.9											
26Cr-4Ni-Mo	A 789	10H	S32900	(25)	-20	90	70	30.0	...	...	...	...	...						
26Cr-4Ni-Mo	A 790	10H	S32900	(25)	-20	90	70	30.0	...	...	...	...	...						
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 789	S-10H	S32760	(25)	-60	109	80	36.3	35.9	34.4	34.0	34.0	34.0											
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 790	S-10H	S32760	(25)	-60	109	80	36.3	35.9	34.4	34.0	34.0	34.0											
25Cr-7Ni-4Mo-N	A 789	10H	S32750	(25)	-20	116	80	38.7	35.0	33.1	31.9	31.4	31.2											
25Cr-7Ni-4Mo-N	A 790	10H	S32750	(25)	-20	116	80	38.7	35.0	33.1	31.9	31.4	31.2											
24Cr-17Ni-6Mn-4 1/2Mo- 1/2N	A 358	S8	S34565	(36)	-325	115	60	38.3	38.1	35.8	34.5	33.8	33.2											
Пластины и листы																								
18Cr-10Ni	A 240	8	305	(26)(36)(39)	-325	70	25	16.7	...	...	...	...	...						
12Cr-Al	A 240	7	405	(35)	-20	60	25	16.7	15.3	14.8	14.5	14.3	14.0											
18Cr-8Ni	A 240	8	304L	(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.6	14.8	14.0											
16Cr-12Ni-2Mo	A 240	8	316L	(36)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5											
18Cr-Ti-Al	A 240	...	X8M	(35)	-20	65	30	20.0	...	...	...	...	...						
18Cr-8Ni	A 240	S-8	302B	(26)(28)(31)(36)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.4	16.4											
18Cr-Ni	A 240	8	302	(26)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.4	16.4											
13Cr	A 240	7	410S	(35)(50)	-20	60	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8											
13Cr	A 240	6	410	(35)	-20	65	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8											
15Cr	A 240	6	429	(35)	-20	65	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8											
17Cr	A 240	7	420	(35)	-20	65	30	20.0	18.4	17.7	17.4	17.2	16.8											

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение) Трубы и трубки (2) (продолжение)	
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304	A 269
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304	A 312
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	304	A 358
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304	A 376
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304H	A 376
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304	A 409
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	TP304H	A 312
16.7	16.2	15.8	15.5	14.7	14.4	14.0	13.4	11.4	9.3	8.0	6.8	5.3	4.0	3.0	2.3	1.9	1.4	CPF8M	A 451
18.0	17.5	16.9	16.2	15.1	13.0	6.9	4.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP443	A 268
18.0	17.5	16.9	16.2	15.1	13.0	6.9	4.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TP446	A 268
21.3	21.2	21.1	21.0	20.8	20.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	CPE20N	A 451
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32304	A 789
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32304	A 790
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	CPCA-15	A 426
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S31803	A 789
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S31803	A 790
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32900	A 789
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32900	A 790
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32760	A 789
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32760	A 790
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32750	A 789
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S32750	A 790
33.1	32.7	32.4	32.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	S34565	A 358
Пластины и листы																			
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	305	A 240
13.8	13.5	11.6	11.1	10.4	9.6	8.4	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	405	A 240
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	304L	A 240
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	316L	A 240
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	X8M	A 240
16.1	15.9	15.6	15.2	14.9	14.3	13.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	302B	A 240
16.1	15.9	15.6	15.2	14.9	14.6	14.3	13.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	302	A 240
16.5	16.2	15.7	15.1	10.4	9.6	8.4	6.4	4.4	2.9	1.7	1.0	....	....	....	....	....	....	410S	A 240
16.5	16.2	15.7	15.1	11.2	10.4	8.8	6.4	4.4	2.9	1.7	1.0	....	....	....	....	....	....	410	A 240
16.5	16.2	15.7	15.1	11.2	10.4	9.2	9.5	4.5	3.2	2.4	1.7	....	....	....	....	....	....	429	A 240
16.5	16.2	15.7	15.1	11.2	10.4	9.2	9.5	4.5	3.2	2.4	1.7	....	....	....	....	....	....	420	A 240

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура																
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600											
Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)																								
Пластины и листы (продолжение)																								
18Cr-13Ni-3Mo	A 240	8	317L	(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.9	17.7	16.8											
25Cr-20Ni	A 167	S-8	310	(28)(35)(36)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
25Cr-20Ni	A 240	8	310S	(28)(35)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
18Cr-10Ni-Ni	A 240	8	321	(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3											
20Cr-10Ni	A 167	S-8	308	(6)(26)(31)(39)	-325	75	30	20.0	16.7	15.0	13.6	12.5	11.6											
23Cr-12Ni	A 167	S-8	309	(12)(28)(31)(35)(36)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
23Cr-12Ni	A 240	8	309S	(28)(35)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
18Cr-10Ni-Cb	A 240	8	347	(36)	-425	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3												
18Cr-10Ni-Cb	A 240	8	348	(36)	-325	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3												
25Cr-20Ni	A 167	S-8	310	(28)(29)(35)(36)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
25Cr-20Ni	A 240	8	310S	(28)(29)(35)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
18Cr-10Ni-Ti	A 240	8	321	(28)(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3											
18Cr-10Ni-Ti	A 240	8	321H	(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3											
16Cr-12Ni-2Mo	A 240	8	316	(26)(28)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0											
18Cr-13Ni-3Mo	A 240	8	317	(26)(28)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0											
18Cr-10Ni-Cb	A 167	8	347	(26)(30)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	19.3											
18Cr-10Ni-Cb	A 240	8	347	(26)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	19.3											
18Cr-10Ni-Cb	A 167	8	348	(26)(30)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	19.3											
18Cr-10Ni-Cb	A 240	8	348	(26)(36)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	19.3											
18Cr-8Ni	A 240	8	304	(26)(28)(36)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4											
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 240	S-10H	S32760	(25)	-60	109	80	36.3	35.9	34.4	34.0	34.0	34.0											
Кованые изделия и фитинги (2)																								
18Cr-13Ni-3Mo ≤ 5 дюймов А 182 толщины		8	F317L	(9)(21a)	-125	70	25	16.7	16.7	16.0	15.6	14.8	14.0											
18Cr-8Ni	A 182	8	F304L	(9)(21a)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0											
18Cr-8Ni	A 403	8	WP316L	(32)(37)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0											
16Cr-12Ni-2Mo	A 182	8	F316L	(9)(21a)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5											
16Cr-12Ni-2Mo	A 403	8	WP316;	(32)(37)	-425	70	25	16.7	16.7	16.7	15.5	14.4	13.5											
20Ni-6Cr	A 182	8	F10	(26)(28)(39)	-325	80	30	20.0	.....	.....	.....	.....	.....						
18Cr-13Ni-3Mo	A 403	8	WP317L	(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.9	17.7	16.8											
25Cr-20Ni	A 182	8	F310	(9)(21)(28)(35)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											
25Cr-20Ni	A 403	8	WP310	(28)(32)(35)(37)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2											

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																		Класс	№ техн. треб.
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение) Пластины и листы (продолжение)	
16.6	16.2	15.8	15.5	15.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	317L	A 240
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	310	A 167
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	310S	A 240
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	321	A 240
11.2	10.8	10.4	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8	8.5	7.5	5.7	4.5	3.2	2.4	1.8	1.4	1.0	0.7	308	A 167
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.8	1.3	0.9	0.7	309	A 167
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.8	1.3	0.9	0.7	309S	A 240
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	13.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	347	A 240
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	13.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	348	A 240
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.5	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	310	A 167
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.5	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	310S	A 240
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	321	A 240
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	321H	A 240
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	316	A 240
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	317	A 240
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.9	3.2	2.5	1.8	1.3	347	A 167
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.9	3.2	2.5	1.8	1.3	347	A 240
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.9	3.2	2.5	1.8	1.3	348	A 167
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.9	3.2	2.5	1.8	1.3	348	A 240
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	304	A 240
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	S32760	A 240
Кованые изделия и фитинги (2)																			
13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	F317L	A 182
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	F304L	A 182
13.7	13.5	13.3	13.0	12.8	11.9	9.9	7.8	6.3	5.1	4.0	3.2	2.6	2.1	1.7	1.1	1.0	0.9	WP316L	A 403
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	F316L	A 182
13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.8	10.2	8.8	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	WP316;	A 403
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	F10	A 182
16.6	16.2	15.8	15.5	15.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WP317L	A 403
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	F310	A 182
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	WP310	A 403

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)													
Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)													
18Cr-10Ni-Ti	A 182	8	F321	(9)(21)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti	A 403	8	WP321	(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
23Cr-12Ni	A 403	8	WP309	(28)(32)(35)(37)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
25Cr-20Ni	A 182	8	F310	(9)(21)(28)(29)(35)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
25Cr-20Ni	A 403	8	WP310	(28)(29)(32)(35)(37)(39)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F347	(9)(21)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP347	(32)(37)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F348	(9)(21)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP348	(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Ti	A 182	8	F321	(9)(21)(28)(30)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti	A 182	8	F321H	(9)(21)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti	A 403	8	WP321	(28)(30)(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
18Cr-10Ni-Ti	A 403	8	WP321H	(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.3	18.3
16Cr-12Ni-2Mo	A 403	8	WP316H	(26)(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo	A 182	8	F316	(9)(21)(26)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP347H	(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F347	(9)(21)(28)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP347	(28)(32)(37)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F348	(9)(21)(28)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP348	(28)(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F347H	(9)(21)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F348H	(9)(21)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	19.9	19.3
16Cr-12Ni-2Mo	A 182	8	F316	(9)(21)(26)(28)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
16Cr-12Ni-2Mo	A 403	8	WP316	(26)(28)(32)(37)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-13Ni-3Mo	A 403	8	WP317	(26)(28)(32)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0
18Cr-8Ni	A 182	8	F304	(9)(21)(26)(28)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4
18Cr-8Ni	A 403	8	WP304	(26)(28)(32)(37)	-425	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4
18Cr-8Ni	A 403	8	WP304H	(26)(32)(37)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4
18Cr-8Ni	A 182	8	F304H	(9)(21)(26)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4
13Cr	A 182	6	F6a Cl.1	(35)	-20	70	45	23.3	23.3	22.6	22.4	22.0	21.5
13Cr	A 182	6	F6a Cl.2	(35)	-20	85	55	28.3	28.3	27.8	27.2	26.8	26.1
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 182												
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 815	S-10H	S32760	(35)	-60	109	80	36.3	35.9	34.4	34.0	34.0	34.0
13Cr	A 182	S-6	F6a Cl.3	(35)	-20	110	85	36.6	.....	.....	.....	.....	.....
13Cr-1/2Mo	A 182	6	F6b	(35)	.....	110-135	90	36.6	.....	.....	.....	.....	.....
13Cr	A 182	S-6	F6a Cl.4	(35)	-20	130	110	43.3	.....	.....	.....	.....	.....

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)	
																Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)			
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	F321	A 182
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	9.6	6.9	5.0	3.6	2.6	1.7	1.1	0.8	0.5	0.3	WP321	A 403
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	2.9	2.3	1.7	1.3	0.9	0.7	WP309	A 403
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.7	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	F310	A 182
18.8	18.3	18.0	17.5	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.7	7.3	6.0	4.8	3.5	2.3	1.6	1.1	0.8	WP310	A 403
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	F347	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	WP347	A 403
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	F348	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	WP348	A 403
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	F321	A 182
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	F321H	A 182
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	WP321	A 403
17.9	17.5	17.2	16.9	16.7	16.6	16.4	16.2	11.7	9.1	6.9	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	WP321H	A 403
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	WP316H	A 403
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	F316	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	WP347H	A 403
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F347	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	WP347	A 403
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F348	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	WP348	A 403
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F347H	A 182
19.0	18.6	18.5	18.4	18.2	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F348H	A 182
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	F316	A 182
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	WP316	A 403
16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	WP317	A 403
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	F304	A 182
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	WP304	A 403
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	WP304H	A 403
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.8	12.2	9.7	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	F304H	A 182
21.1	20.6	19.9	19.1	11.2	10.4	8.8	6.4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	F6a Cl.1	A 182
25.7	25.0	24.4	23.2	14.4	12.3	8.8	6.4	4.4	2.9	1.8	1.0	...	...	...	...	...	...	F6a Cl.2	A 182
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	S32760	A 182
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	S32760	A 815
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	F6a Cl.3	A 182
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	F6b	A 182
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	F6a Cl.4	A 182

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура															
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600										
Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)																							
Бруски																							
18Cr-8Ni	A 479	8	304	(26)(28)(31)	-425	75	30	20.0	20.	20.0	18.7	17.5	16.4										
Литые изделия (2)																							
28Ni-20Cr-2Mo-3Cb	A 351	45	CN7M	(9)(30)	-325	62	25	16.6	....	....	....	....	....					
35Ni-15Cr-Mo	A 351	S-45	HT30	(36)(39)	-325	65	28	18.6	....	....	....	....	....					
25Cr-13Ni	A 351	8	CHB	(9)(31)	-325	65	28	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.0									
25Cr-20Ni	A 351	8	CK20	(9)(27)(31)(35)(39)	-325	65	28	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.0									
15Cr-15Ni-2Mo-Cb	A 351	S-8	CF10MC	(30)	-325	70	30	20.0	....	....	....	....	....					
18Cr-8Ni	A 351	8	CF3	(9)	-425	70	30	20.0	20.0	19.7	17.6	16.4	15.6										
17Cr-10Ni-2Mo	A 351	8	CF3M	(9)	-425	70	30	20.0	18.0	17.4	16.6	16.0	15.4										
18Cr-8Ni	A 351	8	CF8	(9)(26)(27)(31)	-425	70	30	20.0	20.0	20.0	18.7	17.4	16.4										
25Cr-13Ni	A 351	S-8	CH10	(27)(31)(35)	-325	70	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2										
25Cr-13Ni	A 351	8	CH20	(9)(27)(31)(35)(39)	-325	70	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2										
20Cr-10Ni-Cb	A 351	8	CF8C	(9)(27)(30)	-325	70	30	20.0	20.0	20.0	19.3	18.6	18.5										
18Cr-10Ni-2Mo	A 351	8	CF8M	(9)(26)(27)(30)	-425	70	30	20.0	20.0	20.0	19.4	18.1	17.1										
25Cr-20Ni	A 351	S-8	HK40	(35)(36)(39)	-325	62	35	20.6	....	....	....	....	....					
25Cr-20Ni	A 351	8	HK30	(35)(39)	-325	62	35	21.6	....	....	....	....	....					
18Cr-8Ni	A 351	8	CF3A	(9)(56)	-425	77	35	23.3	23.3	22.6	21.8	20.5	19.3										
18Cr-8Ni	A 351	8	CF8A	(9)(26)(56)	-425	77	35	23.3	23.3	22.6	21.8	20.5	19.3										
25Cr-10Ni-N	A 351	8	CE20N	(35)(39)	-325	80	40	26.7	26.2	24.9	23.3	22.0	21.4										
12Cr	A 271	6	CA15	(35)	-20	90	65	30.0	21.5	20.8	20.0	19.3	18.8										
24Cr-10Ni-Mo-N	A 351	10H	CE8MN	(9)	-60	95	65	31.7	31.6	29.3	28.2	28.2	28.2										
25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N	A 351	S-20H	CD3M-W-Cu-N	(9)(25)	-60	100	65	33.3	33.3	31.9	31.9	31.1	31.1										
13Cr-4Ni	A 487	6	CA6NM CL.A	(9)(35)	-20	110	80	36.7	36.7	35.4	35.0	34.4	33.7										

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																				
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (3)(4) (продолжение)		
																	Бруски			
16.2	16.0	15.6	15.2	14.9	14.7	14.4	14.1	12.4	9.8	7.7	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	304	А 479	
																	Литые изделия (2)			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CN7M	А 351
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	HT30	А 351
18.0	17.1	16.7	16.4	12.7	12.5	11.7	10.5	8.5	6.5	5.5	3.7	2.9	2.0	1.7	1.2	0.9	0.7	CHB	А 351	
17.5	17.1	16.7	16.4	12.7	12.5	11.9	11.0	9.7	8.5	7.2	6.0	4.7	3.5	2.4	1.6	1.1	0.7	CK20	А 351	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CF10MC	А 351
15.2	15.1	14.9	14.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CF3	А 351
15.0	14.6	14.4	14.0	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CF3M	А 351
16.1	15.9	15.5	15.1	14.4	14.2	13.9	12.2	9.5	7.5	6.0	4.8	3.9	3.3	2.7	2.3	2.0	1.7	CF8	А 351	
18.7	18.2	18.0	17.5	13.6	13.2	12.5	10.5	8.5	8.5	5.0	3.7	2.9	2.0	1.7	1.2	0.9	0.7	CH10	А 351	
18.7	18.2	18.0	17.5	13.6	13.2	12.5	10.5	8.5	8.5	5.0	3.7	2.9	2.0	1.7	1.2	0.9	0.7	CH20	А 351	
18.4	18.2	18.2	18.2	18.1	18.1	18.1	18.0	17.1	14.2	10.5	7.9	5.4	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	CF8C	А 351	
16.7	16.2	15.7	15.6	14.7	14.5	14.0	13.1	11.5	9.4	8.0	6.7	5.2	4.0	3.0	2.4	1.9	1.5	CF8M	А 351	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	HK40	А 351
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	HK30	А 351
18.9	17.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CF3A	А 351
18.9	17.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CF8A	А 351
21.3	21.2	21.1	21.0	20.8	20.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CE20N	А 351
18.4	18.1	17.5	16.8	14.9	11.0	7.6	5.0	3.3	2.3	1.5	1.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CA15	А 271
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CE8MN	А 351
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CD3M-W- Cu-N	А 351
33.1	32.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CA6NM CLA	А 487

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)(46)	Класс	Закалка	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
								Растяжение	Текучесть	до 100	150
Медь и медные сплавы											
Трубы и трубки (2)											
Cu труба	B 42	31	C10200, C12000, C12200	061	....	....	-452	30	9	6.0	5.1
Cu трубка	B75	31	C10200, C1200, C12200	050, 060	....	....	-452	30	9	6.0	5.1
Cu трубка	B 68										
Cu трубка	B 88	S-31	C12200	050, 060	....	(24)	-452	30	9	6.0	5.1
Cu трубка	B 280	S-31	C12200	060	....	(24)	-452	30	9	6.0	5.1
Труба из красной латуни	B 43	32	C23000	061	....	....	-452	40	12	8.0	8.0
90Cu-10Ni	B 467	34	C70600	W050, W061	> 4.5 внеш.д.	(14)	-452	38	13	8.7	8.4
90Cu-10Ni	B 466	34	C70600	Закаленная	....	(14)	-452	38	13	8.7	8.4
90Cu-10Ni	B 467	34	C70600	W050, W061	≤ 4.5 внеш.д.	(14)	-452	40	15	10.0	9.7
70Cu-30Ni	B 467	34	C71500	W050, W061	> 4.5 внеш.д.	(14)	-452	45	15	10.0	9.6
80Cu-20Ni	B 466	34	C71000	Закаленная	≤ 4.5 внеш.д.	(14)	-452	45	16	10.7	10.6
Cu труба	B 42	31	C10200, C12000, C12200	H55	NPS 2 1/2 – 12	(14)(34)	-452	36	30	12.0	12.0
Cu труба	B 75	31	C10200, C12000, C12200	H58	....	(14)(34)	-452	36	30	12.0	12.0
Cu труба	B 88	S-31	C12200	H	....	(14)(24)(34)	-452	36	30	12.0	12.0
70Cu-30Ni	B 466	34	C71500	060	....	(14)	-452	52	18	12.0	11.6
70Cu-30Ni	B 467	34	C71500	W050, W061	≤ 4.5 внеш.д.	(14)	-452	50	20	13.3	12.7
Cu труба	B 42	31	C10200, C12000, C12200	H80	NPS 2 1/2 – 12	(14)(34)	-452	45	40	15.0	15.0
Cu трубка	B 75	31	C10200, C12000, C12200	H80	....	(14)(34)	-452	45	40	15.0	15.0
Пластины и листы											
Cu	B 152	31	C10200, C10400, 10700, C12200, C12300	025	....	(14)(24)	-452	30	10	6.7	5.8
90Cu-10Ni	B 171	34	C70600	....	≤ 2.5 толщиной	(14)	-452	40	15	10.0	9.7
Cu-Si	B 96	33	C65500	061	....	....	-452	52	18	12.0	12.0
70Cu-30Ni	B 171	34	C71500	....	≤ 2.5 толщиной	(14)	-452	50	20	13.3	12.7
Алюминий-бронза	B 169	35	C61400	025, 060	≤ 2.0 толщиной	(14)	-452	70	30	20.0	20.0

Символы в колонке "Закалка"

025 = горячекатаная, закаленная	W061 = сварная, полностью обработанная, закаленная
050 = легко закаленная	H = тянутая
060 = мягко закаленная	H55 = слегка тянутая
061 = закаленная	H58 = тянутая, общего назначения
W050 = сварная, закаленная	H80 = сильно тянутая

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)											Класс	№ техн. треб.
Минимальная температура												
200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700		
											Медь и медные сплавы Трубы и трубки (2)	
4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	1.5	0.8	....	....	....	....	C10200, C12000, C12200	B 42
4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	1.5	0.8	....	....	....	....	C10200, C1200, C12200	B 75
4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	1.5	0.8	....	....	....	....	C12200	B 68
4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	1.5	0.8	....	....	....	....	C12200	B 88
8.0	8.0	8.0	7.0	5.0	2.0	....	....	....	....	....	C23000	B 43
8.3	8.0	7.8	7.7	7.6	7.5	7.3	7.0	6.0	....	....	C70600	B 467
8.3	8.0	7.8	7.7	7.6	7.5	7.3	7.0	6.0	....	....	C70600	B 466
9.5	9.3	9.0	8.7	8.7	8.6	8.0	7.0	6.0	....	....	C70600	B 467
9.5	9.2	9.1	8.8	8.6	8.4	8.2	8.1	8.0	7.9	7.8	C71500	B 467
10.5	10.4	10.3	10.1	9.9	9.6	9.3	8.9	8.4	7.7	7.0	C71000	B 466
12.0	12.0	11.6	11.4	10.5	....	....	....	....	....	....	C10200, C12000, C12200	B 42
12.0	12.0	11.6	11.4	10.5	....	....	....	....	....	....	C10200, C12000, C12200	B 75
12.0	12.0	11.6	11.4	10.5	....	....	....	....	....	....	C12200	B 88
11.3	11.0	10.8	10.6	10.3	10.1	9.9	9.8	9.6	9.5	9.4	C71500	B 466
12.3	12.1	11.8	11.7	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2	11.1	10.4	C71500	B 467
15.0	15.0	14.7	13.7	4.3	....	....	....	....	....	....	C10200, C12000, C12200	B 42
15.0	15.0	14.7	13.7	4.3	....	....	....	....	....	....	C10200, C12000, C12200	B 75
											Пластины и листы	
5.5	5.2	5.1	4.0	3.0	1.5	0.8	....	....	....	....	C10200, C10400, 10700, C12200, C12300	B 152
9.5	9.3	9.0	8.7	8.7	8.6	8.0	7.0	6.0	....	....	C70600	B 171
11.9	11.7	1.0	5.0	....	....	....	....	....	....	....	C65500	B 96
12.3	12.1	11.8	11.7	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2	11.1	10.4	C71500	B 171
19.9	19.8	19.6	19.4	19.2	19.1	19.0	....	....	....	....	C61400	B 169

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)(46)	Класс	Закалка	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура	
								Растяжение	Текучесть	до 100	150
Медь и медные сплавы (продолжение)											
Кованые изделия											
Cu	B 283	S-31	C11000	....	....	(14)	-452	33	11	7.3	6.7
Бронза с высоким содержанием Si (A)	B 283	S-33	C65500	....	....	(14)	-452	52	18	12.0	10.0
Ковкая латунь	B 283	a	C37700	....	....	(14)	-325	58	23	15.3	12.5
Освинцованная морская латунь	B 283	a	C48500	....	....	(14)	-325	62	24	16.0	15.2
Морская латунь	B 283	S-32	C46400	....	....	(14)	-425	64	26	17.3	15.8
Бронза с Mn (A)	B 283	S-32	C67500	....	....	(14)	-325	72	34	22.7	12.9
Литые изделия (2)											
Композитная бронза	B 62	a	C83600	....	....	(9)	-325	30	14	9.4	9.4
Освинцованная бронза с Ni	B 584	a	C97300	....	....	....	-325	30	15	10.0	....
Освинцованная бронза с Ni	B 584	a	C97600	....	....	....	-325	40	17	10.0	7.5
Освинцованная бронза с Sn	B 584	a	C92300	....	....	....	-325	36	16	10.6	9.0
Освинцованная бронза с Sn	B 584	a	C92200	....	....	....	-325	34	16	10.6	10.6
Клапанная бронза	B 61	a	C92200	....	....	(9)	-325	34	16	10.6	10.6
Бронза с Sn	B 584	b	C90300	....	....	....	-325	40	18	12.0	10.0
Бронза с Sn	B 584	a	C90500	....	....	....	-325	40	18	12.0	12.0
Освинцованная бронза с Mn	B 584	a	C86400	....	....	(9)	-325	60	20	13.3	12.8
Освинцованная бронза с Ni	B 584	a	C97800	....	....	....	-325	50	22	14.6	10.4
Бронза с Mn №1	B 584	b	C86500	....	....	....	-325	65	25	16.6	14.8
Бронза с Al	B 148	S-35	C92500	....	....	(9)	-425	65	25	16.3	15.7
Бронза с Al	B 148	S-35	C95300	....	....	....	-425	65	25	16.3	15.7
Бронза с Al-Si	B 148	S-35	C95600	....	....	....	-325	60	28	18.8	....
Бронза с Al	B 148	S-35	C95400	....	....	....	-325	75	30	20.0	18.8
Бронза с Mn	B 584	a	C86700	....	....	....	-325	80	32	21.3	17.5
Бронза с Al	B 148	S-35	C95500	....	....	....	-452	90	40	26.6	22.5
Высокопрочная бронза с Mn	B 584	b	C86200	....	....	....	-325	90	45	30.0	19.5
Высокопрочная бронза с Mn	B 584	b	C86300	....	....	....	-325	110	60	36.6	23.3

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)											Класс	№ техн. треб.
Минимальная температура												
200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	Медь и медные сплавы (продолжение) Кованые изделия	
6.5	6.3	5.0	3.8	2.5	1.5	0.8	....	....	....	....	C11000	B 283
10.0	10.0	10.0	5.0	2.0	....	....	....	....	....	....	C65500	B 283
12.0	11.2	10.5	7.5	2.0	....	....	....	....	....	....	C37700	B 283
15.0	14.1	13.0	8.5	2.0	....	....	....	....	....	....	C48500	B 283
15.3	14.2	13.0	9.0	2.0	....	....	....	....	....	....	C46400	B 283
12.0	11.2	10.5	7.5	2.0	....	....	....	....	....	....	C67500	B 283
9.4	9.4	9.1	8.9	8.6	8.5	....	....	....	....	....	C83600	B 62
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	C97300	B 584
7.3	6.9	6.3	....	....	....	....	....	....	....	....	C97600	B 584
9.0	9.0	8.5	8.0	7.0	....	....	....	....	....	....	C92300	B 584
10.6	10.6	10.6	10.6	10.3	....	....	....	....	....	....	C92200	B 584
10.6	10.6	10.6	10.6	10.3	9.6	9.0	6.3	....	....	....	C92200	B 61
9.5	9.3	8.5	8.0	7.0	....	....	....	....	....	....	C90300	B 584
12.0	12.0	12.0	11.9	11.0	....	....	....	....	....	....	C90500	B 584
12.0	11.3	10.5	7.5	....	....	....	....	....	....	....	C86400	B 584
9.4	8.5	7.5	7.0	....	....	....	....	....	....	....	C97800	B 584
13.4	12.0	10.5	7.5	....	....	....	....	....	....	....	C86500	B 584
15.2	14.7	14.5	14.2	14.2	14.2	14.2	11.7	7.4	....	....	C92500	B 148
15.2	14.7	14.5	14.2	14.2	14.2	14.2	11.7	7.4	....	....	C95300	B 148
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	C95600	B 148
18.0	17.3	16.3	15.6	14.8	12.9	11.0	....	....	....	....	C95400	B 148
15.3	12.9	10.5	7.5	....	....	....	....	....	....	....	C86700	B 584
21.0	19.5	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	....	....	....	....	C95500	B 148
17.3	16.5	10.5	7.5	....	....	....	....	....	....	....	C86200	B 584
19.0	14.8	10.5	7.5	....	....	....	....	....	....	....	C86300	B 584

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Номер UNS	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi	Минимальная температура															
									Растяжение	Текущее	до													
											100	200	300	400	500	600	650	700	750					
Никель и никелевые сплавы (4)																								
Трубы и трубки (2)																								
Низкоуглеродистый Ni	B 161	41	N02201	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	50	10	6.7	6.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1					
Низкоуглеродистый Ni	B 725	S-41	N02201	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	50	10	6.7	6.4	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1					
Ni	B 161	41	N02200	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	55	12	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	...	...	...		
Ni	B 725	S-41	N02200	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	55	12	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	...	...	...		
Низкоуглеродистый Ni	B 161	41	N02201	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	50	12	8.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.3					
Низкоуглеродистый Ni	B 725	S-41	N02201	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	50	12	8.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.3					
Ni	B 161	41	N02200	Закаленный	≤ 5.0 внешн. диам.		-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	...	...	...		
Ni	B 725	S-41	N02200	Закаленный	≤ 5.0 внешн. диам.		-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	...	...	...		
Ni-Cu	B 165	42	N04400	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	70	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.0					
Ni-Cu	B 725	S-42	N04400	Закаленный	> 5.0 внешн. диам.		-325	70	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.0					
Ni-Fe-Cr	B 407	45	N08800	H.F. или H.F. ann.	H.F. > 5.0 внешн. диам.	(76)	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	15.8	14.9	14.6	14.4	14.3	14.2						
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.F. или H.F. ann.	H.F. > 5.0 внешн. диам.		-325	75	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7						
Ni-Fe-Cr	B 407	45	N08810	C.D. sol. ann. или H.F. ann.	или	(62)(76)	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.0	15.7	15.4					
Ni-Fe-Cr	B 514	45	N08810	Закаленный	или	(62)(76)	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.0	15.7	15.4					
Ni-Fe-Cr	B 407	45	N08811	C.D. sol. ann. или H.F. ann.	или	(62)(76)	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.0	15.7	15.4					
Ni-Cu	B 165	42	N04400	Закаленный	≤ 5.0 внешн. диам.		-325	70	28	18.7	16.4	15.4	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.6					
Ni-Cu	B 725	S-42	N04400	Закаленный	≤ 5.0 внешн. диам.		-325	70	28	18.7	16.4	15.4	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.6					
Ni-Fe-Cr-Mo	B 619	45	N08320	Sol. ann.	или	(76)	-325	75	28	18.7	18.7	18.6	17.9	17.6	17.5	17.5	17.5	17.4						
Ni-Fe-Cr-Mo	B 622	45	N08320	Sol. ann.	или		-325	75	28	18.7	18.7	18.6	17.9	17.6	17.5	17.5	17.5	17.4						
Низкоуглеродистый Ni	B 161	41	N02201	Str. rel.	или		-325	60	30	20.0	15.0	15.0	14.8	14.7	14.2	...	...	...			
Низкоуглеродистый Ni	B 725	S-41	N02201	Str. rel.	или		-325	60	30	20.0	15.0	15.0	14.8	14.7	14.2	...	...	...			
Ni-Fe-Cr	B 514	45	N08800	Закаленный	или	(76)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0					
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.F. или H.F. ann.	H.F. ≤ 5.0 внешн. диам.		-325	80	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0					
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	C.D. ann.	> 5.0 внешн. диам.		-325	80	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0					
Ni-Fe-Cr	B 407	45	N08800	C.D. ann.	или	(61)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0					
Ni	B 161	41	N02200	Str. rel.	или		-325	65	40	21.6	16.3	16.3	16.3	16.0	15.4	...	...	...			
Ni	B 725	41	N02200	Str. rel.	или		-325	65	40	21.6	16.3	16.3	16.3	16.0	15.4	...	...	...			
Ci-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	B 464	45	N08020	Закаленный	или	(76)	-325	80	35	23.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.2					
Ci-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	B 729	45	N08020	Закаленный	или	(76)	-325	80	35	23.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.2					
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 619	45	N06007	Sol. ann.	или	(76)	-325	90	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	22.7	22.5	22.3	22.0						
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 622	45	N06007	Sol. ann.	или		-325	90	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	22.7	22.5	22.3	22.0						
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	C.D. ann.	≤ 5.0 внешн. диам.		-325	80	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3					
Ni-Cr-Fe	B 517	43	N06600	C.D. ann.	или	(76)	-325	80	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3					
Ni-Mo-Cr	B 619	44	N06455	Sol. ann.	или	(76)	-325	40	26.7	24.9	24.9	24.9	24.7	24.4	24.4	24.2	24.0	23.8						

Сокращения в колонке "Класс!"

ann = закаленный	H.R. = горяче-катанный	sol = раствор
C.D. = холодно обработанный	plt = пластина	str = напряжение
forg. = кованный	R = катанный	
H.F. = горяче обработанный	rel = снятый	

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																		Номер UNS	№ техн. треб.
Минимальная температура																			
800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650		
																		Никель и никелевые сплавы (4) Трубы и трубки (2)	
5.9	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 161
5.9	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 725
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 161
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 725
7.2	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 161
7.2	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 725
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 161
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 725
12.7	11.8	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 165
12.7	11.8	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 725
14.0	13.2	13.1	12.9	12.8	12.7	12.7	10.0	7.0	6.0	4.6	3.6	2.8	2.1	1.7	.....	.....	.....	N08800	B 407
16.7	16.5	15.9	15.9	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 167
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08810	B 407
15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	N08810	B 514
15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	12.9	10.4	8.3	6.7	5.4	4.3	3.4	2.7	2.2	1.7	1.4	1.1	N08811	B 407
14.2	11.0	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 165
14.2	11.0	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 725
17.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08320	B 619
17.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08320	B 622
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 161
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02201	B 725
20.0	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	4.6	2.0	1.6	1.1	1.0	0.6	.....	.....	.....	N08800	B 514
20.0	19.6	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 167
20.0	19.6	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 167
20.0	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.8	.....	.....	.....	N08800	B 407
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 161
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 725
19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020	B 464
19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020	B 729
21.8	20.2	20.0	19.5	18.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06007	B 619
21.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06007	B 622
23.3	20.0	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 167
23.3	20.0	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 517
22.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06455	B 619

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Номер UNS	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура															
								Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600	650	700								
Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение)																									
Трубы и трубки (2) (продолжение)																									
Ni-Cr-Mo-Fe	B 619	43	N06002	Sol. ann.	.....	(76)	-325	100	40	26.7	23.3	23.3	22.9	22.2	21.1	20.7	20.3							
Ni-Cr-mo-Fe	B 622	43	N06002	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	40	26.7	23.3	23.3	22.9	22.2	21.1	20.7	20.3							
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 619	45	N08031	Закаленный	.....	(76)	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.2							
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 622	45	N08031	Закаленный	.....	.....	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.2							
Ni-Mo-Cr	B 622	44	B06455	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	40	26.8	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.5							
Ni-Mo-Cr	B 619	44	N10276	Sol. ann.	.....	(76)	-325	100	41	27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.4	24.7	24.0							
Ni-Mo-Cr	B 622	44	N10276	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	41	27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.4	24.7	24.0							
Ni-Cu	B 165	42																							
Ni-Cu	B 725	S42	N04400	Str. rel.	.....	(54)	-325	85	55	28.3	21.2	21.2	21.0	21.0	...	...	...					
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 675	45	N08367	Закаленный	> 3/16	(76)	-325	95	45	30.0	30.0	29.9	28.6	27.7	26.2	25.6	25.1								
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 690	45	N08367	Закаленный	> 3/16	(76)	-325	95	45	30.0	30.0	29.9	28.6	27.7	26.2	25.6	25.1								
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 804	45	N08367	Закаленный	> 3/16	.....	-325	95	45	30.0	30.0	29.9	28.6	27.7	26.2	25.6	25.1							
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 675	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	(76)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1								
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 690	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	(76)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1								
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 804	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	.....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1							
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 690	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	(76)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1								
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 804	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	.....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1							
Ni-Cr-Mo	B 622	44	N06022	Sol. ann.	.....	(76)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	28.6	27.1	26.5	25.9							
Ni-Cr-Mo	B 622	44	N06022	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	28.6	27.1	26.5	25.9							
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 619	44	N06059	Sol. ann.	.....	(76)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7							
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 622	44	N06059	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7							
Ni-Mo	B 619	44	N10001	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0							
Ni-Mo	B 619	44	N10665	Sol. ann.	.....	(76)	-325	110	51	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0							
Ni-Mo	B 622	44	N10665	Sol. ann.	.....	.....	-325	110	51	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0							
Ni-Cr-Mo-Cb	B 444	43	N06625	Закаленный	.....	(64)(70)	-325	120	60	40.0	40.0	40.0	40.0	38.9	38.0	37.7	37.4							
Пластины и листы																									
Низкоуглеродистый Ni	B 162	41	N02201	H.R. plt. ann.	.....	.....	-325	50	12	8.0	7.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4							
Низкоуглеродистый Ni	B 162	41	N02201	H.R. plt. as R	.....	.....	-325	50	12	8.0	7.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4							
Ni	B 162	41	N02200	H.R. plt. ann.	.....	.....	-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	.....							
Ni	B 162	41	N02200	H.R. plt. as R	.....	.....	-325	55	20	13.3	13.3	13.3	13.3	12.5	11.5	.....	.....						
Ni-Fe-Cr	B 409	45	N08810	Закаленный	Все	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.0	15.7							
Ni-Fe-Cr	B 409	45	N08811	Закаленный	Все	-325	65	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.0	15.7							
Ni-Fe-Cr-Mo	B 620	45	N08320	Sol. ann.	Все	.....	-325	75	28	18.7	18.7	18.6	17.9	17.6	17.5	17.5	17.5							
Ni-Cu	B 127	42	N04400	H.R. plt. ann.	.....	.....	-325	70	28	18.7	16.4	15.4	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8							
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 582	45	N06007	Sol. ann.	> 3/4	.....	-325	85	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.2	19.0							
Ni-Fe-Cr	B 409	45	N08800	Закаленный	Все	.....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0							
Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	B 463	45	N08020	Закаленный	Все	.....	-325	80	35	23.3	20.0	19.8	19.4	19.3	19.2	19.2	19.2							
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 582	45	N06007	Sol. ann/	- 3/4	.....	-325	90	35	23.3	23.3	23.3	23.3	22.7	22.5	22.3								
Ni-Cr-Fe-Mo	B 435	43	N06002	H.R. sol. ann.	Все	.....	-325	95	35	23.3	21.1	18.9	16.6	16.0	15.5	15.5	15.5							

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																		Номер UNS	№ техн. треб.	
Минимальная температура																				
750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение) Трубы и трубки (2) (продолжение)	
20.1	19.8	19.7	19.6	19.5	19.3	19.3	17.5	14.1	11.3	9.3	7.7	6.1	4.8	3.8	3.0	....	....	....	N06002	B 619
20.1	19.8	19.7	19.6	19.5	19.3	19.3	17.5	14.1	11.3	9.3	7.7	6.1	4.8	3.8	3.0	....	....	....	N06002	B 622
20.9	20.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08031	B 619
20.9	20.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08031	B 622
26.1	25.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	B06455	B 622
23.5	23.0	22.6	22.3	22.1	21.6	18.5	15.0	12.2	9.8	7.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N10276	B 619
23.5	23.0	22.6	22.3	22.1	21.6	18.5	15.0	12.2	9.8	7.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N10276	B 622
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 165
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 725
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 675
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 690
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 804
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 675
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 690
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 804
25.5	25.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	B 619
25.5	25.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	B 622
26.1	25.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06059	B 619
26.1	25.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06059	B 622
30.0	29.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10001	B 619
30.0	29.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10001	B 622
34.0	34.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10665	B 619
34.0	34.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10665	B 622
37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	27.7	21.0	13.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06625	B 444
Пластины и листы																				
7.3	7.2	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02201	B 162
7.3	7.2	5.8	4.5	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02201	B 162
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02200	B 162
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02200	B 162
15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	N08810	B 409
15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	12.9	10.4	8.3	6.7	5.4	4.3	3.4	2.7	2.2	1.7	1.4	1.1	N08811	B 409
17.4	17.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08320	B 620
14.6	14.2	11.0	8.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 127
18.8	18.6	18.5	18.4	18.3	18.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06007	B 582
20.0	20.0	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.8	....	....	....	N08800	B 409
19.2	19.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 463
22.0	21.8	20.3	20.0	19.5	19.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06007	B 582
15.5	15.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06002	B 435

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Номер UNS	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi	Минимальная температура														
									Растяжение	Текучесть	до 100						200	300	400	500	600	650	700
											до 100	200	300	400	500	600								650	700
Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение)																							
Пластины и листы (2) (продолжение)																							
Ni-Cr-Fe	B 168	43	N06600	H.R. plt. ann.	....	...	-325	80	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3				
Ni-Cr-Fe	B 168	43	N06600	H.R. plt. as R.	....	...	-325	85	35	23.3	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2				
Ni-Cu	B 127	42	N04400	H.R. plt. as R.	....	...	-325	75	40	25.0	23.5	21.9	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2				
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 625	...	N08031	Закаленный	Все	...	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.1						
Низкоуглеродистый Mo-Cr	Ni-B 575	44	N06455	Sol. ann.	Все	...	-325	100	40	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.5						
Низкоуглеродистый Mo-Cr	Ni-B 575	44	N10276	Sol. ann.	Все	...	-325	100	41	27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.4	24.7	24.0						
Ni-Cr-Mo-Cb	B 443	43	N06625	Закаленная plt.	Все	(64)(70)	-325	110	55	36.7	36.7	36.7	36.7	35.6	34.8	34.6	34.3						
Ni-Cr-Mo-Cb	B 572	44	N06022	Sol. ann. лист	< 3/16	...	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	28.6	27.1	26.5	25.9						
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 688	45	N08367	Закаленный	> 3/16	...	-325	95	45	30.0	30.0	29.9	28.6	27.7	26.2	25.6	25.1						
Fe-Ni-Cr-Mo-Cu-N	B 688	45	N08367	Закаленный	≤ 3/16	...	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	29.6	27.7	26.2	25.6	25.1						
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 575	...	N06059	Sol. ann.	Все	...	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7						
Ni-Mo	B 333	44	N10001	Sol. ann. plt.	≥ 3/16, ≤ 2 1/2	...	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0						
Ni-Fe-Cr-Mo	B 688	45	N08367	Закаленный	< 3/16	...	-325	104	46	30.7	30.7	30.7	30.6	28.2	26.9	26.1	25.7						
Ni-Mo	B 333	44	N10001	Sol. ann. лист	< 3/16	...	-325	115	50	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3						
Ni-Mo	B 333	44	N10665	Sol. ann.	Все	...	-325	110	51	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0						
Кованые изделия и фитинги (2)																							
Низкоуглеродистый Ni	B 160	41	N02201	Закаленный	Все	(9)(9a)	-325	50	10	6.7	6.4	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2						
Низкоуглеродистый Ni	B 366	41	N02201	....	....	....	-325	50	10	6.7	6.4	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2			
Низкоуглеродистый Ni	B 366	41	N02201	....	....	(32)(74)	-325	50	10	6.7	6.4	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2				
Ni	B 366	S-41	...	....	....	....	-325	55	12	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	...	...	...			
Ni	B 564	S-41	N02200	....	....	(32)(74)	-325	55	12	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	...	...	...			
Ni	B 564	S-41	N02200	Закаленный	Все	(9)	-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	...	....				
Ni-Fe-Cr	B 564	45	N08810	....	....	....	-325	65	25	16.2	16.2	16.2	16.2	16.0	16.0	16.0	15.7			
Ni-Fe-Cr	B 564	S-45	N00814	Закаленный	....	(9)	-325	65	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2					
Ni-Cu	B 564	42	N04400	Закаленный	....	(9)	-325	70	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2					
Ni-Cu	B 366	42	N04400	....	....	(32)(74)	-325	70	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2				
Ni-Cr-Fe	B 366	S-43	N06600	....	....	(32)(74)	-325	75	25	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7				
Ni-Fe-Cr	B 366	45	N08800	Закаленный	....	....	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0				
Ni-Fe-Cr	B 564	45	N08800	Закаленный	....	(9)	-325	75	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0					
Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	B 366	45	N08020	Закаленный	....	....	-325	80	35	23.3	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2				
Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	B 462	45	N08020	Закаленный	....	(9)	-325	80	35	23.3	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2					

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Номер UNS	№ техн. треб.		
Минимальная температура																				
750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение) Пластины и листы (2) (продолжение)	
23.3	23.3	20.0	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06600	B 168
21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	14.5	10.3	7.2	5.8	5.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06600	B 168
20.9	20.3	8.2	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 127
20.9	20.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08031	B 625
26.1	25.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06455	B 575
23.5	23.0	22.6	22.3	22.1	21.1	18.5	15.0	12.2	9.8	7.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N10276	B 575
34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	25.4	21.0	13.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06625	B 443
25.5	25.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	B 572
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 688
24.7	24.3	23.9	23.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 688
26.1	25.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06059	B 575
30.0	29.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10001	B 333
25.3	24.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 688
33.3	33.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10001	B 333
34.0	34.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N10665	B 333
Кованые изделия и фитинги (2)																				
6.1	5.9	5.8	4.8	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02201	B 160
6.1	5.9	5.8	4.8	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02201	B 366
6.1	5.9	5.8	4.8	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02201	B 366
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02200	B 366
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N02200	B 564
15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	N08810	B 564
15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	N00814	B 564
13.0	12.7	11.0	8.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 564
13.0	12.7	11.0	8.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N04400	B 366
16.7	16.7	16.5	15.9	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N06600	B 366
20.0	20.0	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.8	....	....	....	N08800	B 366
20.0	20.0	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.8	....	....	....	N08800	B 564
19.2	19.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 366
19.2	19.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 462

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Номер UNS	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура												
								Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600	650	700					
Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение)																						
Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)																						
Ni-Cr-Fe	B 564	43	N06600	Закаленный	Все	(9)	-325	80	35	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3				
Ni-Cr-Mo-Fe	B 366	S-43	N06002	....	....	(32)(74)	-325	100	40	26.7	23.3	23.3	22.9	22.3	21.1	20.7	20.3			
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 366	S-45	N08031	Закаленный H.W.	Все	....	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.1				
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 564	S-45	N08031	Закаленный H.W.	Все	....	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.1				
Ni-Mo-Cr	B 366	44	N10276	Sol. ann.	Все	....	-325	100	41	27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.4	24.7	24.0				
Ni-Mo-Cr	B 564	44	N10276	Sol. ann.	Все	(9)	-325	100	41	27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.4	24.7	24.0					
Ni-Mo	B 366	44	N10001	....	....	(32)(74)	-325	100	45	30.0	25.0	25.0	24.7	24.3	24.2	24.1	24.0			
Ni-Mo-Cr	B 366	44	N06022	....	....	(32)(74)	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	28.6	27.1	26.5	25.9			
Ni-Cr-Mo	B 564	44	N06022	....	....	....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	28.6	27.1	26.5	25.9		
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 366	S-44	N06059	H.W. Sol.ann.	Все	....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7				
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 564	S-44	N06059	H.W. Sol.ann.	Все	....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7				
Ni-Cr-Mo-Cb	B 564	43	N06625	Закаленный	≤ 4	(9)(64)	-325	120	60	40.0	40.0	40.0	40.0	38.3	38.0	37.7	37.4					
Ni-Mo	B 366	44	N10665	Sol.ann	Все	....	-325	110	51	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0				
Прутки и бруски																						
Ni	B 160	41	N02200	H.W.	Все	(9)	-325	60	15	10.0	10.0	10.0	10.0	9.5	8.3	.....	.....			
Ni	B 160	41	N02200	Закаленный	Все	(9)	-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	.....	.....			
Ni-Cu	B 164	42	N04400	Ann. forg.	Все	(13)	-325	70	25	16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2					
Ni-Fe-Cr-Mo	B 621	45	N08320	Sol. ann.	Все	....	-325	75	28	18.7	18.7	18.6	17.9	19.6	17.5	17.5	17.5				
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 581	45	N06007	Sol. ann.	> 3/4	....	-325	85	30	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.2	19.0				
Ni-Cr-Fe-Mo-Cu	B 581	45	N06007	Sol. ann.	≤ 3/4	....	-325	90	35	23.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.7	22.5	22.3				
Низкоуглеродистый Fe-Cr-Mo-Cu	Ni-B 649	S-45	N08031	Закаленный	Все	....	-325	94	40	26.7	26.7	26.6	24.8	23.2	22.1	21.8	21.2				
Ni-Cu	B 164	42	N04400	H.W.	Все кроме шестигранных > 2 1/8	....	-325	80	40	26.6	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.2				
Ni-Mo-Cr	B 574	44	N06455	Sol. ann.	Все	(9)	-325	100	40	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.5					
Ni-Cr-Mo-Cb	B 446	43	N06625	Закаленный	> 4, ≤ 10	(9)(64)(70)	-325	110	50	33.3	33.3	33.3	33.3	32.4	31.7	31.4	31.2					
Ni-Cr-Mo-Cb	B 446	43	N06625	Закаленный	≤ 4	(9)(64)(70)	-325	120	60	40.0	40.0	40.0	40.0	38.3	38.0	37.7	37.4					
Низкоуглеродистый Cr-Mo	Ni-B 574	S-44	N06059	Sol. ann.	Все	....	-325	100	45	30.0	30.0	30.0	30.0	29.6	28.1	27.5	26.7				
Литые изделия (2)																						
Ni-Mo-Cr	A 494	....	CW-12MW	....	....	(9)(46)	-325	72	40	24.0	17.1	16.2	16.2	16.2	16.2	16.1	16.1		
Ni-Mo-Cr	A 494	S-44	CW-6M	....	....	(9)	-325	72	40	24.0	17.1	16.2	16.2	16.2	16.2	16.1	16.1			
Ni-Cr-Mo	A 494	S-44	CX-2MW	Sol. ann.	....	(9)	-325	80	45	26.7	25.9	25.3	24.9	23.6	.....	.....	.....		

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																		Номер UNS	№ техн. треб.	
Минимальная температура																				
750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650		
																		Никель и никелевые сплавы (4) (продолжение) Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)		
23.3	23.3	20.0	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 564
20.1	19.8	19.7	19.6	19.5	19.3	18.4	17.5	14.1	11.3	9.5	7.7	6.1	4.3	3.8	3.0	.....	.....	.....	N06002	B 366
20.9	20.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08031	B 366
20.9	20.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08031	B 564
23.5	23.0	22.6	22.3	22.1	21.8	18.5	15.0	12.2	9.8	7.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10276	B 366
23.5	23.0	22.6	22.3	22.1	21.8	18.5	15.0	12.2	9.8	7.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10276	B 564
23.9	23.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10001	B 366
25.5	25.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022	B 366
25.5	25.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022	B 564
26.1	25.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06059	B 366
37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	23.4	21.0	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06625	B 564
34.0	34.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10665	B 366
																		Прутки и бруски		
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 160
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 160
13.0	12.7	11.0	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164
17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08320	B 621
18.8	18.6	18.5	18.4	18.3	18.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06007	B 581
22.0	21.8	20.3	20.0	19.5	19.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06007	B 581
20.9	20.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08031	B 649
18.5	14.5	8.5	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164
26.1	25.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06455	B 574
31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	23.1	23.1	21.0	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06625	B 446
37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	27.7	21.0	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06625	B 446
26.1	25.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06059	B 574
																		Литые изделия (2)		
15.7	15.2	14.8	14.4	14.1	13.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CW-12MW	A 494
15.7	15.2	14.8	14.4	14.1	13.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CW-6M	A 494
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CX-2MW	A 494

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура		
						Растяжени е	Текучесть	до 100	150	300
Титан и титановые сплавы										
Трубы и трубки (2)										
Ti	B 337	51	1	(17)	-75	35	25	11.7	10.8	9.7
Ti	B 337	51	2	(17)	-75	50	40	16.7	16.7	16.7
Ti-0.2Pd	B 337	51	7	(17)	-75	50	40	16.7	16.7	16.7
Ti	B 337	52	3	(17)	-75	65	55	21.7	20.8	19.0
Пластины и листы										
Ti	B 265	51	1	....	-75	35	25	11.6	10.8	9.7
Ti	B 265	51	2	....	-75	50	40	16.7	16.7	16.7
Ti	B 265	52	3	....	-75	65	55	21.7	20.8	19.0
Кованые изделия										
Ti	B 381	51	F1	....	-75	35	25	11.7	10.8	9.7
Ti	B 381	51	F2	....	-75	50	40	16.7	16.7	16.7
Ti	B 381	52	F3	....	-75	65	55	21.7	20.8	19.0
Цирконий и сплавы циркония										
Трубы и трубки (2)										
Zr	B 523	61	R60702	....	-75	55	30	17.3	16.0	14.7
Zr	B 658	61	R60702	....	-75	55	30	17.3	16.0	14.7
Zr+Cb	B 523	62	R60705	(73)	-75	80	55	26.7	24.6	22.1
Zr+Cb	B 658	62	R60705	(73)	-75	80	55	26.7	24.6	22.1
Пластины и листы										
Zr	B 551	61	R60702	....	-75	55	30	17.3	16.0	14.7
Zr+Cb	B 551	62	R60705	(73)	-75	80	55	26.7	24.6	22.1
Кованые изделия и бруски										
Zr	B 493	61	R60702	....	-75	55	30	17.3	16.0	14.7
Zr	B 550	61	R60702	....	-75	55	30	17.3	16.0	14.7
Zr+Cb	B 493	62	R60705	(73)	-75	70	55	23.3	....	....
Zr+Cb	B 550	62	R60705	(73)	-75	80	55	26.7	24.6	22.1

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)										Класс	№ техн. треб.
250	300	350	400	450	500	550	600	650	700		
Титан и титановые сплавы											
Трубы и трубки (2)											
8.6	7.7	6.9	6.4	6.0	5.3	4.7	4.2	....	....	1	B 337
13.7	12.3	10.9	9.8	8.8	8.0	7.5	7.3	....	....	2	B 337
13.7	12.3	10.9	9.8	8.8	8.0	7.5	7.3	....	....	7	B 337
17.3	15.6	13.9	12.3	11.1	9.9	8.9	8.0	....	....	3	B 337
8.6	7.7	6.9	6.4	6.0	5.3	4.7	4.2	....	....	1	B 265
13.7	12.3	10.9	9.8	8.8	8.0	7.5	7.3	....	....	2	B 265
17.3	15.6	13.9	12.3	11.1	9.9	8.9	8.0	....	....	3	B 265
8.6	7.7	6.9	6.4	6.0	5.3	4.7	4.2	....	....	F1	B 381
13.7	12.3	10.9	9.8	8.8	8.0	7.5	7.3	....	....	F2	B 381
17.3	15.6	13.9	12.3	11.1	9.9	8.9	8.0	....	....	F3	B 381
Цирконий и сплавы циркония											
Трубы и трубки (2)											
13.5	12.4	11.5	9.3	8.9	8.1	8.0	7.9	7.2	6.4	R60702	B 523
13.5	12.4	11.5	9.3	8.9	8.1	8.0	7.9	7.2	6.4	R60702	B 658
20.5	18.6	17.7	16.7	16.2	15.6	14.8	13.9	13.6	13.2	R60705	B 523
20.5	18.6	17.7	16.7	16.2	15.6	14.8	13.9	13.6	13.2	R60705	B 658
Пластины и листы											
13.5	12.4	11.5	9.3	8.9	8.1	8.0	7.9	7.2	6.4	R60702	B 551
20.5	18.6	17.7	16.7	16.2	15.6	14.8	13.9	13.6	13.2	R60705	B 551
Кованые изделия и бруски											
13.5	12.4	11.5	9.3	8.9	8.1	8.0	7.9	7.2	6.4	R60702	B 493
13.5	12.4	11.5	9.3	8.9	8.1	8.0	7.9	7.2	6.4	R60702	B 550
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	R60705	B 493
20.5	18.6	17.7	16.7	16.2	15.6	14.8	13.9	13.6	13.3	R60705	B 550

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№ или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)							
							Растяжение	Текущее	Минимальная температура							
									до 100	150	200	250	300	350	400	
Алюминиевые сплавы																
Бесшовные трубы и трубки																
B 210, B241	21	1060	O, H112, H113	.....	(14)(33)	-452	8.5	2.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8
B 345	S-21	1060	O, H112, H113	.....	(14)(33)	-452	8.5	2.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8
B 210	21	1060	H14	.....	(14)(33)	-452	12	10	4.0	4.0	3.0	2.6	1.8	1.1	1.1
B 241	21	1100	O, H112	.....	(14)(33)	-452	11	3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.3	1.0
B 210	21	1100	H113	.....	(14)(33)	-452	11	3.5	2.3	2.3	2.3	2.3	1.7	1.3	1.0
B 210	21	1100	H14	.....	(14)(33)	-452	16	14	5.3	5.3	5.3	4.9	2.8	1.9	1.1
B 210, B 214	21	3003	O, H112	.....	(14)(33)	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4
B 345M B 491	S-21	3003	O, H112	.....	(14)(33)	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4
B 210	21	3003	H14	.....	(14)(33)	-452	20	17	6.7	6.7	6.7	4.8	4.3	3.0	2.3
B 210, B 241	21	3003	H18	.....	(14)(33)	-452	27	24	9.0	9.0	8.9	6.3	5.4	3.5	2.5
B 345	S-21	3003	H18	.....	(14)(33)	-452	27	24	9.0	9.0	8.9	6.3	5.4	3.5	2.5
B 210, B 241	21	Alclad 3002	O, H112	.....	(14)(33)	-452	13	4.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3
B 345	S-21	Alclad 3002	O, H112	.....	(14)(33)	-452	13	4.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3
B 210	21	Alclad 3003	H14	.....	(14)(33)	-452	19	16	6.0	6.0	6.0	4.3	3.9	2.7	2.1
B 210	21	Alclad 3003	H18	.....	(14)(33)	-452	26	23	8.1	8.1	8.0	5.7	4.9	3.2	2.2
B 210, B241	22	5052	0	.....	(14)	-452	25	10	6.7	6.7	6.7	6.2	5.6	4.1	2.3
B 210	22	5052	H32	.....	(14)(33)	-452	31	23	10.3	10.3	10.3	7.5	6.2	4.1	2.3
B 210	22	5052	H34	.....	(14)(33)	-452	34	26	11.3	11.3	11.3	8.4	6.2	4.1	2.3
B 241	25	5083	O, H112	.....	(33)	-452	329	16	10.7	10.7	.....	.....	.....	.....	.....
B 210, B 345	S-25	5083	O, H112	.....	(33)	-452	329	16	10.7	10.7	.....	.....	.....	.....	.....
B 241	25	5086	O, H112	.....	(33)	-452	35	14	9.3	9.3	.....	.....	.....	.....	.....
B 210, B 345	S-25	5086	O, H112	.....	(33)	-452	35	14	9.3	9.3	.....	.....	.....	.....	.....
B 210	S-25	5086	H32	.....	(33)	-452	40	28	13.3	13.3	.....	.....	.....	.....	.....
B 210	S-25	5086	H34	.....	(33)	-452	44	34	14.7	14.7	.....	.....	.....	.....	.....
B 210	22	5154	O	.....	(33)	-452	30	11	7.3	7.3	.....	.....	.....	.....	.....
B 210	22	5154	H34	.....	(33)	-452	39	29	13.3	13.0	.....	.....	.....	.....	.....
B 241	22	5454	O, H112	.....	(33)	-452	31	12	8.0	8.0	8.0	7.4	5.5	4.1	3.0
B 210	25	5456	O, H112	.....	(33)	-452	41	19	12.7	12.7	.....	.....	.....	.....	.....
B 241	S-25	5456	O, H112	.....	(33)	-452	41	19	12.7	12.7	.....	.....	.....	.....	.....
B 241	25	5652	O, H112	.....	(33)	-452	25	10	6.7	6.7	6.7	6.2	5.6	4.1	2.3
B 210	23	6061	T4	.....	(33)	-452	30	16	10.0	10.0	10.0	9.8	9.2	7.9	5.6
B 241	23	6061	T4	.....	(33)	-452	30	16	10.0	10.0	10.0	9.8	9.2	7.9	5.6
B 345	S-23	6061	T4	.....	(33)(63)	-452	26	16	8.7	8.7	8.7	8.5	8.0	7.9	5.6

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№, или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)							
							Растяжение	Текущее	Минимальная температура							
									до 100	150	200	250	300	350	400	
Алюминиевый сплав (продолжение)																
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)																
V 210	23	6061	T6	.....	(33)	-452	42	35	14.0	14.0	14.0	13.2	11.3	7.9	5.6
V 241	23	6061	T6	.....	(33)(63)	-452	38	35	12.7	12.7	12.7	12.1	10.6	7.9	5.6
V 345	S-23	6061	T6	.....	(33)(63)	-452	38	35	12.7	12.7	12.7	12.1	10.6	7.9	5.6
V 210, V 241	23	6061	T4, T6, сварной	.....	(22)(63)	-452	24	...	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3
V 345	S-23	6061	T4, T6, сварной	.....	(22)(63)	-452	24	...	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3
V 210	23	6063	T4	.....	(33)	-452	22	10	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	3.4	2.0
V 241	23	6063	T4	≤ 0.500	(33)	-452	19	10	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	3.4	2.0	
V 345	S-23	6063	T4	≤ 0.500	(33)	-452	19	10	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	3.4	2.0	
V 241	23	6063	T5	≤ 0.500	(33)	-452	22	16	7.3	7.3	7.2	6.8	6.1	3.4	2.0	
V 345	S-23	6063	T5	≤ 0.500	(33)	-452	22	16	7.3	7.3	7.2	6.8	6.1	3.4	2.0	
V 210	23	6063	T6	.....	(33)	-452	33	28	11.0	11.0	10.5	9.5	7.0	3.4	2.0
V 241	23	6063	T6	.....	(33)	-452	30	25	10.0	10.0	9.8	9.0	6.6	3.4	2.0
V 345	S-23	6063	T6	.....	(33)	-452	30	25	10.0	10.0	9.8	9.0	6.6	3.4	2.0
V 210, V 241	23	6063	T4, T5, T6, сварной	.....	.....	-452	17	...	5.7	5.7	5.7	5.6	5.2	3.0	2.0
V 345	S-23	6063	T4, T5, T6, сварной	.....	.....	-452	17	...	5.7	5.7	5.7	5.6	5.2	3.0	2.0
Сварные трубы и трубки																
V 547	25	5083	0	.....	.....	-452	40	18	12.0	12.0	.....	.....	.....	.....	.....
Конструкционные трубки																
V 221	21	1060	0, H112	.....	(33)(69)	-452	8.5	2.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8
V 221	21	1100	0, H112	.....	(33)(69)	-452	11	3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.3	1.0
V 221	21	3003	0, H112	.....	(33)(69)	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4
V 221	21	Alclad 3003	0, H112	.....	(33)(69)	-452	13	4.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3
V 221	22	5052	0	.....	(69)	-452	25	10	6.7	6.7	6.7	6.2	5.6	4.1	2.3
V 221	25	5083	0	.....	(69)	-452	39	16	10.7	10.7	.....	.....	.....	.....	.....
V 221	25	5086	0	.....	(69)	-452	35	14	9.3	9.3	.....	.....	.....	.....	.....
V 221	22	5154	0	.....	(69)	-452	30	11	7.3	7.3	.....	.....	.....	.....	.....
V 221	22	5454	0	.....	(69)	-452	31	12	8.0	8.0	8.0	7.4	5.5	4.1	3.0
V 221	25	5456	0	.....	(69)	-452	41	19	12.7	12.7	.....	.....	.....	.....	.....
V 221	23	6061	T4	.....	(33)(63)(69)	-452	26	16	8.7	8.7	8.7	8.5	8.0	7.7	5.3
V 221	23	6061	T6	.....	(33)(63)(69)	-452	38	35	12.7	12.7	12.7	12.1	10.6	7.9	5.6
V 221	23	6061	T4, T6, сварной	.....	(22)(63)(69)	-452	24	...	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№, или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)							
							Растяжение	Текучесть	до 100	150	200	250	300	350	400	
Алюминиевый сплав (продолжение)																
Конструкционные трубки (продолжение)																
V 221	23	6063	T4	≤ 0.500	(13)(33)(69)	-452	19	10	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3.4	2.0	
V 221	23	6063	T5	≤ 0.500	(13)(33)(69)	-452	22	16	7.3	7.3	7.2	6.8	6.1	3.4	2.0	
V 221	23	6063	T6	....	(33)(69)	-452	30	25	10.0	10.0	9.8	9.0	6.6	3.4	2.0
V 221	23	6063	T4, T5, сварной	T6,....	(69)	-452	17	...	5.7	5.7	5.7	5.6	5.2	3.0	2.0	
Пластины и листы																
V 209	21	1060	0	....	....	-452	8	2.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8
V 209	21	1060	H112	0.500-1.000	(13)(33)	-452	10	5	3.3	3.2	2.9	1.9	1.7	1.4	1.0	
V 209	21	1060	H12	....	(33)	-452	11	9	3.7	3.7	3.4	2.3	2.0	1.8	1.1
V 209	21	1060	H14	....	(33)	-452	12	10	4.0	4.0	4.0	3.0	2.6	1.8	1.1
V 209	21	1100	0	....	....	-452	11	3.5	2.3	2.3	2.3	2.3	1.7	1.3	1.0
V 209	21	1100	H112	0.500-2.000	(13)(33)	-452	12	5	3.3	3.3	3.3	2.5	2.2	1.7	1.0	
V 209	21	1100	H12	....	(33)	-452	14	11	4.7	4.7	4.7	3.2	2.8	1.9	1.1
V 209	21	1100	H14	....	(33)	-452	16	14	5.3	5.3	5.3	3.7	2.8	1.9	1.1
V 209	21	3003	0	....	....	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4
V 209	21	3003	H112	0.500-2.000	(13)(33)	-452	15	6	4.0	4.0	3.9	3.1	2.4	1.8	1.4	
V 209	21	3003	H12	....	(33)	-452	17	12	5.7	5.7	5.7	4.0	3.6	3.0	2.3
V 209	21	3003	H14	....	(33)	-452	20	17	6.7	6.7	6.7	4.8	4.3	3.0	2.3
V 209	21	Alclad 3030	0	0.006-0.499	(66)	-452	13	4.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3	
V 209	21	Alclad 3030	0	0.500-3.000	(68)	-452	14	5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3	
V 209	21	Alclad 3030	H112	0.500-2.000	(33)(66)	-452	15	6	3.6	3.6	3.5	2.8	2.2	1.6	1.3	
V 209	21	Alclad 3030	H12	0.017-0.499	(33)(66)	-452	16	11	5.1	5.1	5.1	3.6	3.2	2.7	2.1	
V 209	21	Alclad 3030	H12	0.500-2.000	(33)(68)	-452	17	12	5.1	5.1	5.1	3.6	3.2	2.7	2.1	
V 209	21	Alclad 3030	H14	0.009-0.499	(33)(66)	-452	19	16	6.0	6.0	6.0	4.3	3.9	2.7	2.1	
V 209	21	Alclad 3030	H14	0.500-1.000	(33)(68)	-452	20	17	6.0	6.0	6.0	4.3	3.9	2.7	2.1	
V 209	22	3004	0	....	....	-452	22	8.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	3.8	2.3
V 209	22	3004	H112	....	(33)	-452	23	9	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	3.8	2.3
V 209	22	3004	H32	....	(33)	-452	28	21	9.3	9.3	9.3	7.0	5.8	3.8	2.3
V 209	22	3004	H34	....	(33)	-452	32	25	10.7	10.7	10.7	8.0	5.8	3.8	2.3

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)						
							Растяжение	Текучесть	до 100	150	200	250	300	350	400
Алюминиевый сплав (продолжение)															
Пластины и листы (продолжение)															
V 209	22	Alclad 3004	0	0.006-0.499	(66)	-452	21	8	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	0	0.500-3.000	(68)	-452	22	8.5	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H112	0.250-0.499	(33)(66)	-452	22	8.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.2	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H112	0.500-3.000	(33)(68)	-452	23	9	5.4	5.4	5.4	5.4	5.2	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H32	0.017-0.499	(33)(66)	-452	27	20	8.4	8.4	8.4	6.3	5.2	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H32	0.500-2.000	(33)(68)	-452	28	21	8.4	8.4	8.4	6.3	5.2	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H34	0.009-0.499	(33)(66)	-452	31	24	9.6	9.6	9.6	7.2	5.2	3.4	2.1
V 209	22	Alclad 3004	H34	0.500-1.000	(33)(66)	-452	32	25	9.6	9.6	9.6	7.2	5.2	3.4	2.1
V 209	S-21	5050	0	.....	.....	-452	18	6	4.0	4.0	4.0	4.0	2.8	1.4	
V 209	S-21	5050	H112	.....	(33)	-452	20	8	5.3	5.3	5.3	5.3	2.8	1.4	
V 209	S-21	5050	H32	.....	(33)	-452	22	16	7.3	7.3	7.3	5.5	3.2	1.4	
V 209	S-21	5050	H34	.....	(33)	-452	25	20	8.3	8.3	8.3	6.3	5.3	2.8	1.4
V 209	22	5052 & 5652	0	.....	.....	-452	25	9.5	6.3	6.3	6.3	6.2	5.6	4.1	2.3
V 209	22	5052 & 5652	H112	0.500-3.00	(13)(33)	-452	25	9.5	6.3	6.3	6.3	6.2	5.6	4.1	2.3
V 209	22	5052 & 5652	H32	.....	(33)	-452	31	23	10.3	10.3	10.3	7.5	6.2	4.1	2.3
V 209	22	5052 & 5652	H34	.....	(33)	-452	34	26	11.3	11.3	11.3	8.4	6.2	4.1	2.3
V 209	25	5083	0	0.051-1.500	(13)	-452	40	18	12.0	12.0	.....	.....	.....	.....
V 209	25	5083	H321	0.188-1.500	(13)(33)	-452	44	31	14.7	14.7	.....	.....	.....	.....
V 209	25	5086	0	.....	.....	-452	35	14	9.3	9.3	.....	.....	.....	.....
V 209	25	5086	H112	0.500-1.000	(13)(33)	-452	35	16	9.3	9.3	.....	.....	.....	.....
V 209	25	5086	H32	.....	(33)	-452	40	28	13.3	13.3	.....	.....	.....	.....
V 209	25	5086	H34	.....	(33)	-452	44	34	14.7	14.7	.....	.....	.....	.....
V 209	22	5154 & 5254	0	.....	.....	-452	30	11	7.3	7.3	.....	.....	.....	.....
V 209	22	5154 & 5254	H112	0.500-3.000	(13)(33)	-452	30	11	7.3	7.3	.....	.....	.....	.....
V 209	22	5154 & 5254	H32	.....	(33)	-452	36	26	12.0	12.0	.....	.....	.....	.....
V 209	22	5154 & 5254	H34	.....	(33)	-452	39	29	13.0	13.0	.....	.....	.....	.....

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№. или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																
							Растяжение	Текучесть	до 100	150	200	250	300	350	400										
Алюминиевый сплав (продолжение)																									
Пластины и листы (продолжение)																									
В 209	22	5454	0	....	....	-452	31	12	8.0	8.0	8.0	7.4	5.5	4.1	3.0								
В 209	22	5454	H112	0.500-3.000	(13)(33)	-452	31	12	8.0	8.0	8.0	7.4	5.5	4.1	3.0										
В 209	22	5454	H32	....	(33)	-452	36	26	12.0	12.0	12.0	7.5	5.5	4.1	3.0									
В 209	22	5454	H34	....	(33)	-452	39	29	13.0	13.0	13.0	7.5	5.5	4.1	3.0									
В 209	25	5456	0	0.051-1.500	(13)	-452	42	19	12.7	12.7	....	....	....	....	....					
В 209	25	5456	H321	0.188-0.499	(13)(33)	-452	46	33	15.3	15.3	....	....	....	....	....					
В 209	23	6061	T4	....	(33)(63)	-452	30	16	10.0	10.0	10.0	9.8	9.2	7.9	5.6									
В 209	23	6061	T6	....	(33)	-452	42	35	14.0	14.0	14.0	13.2	11.2	7.9	5.6									
В 209	23	6061	T651	0.250-4.000	(13)(63)	-452	42	35	14.0	14.0	14.0	13.2	11.2	7.9	5.6										
В 209	23	6061	T4, T6, сварной	....	(22)(63)	-452	24	....	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3								
В 209	23	Alclad 6061	T4	....	(33)(66)	-452	27	14	9.0	9.0	9.0	8.8	8.3	7.1	5.0									
В 209	23	Alclad 6061	T451	0.250-0.499	(33)(66)	-452	27	14	9.0	9.0	9.0	8.8	8.3	7.1	5.0										
В 209	23	Alclad 6061	T451	0.500-3.000	(33)(68)	-452	30	16	9.0	9.0	9.0	8.8	8.3	7.1	5.0										
В 209	23	Alclad 6061	T6	....	(33)(66)	-452	38	32	12.6	12.6	12.6	11.9	10.1	7.1	5.0									
В 209	23	Alclad 6061	T651	0.250-0.499	(33)(66)	-452	38	32	12.6	12.6	12.6	11.9	10.1	7.1	5.0										
В 209	23	Alclad 6061	T651	0.500-4.000	(33)(68)	-452	42	35	12.6	12.6	12.6	11.9	10.1	7.1	5.0										
В 209	23	Alclad 6061	T4, T6, сварной	....	(22)(63)	-452	24	....	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3								
Кованые изделия и фитинги (2)																									
В 247	21	3003	H112, сварной	H112....	(9)(45)	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4										
В 247	25	5083	0, H112, сварной	H112....	(9)(32)(33)	-452	38	16	10.7	10.7	....	....	....	....	....					
В 247	23	6061	T6, сварной	....	(9)(33)	-452	38	35	12.7	12.7	12.7	12.1	10.6	7.9	5.6									
В 247	23	6061	T6 сварной	....	(9)(22)	-452	24	...	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3									
В 361	S-21	WP1060	0, H112	....	(13)(14)(23)(32)(33)	-452	8	2.5	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8									

(продолжение следует)

Таблица А-1 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения при растяжении для металлов¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

№ техн. треб.	Р-№, или S-№ (5)	Класс	Закалка	Диапазон размера или толщины, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																
							Растяжение	Текущая	до 100	150	200	250	300	350	400										
Алюминиевый сплав (продолжение)																									
Кованые изделия и фитинги (2) (продолжение)																									
В 361	S-21	WP1100	0, H112	.....	(13)(14)(23)(32)(33)	-452	11	3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.3	1.0									
В 361	S-21	WP3003	0, H112	.....	(13)(14)(23)(32)(33)	-452	14	5	3.3	3.3	3.3	3.1	2.4	1.8	1.4									
В 361	S-21	WPA clad 3003	0, H112	.....	(13)(14)(23)(32)(33)(66)	-452	13	4.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.2	1.6	1.3									
В 361	S-25	WP5083	0, H112	.....	(13)(23)(32)(33)	-452	39	16	10.7	10.7	.....	.....	.....	.....	.....					
В 361	S-22	WP5154	0, H112	.....	(23)(32)(33)	-452	30	11	7.3	7.3	.....	.....	.....	.....	.....					
В 361	S-23	WP6061	T4	.....	(13)(23)(32)(33)(63)	-452	26	16	8.7	8.7	8.7	8.5	8.0	7.7	5.6									
В 361	S-23	WP6061	T6	.....	(13)(23)(32)(33)(63)	-452	38	35	12.7	12.7	12.7	12.1	10.6	7.9	5.6									
В 361	S-23	WP6061	T4, T6 сварной	.....	(23)(32)(33)(63)	-452	24	...	8.0	8.0	8.0	7.9	7.4	6.1	4.3									
В 361	S-23	WP6063	T4	.....	(13)(23)(32)(33)	-452	18	9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	3.4	2.0									
В 361	S-23	WP6063	T6	.....	(13)(23)(32)(33)	-452	30	25	10.0	10.0	9.8	9.0	6.6	3.4	2.0									
В 361	S-23	WP6063	T4, T6 сварной	.....	(23)(32)	-452	17	...	5.7	5.7	5.7	5.6	5.2	3.0	2.0									
Литые изделия (2)																									
В 26	...	443.0	F	.....	(9)(43)	-452	17	6	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0									
В 26	...	356.0	T6	.....	(9)(43)	-452	30	20	10.0	10.0	10.0	8.4	.....	.....	.....							
В 26	...	356.0	T71	.....	(9)(43)	-452	25	18	8.3	8.3	8.3	8.1	7.3	5.5	2.4									

(продолжение следует)

Таблица А-1А.

Базовые коэффициенты качества литья E_c.

Эти коэффициенты качества определены в соответствии с параграфом 302.3.3(b). Смотрите также параграф 302.3.3(c) и Таблицу 302.3.3С в отношении повышенных коэффициентов качества литья, применимых в особых случаях.

Указанные технические требования являются техническими требованиями ASTM

Номер технического требования	Описание	E _c (2)	Замечания к Приложению А
Чугун			
A 47	Литые изделия из ковкого чугуна	1.00	(9)
A 48	Литые изделия из серого чугуна	1.00	(9)
A 126	Литые изделия из серого чугуна	1.00	(9)
A 197	Литые изделия из ваграночного ковкого чугуна	1.00	(9)
A 278	Литые изделия из серого чугуна	1.00	(9)
A 395	Литые изделия из пластичного и ферритного пластичного чугуна	0.80	(9)(40)
A 571	Литые изделия из аустенитного пластичного чугуна	0.80	(9)(40)
Углеродистая сталь			
A 216	Литые изделия из углеродистой стали	0.80	(9)(40)
A 352	Литые изделия из ферритной стали	0.80	(9)(40)
Низколегированная и среднелегированная сталь			
A 217	Литые изделия из мартенситной нержавеющей и легированной стали	0.80	(9)(40)
A 352	Литые изделия из ферритной стали	0.80	(9)(40)
A 426	Центробежнотелитые трубы	1.0	(10)
Нержавеющая сталь			
A 351	Литые изделия из аустенитной стали	0.80	(9)(40)
A 451	Центробежнотелитые трубы	0.90	(10)(40)
A 487	Литые изделия из стали	0.80	(9)(40)
Медь и медный сплав			
B 61	Литые изделия из клапанной бронзы	0.80	(9)(40)
B 62	Литые изделия из композитной бронзы	0.80	(9)(40)
B 148	Литые изделия из бронзы с Al или бронзы с Si, Al	0.80	(9)(40)
B 584	Литые изделия из медного сплава	0.80	(9)(40)
Никель и никелевый сплав			
A 494	Литые изделия из никеля и никелевого сплава	0.80	(9)(40)
Алюминиевый сплав			
B26, сорт F	Литые изделия из алюминиевого сплава	1.00	(9)(40)
B 26, сорт T6, T71	Литые изделия из алюминиевого сплава	0.80	(9)(40)

Таблица А-1В

Базовые коэффициенты качества для продольных сварных соединений в трубах, трубках и фитингах, E_j . Эти коэффициенты качества определены в соответствии с параграфом 302.3.4(a). Смотрите также параграф 302.3.4(b) и Таблицу 302.3.4 в отношении повышенных коэффициентов качества, применимых в особых случаях. Указанные технические требования, за исключением API, являются техническими требованиями ASTM.

Номер технического требования	Класс (или тип)	Описание	E_j (2)	Замечания к Приложению А
Углеродистая сталь				
API 5L	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковых, прямым или спиральным швом	0.95	.....
	.....	Трубы, сваренные встык в печи	0.60	.....
A 53	Тип S	Бесшовные трубы	1.00	.....
	Тип E	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....
	Тип F	Трубы, сваренные встык в печи	0.60	.....
A 105	.....	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
A 106	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
A 134	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым, прямым или спиральным швом	0.80	.....
A 135	.....	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....
A 139	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с прямым или спиральным швом	0.80	.....
A 179	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
A 181	.....	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
A 234	.....	Бесшовные и сварные фитинги	1.00	(16)
A 333	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....
A 334	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
A 350	.....	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
A 369	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
A 381	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	(18)
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие точечную радиографию	0.90	(19)
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, сразу после изготовления	0.85	.....
A 420	.....	Сварные фитинги, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	(16)
A 524	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
A 587	.....	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	.....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, двойной стыковой сварной шов	0.85	.....
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	.....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, двойной стыковой сварной шов	0.85	.....
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	.....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, двойной стыковой сварной шов	0.85	.....
Низколегированная и среднелегированная сталь				
A 182	.....	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
A 234	.....	Бесшовные и сварные фитинги	1.00	(16)
A 333	.....	Бесшовные трубы	1.00	.....
	.....	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	.....

(продолжение следует)

Таблица А-1В (продолжение)

Базовые коэффициенты качества для продольных сварных соединений в трубах, трубках и фитингах, E_j
 Эти коэффициенты качества определены в соответствии с параграфом 302.3.4(а). Смотрите также параграф 302.3.4(б) и Таблицу 302.3.4 в
 отношении повышенных коэффициентов качества, применимых в особых случаях. Указанные технические требования, за исключением
 API, являются техническими требованиями ASTM.

Номер технического требования	Класс (или тип)	Описание	E _j (2)	Замечания к Приложению А
Низколегированная и среднелегированная сталь (продолжение)				
A 334	.....	Бесшовные трубы	1.00	....
A 335	.....	Бесшовные трубы	1.00	....
A 350	.....	Кованые изделия и фитинги	1.00	....
A 369	.....	Бесшовные трубы	1.00	....
A 420	.....	Сварные фитинги, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	(16)
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	13, 23, 33, 43, 53	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
Нержавеющая сталь				
A 182	....	Кованые изделия и фитинги	1.00	....
A 268	....	Бесшовные трубы	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
A 269	....	Бесшовные трубы	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
A 312	....	Бесшовные трубы	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
A 358	1, 3, 4	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	5	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие точечную радиографию	0.90	....
	2	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
A 376	....	Бесшовные трубы	1.00	....
A 403	....	Бесшовные фитинги	1.00	....
	....	Сварные фитинги, прошедшие 100%-радиографию	1.00	(16)
	....	Сварные фитинги, с двойным стыковым сварным швом	0.85	....
	....	Сварные фитинги, с одинарным стыковым сварным швом	0.80	....
A 409	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
A 487	....	Стальные литые изделия	0.80	....
A 789	....	Бесшовные трубы	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	(9)(40)
A 790	....	Бесшовные трубы	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	....	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....

(продолжение следует)

Таблица А-1В

Базовые коэффициенты качества для продольных сварных соединений в трубах, трубках и фитингах, E_j . Эти коэффициенты качества определены в соответствии с параграфом 302.3.4(a). Смотрите также параграф 302.3.4(b) и Таблицу 302.3.4 в отношении повышенных коэффициентов качества, применимых в особых случаях. Указанные технические требования, за исключением API, являются техническими требованиями ASTM.

Номер технического требования	Класс (или тип)	Описание	E_j (2)	Замечания к Приложению А
Нержавеющая сталь (продолжение)				
A 815	Бесшовные фитинги	1.00	....
	Сварные фитинги, прошедшие 100%-радиографию	1.00	(16)
	Сварные фитинги, с двойным стыковым сварным швом	0.85	....
	Сварные фитинги, с одинарным стыковым сварным швом	0.80	....
Медь и медные сплавы				
B 42	Бесшовные трубы	1.00	....
B 43	Бесшовные трубы	1.00	....
B 68	Бесшовные трубки	1.00	....
B 75	Бесшовные трубки	1.00	....
B 88	Бесшовные трубки для воды	1.00	....
B 280	Бесшовные трубки	1.00	....
B 466	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 67	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
Никель и никелевые сплавы				
B 160	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
B 161	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 164	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
B 165	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 167	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 366	Бесшовные и сварные фитинги	1.00	(16)
B 407	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 444	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 464	Сварные трубы	0.80	....
B 514	Сварные трубы	0.80	....
B 517	Сварные трубы	0.80	....
B 564	Кованые изделия из никелевого сплава	1.00	(9)
B 619	Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением	0.85	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
B 622	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
B 675	Все	Сварные трубы	0.80	....
B 690	Бесшовные трубы	1.00	....
B 705	Сварные трубы	0.80	....
B 725	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым швом	0.85	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с одинарным стыковым швом	0.80	....
B 729	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....

(продолжение следует)

Таблица А-1В (продолжение)

Базовые коэффициенты качества для продольных сварных соединений в трубах, трубках и фитингах, E_j
 Эти коэффициенты качества определены в соответствии с параграфом 302.3.4(а). Смотрите также параграф 302.3.4(b) и Таблицу 302.3.4 в
 отношении повышенных коэффициентов качества, применимых в особых случаях. Указанные технические требования, за исключением
 API, являются техническими требованиями ASTM.

Номер технического требования	Класс (или тип)	Описание	E_j (2)	Замечания к Приложению А
Никель и никелевые сплавы (продолжение)				
В 804	1, 3, 5	Сварные трубы, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
	2, 4	Сварные трубы, сваренные плавлением, с двойным сварным швом	0.85	....
	6	Сварные трубы, сваренные плавлением, с одинарным сварным швом	0.80	....
Титан и титановые сплавы				
В 337	Бесшовные трубы	1.00	....
	Трубы, сваренные электросваркой с плавлением, с двойным стыковым сварным швом	0.85	....
Цирконий и сплавы циркония				
В 523	Бесшовные трубки	1.00	....
	Трубки, сваренные электросваркой с плавлением	0.80	....
В 658	Бесшовные трубки	1.00	....
	Трубки, сваренные электросваркой с плавлением	0.800	....
Алюминиевые сплавы				
В 210	Бесшовные трубы	1.00	....
В 241	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
В 247	Кованые изделия и фитинги	1.00	(9)
В 345	Бесшовные трубы и трубки	1.00	....
В 361	Бесшовные фитинги	1.00	....
	Сварные фитинги, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	(18)(23)
	Сварные фитинги, с двойным сварным швом	0.85	(23)
	Сварные фитинги, с одинарным сварным швом	0.80	(23)
	Сварные трубы и трубки, прошедшие 100%-ую радиографию	1.00	....
В 547	Сварные трубы, с двойным сварным швом	0.85	....
	Сварные трубы, с одинарным сварным швом	0.80	....
	Сварные трубы, с одинарным сварным швом	0.80	....

Таблица А-2

Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Материал	№ техн. треб.	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Углеродистая сталь													
....	A 675	45	....	(8f)(8g)	-20	45	22.5	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
....	A 675	50	....	(8f)(8g)	-20	50	25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
....	A 675	55	....	(8f)(8g)	-20	55	27.5	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
....	A 307	B	....	(8f)(8g)	-20	60	....	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	....
....	A 675	60	....	(8f)(8g)	-20	60	30	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
....	A 675	65	....	(8g)	-20	65	32.5	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
....	A 675	70	....	(8g)	-20	70	35	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
....	A 325	....	....	(8g)	-20	105	81	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
....	A 675	80	....	(8g)	-20	80	40	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Гайки	A 194	1	....	(42)	-20	....	....	....	....	....	....	....	....
Гайки	A 194	2, 2H	....	(42)	-55	....	....	....	....	....	....	....	....
....	A 194	2HM	....	(42)	-55	....	....	....	....	....	....	....	....
Гайки	A 563	A, Hvy Hex	....	(42b)	-20	....	....	....	....	....	....	....	....
Легированная сталь													
Cr-0.2Mo	A 193	B7M	≤ 4	....	-55	100	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Cr-0.2Mo	A 320	L7M	≤ 2 1/2	....	-100	100	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
5Cr	A 193	B5	≤ 4	(15)	-20	100	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Cr-Mo-V	A 193	B16	> 2 1/2, ≤ 4	(15)	-20	110	95	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
....	A 354	BC	....	(15)	0	115	99	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
Cr-Mo	A 193	B7	> 2 1/2, ≤ 4	(15)	-40	115	95	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
Ni-Cr-Mo	A 320	L43	≤ 4	(15)	-150	125	105	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Cr-Mo	A 320	L7	≤ 2 1/2	(15)	-150	125	105	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Cr-Mo	A 320	L7A, L7B, L7C	≤ 2 1/2	(15)	-150	125	105	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Cr-Mo	A 193	B7	≤ 2 1/2	....	-55	125	105	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Cr-Mo-V	A 193	B16	≤ 2 1/2	(15)	-20	125	105	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
....	A 354	BD	≤ 2 1/2	(15)	20	150	130	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Гайки 5Cr	A 194	3	....	(42)	-20	....	....	....	....	....	....	....	....
Гайки Cr-Mo	A 194	4	....	(42)	-150	....	....	....	....	....	....	....	....
Гайки Cr-Mo	A 194	7	....	(42)	-150	....	....	....	....	....	....	....	....
Гайки Cr-Mo	A 194	7M	....	(42)	-150	....	....	....	....	....	....	....	....
Нержавеющая сталь													
316	A 193	B8M Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	90	50	18.8	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
316	A 320	B8M Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	90	50	18.8	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
304	A 193	B8 Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
304	A 320	B8 Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
321	A 193	B8C Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3
321	A 320	B8C Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3
347	A 193	B8T Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	17.8	16.5	16.3	16.3	16.3
347	A 320	B8T Cl.2	> 1 1/4, ≤ 1 1/2	(15)(60)	-325	100	50	18.8	17.8	16.5	16.3	16.3	16.3
303 sol. trt.	A 320	B8F Cl.1	....	(8f)(15)(39)	-325	75	30	18.8	13.0	12.0	10.9	10.0	9.3

(продолжение следует)

Таблица А-2
 Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Класс	№ техн. треб.	
Минимальная температура																			
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500		
Углеродистая сталь																			
11.2	11.0	10.2	9.0	7.7	6.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	45	A 675
12.5	12.1	11.1	9.6	8.0	6.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	50	A 675
13.7	13.2	12.0	10.2	8.3	6.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	55	A 675
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B	A 307
15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	60	A 675
16.2	15.5	13.8	11.5	8.9	6.5	4.5	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	65	A 675
17.5	16.6	14.7	12.0	9.2	6.5	4.5	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	70	A 675
19.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 325
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	80	A 675
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1, 2	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2, 2H	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2HM	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A, Nyy	Hex A 563
Легированная сталь																			
20.0	20.0	20.0	18.5	16.2	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7M	A 193
20.0	20.0	20.0	18.5	16.2	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L7M	A 320
20.0	20.0	20.0	18.5	14.5	10.4	7.6	5.6	4.2	3.1	2.0	1.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B5	A 193
22.0	2.0	22.0	22.0	21.0	18.5	15.3	11.0	6.3	2.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B16	A 193
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	BC	A 354
23.0	23.0	22.2	20.0	16.3	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7	A 193
25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L43	A 320
25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L7	A 320
25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L7A, L7B,	A 320
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L7C	.....
25.0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7	A 193
25.0	25.0	25.0	25.0	23.5	20.5	16.0	11.0	6.3	2.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B16	A 193
30.00	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	BD	A 354
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	7	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	7M	A 194
Нержавеющая сталь																			
12.5	12.5	12.5	12.5	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 193
12.5	12.5	12.5	12.5	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 320
12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 193
12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 320
13.1	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 193
13.1	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 320
13.3	12.9	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 193
13.3	12.9	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 320
8.9	8.6	8.3	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8F Cl.1	A 320

(продолжение следует)

Таблица А-2 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Материал	№ техн. треб.	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Нержавеющая сталь (продолжение)													
19Cr-9Ni	A 453	651B	> 3	(15)(35)	-20	95	50	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
19Cr-9Ni	A 453	651B	≤ 3	(15)(35)	-20	95	60	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
19Cr-9Ni	A 453	651A	> 3	(15)(35)	-20	100	60	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
19Cr-9Ni	A 453	651A	≤ 3	(15)(35)	-20	100	70	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
316	A 193	B8M CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
316	A 320	B8M CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2
347	A 193	B8C CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
347	A 320	B8C CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
304	A 193	B8 CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3
304	A 320	B8 CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	16.7	16.3	16.3	16.3	16.3
321	A 193	B8T CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	17.8	16.5	16.3	16.3	16.3
321	A 320	B8T CL2	> 1, ≤ 1 1/4	(15)(60)	-325	105	65	18.8	17.8	16.5	16.3	16.3	16.3
321	A 193	B8T CL1	.....	(8f)(15)(28)	-325	75	30	18.8	17.8	16.5	15.3	14.3	13.5
304	A 320	B8 CL1	.....	(8f)(15)(28)	-425	75	30	18.8	16.7	15.0	13.8	12.9	12.1
347	A 193	B8C CL1	.....	(8f)(15)(28)	-425	75	30	18.8	17.9	16.4	15.5	15.0	14.3
316	A 193	B8M CL1	.....	(8f)(15)(28)	-325	75	30	18.8	17.7	15.6	14.3	13.3	12.6
316 str. hd.	A 193	B8M CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	100	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
316 str. hd.	A 320	B8M CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	100	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
347 str. hd.	A 193	B8C CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	178.2	16.0	15.0	14.0	13.4
347 str. hd.	A 320	B8C CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	178.2	16.0	15.0	14.0	13.4
304 str. hd.	A 193	B8 CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
304 str. hd.	A 320	B8 CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
321 str. hd.	A 193	B8T CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
321 str. hd.	A 320	B8T CL2	> 3/4, ≤ 1	(15)(60)	-325	115	80	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

(продолжение следует)

Таблица А-2
 Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																	Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																				
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (продолжение)		
19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	18.9	18.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	651B	A 453
19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	18.9	18.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	651B	A 453
20.0	20.0	20.0	20.	20.0	20.	19.8	19.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	651A	A 453
20.0	20.0	20.0	20.	20.0	20.	19.8	19.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	651A	A 453
16.2	16.2	16.2	16.2	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 193
16.2	16.2	16.2	16.2	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 320
13.8	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 193
13.8	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 320
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 193
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 320
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 193
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 320
13.3	12.9	12.7	12.5	12.4	12.3	12.1	12.1	9.6	6.9	5.0	3.6	2.5	1.7	1.1	0.7	0.5	0.3	B8T Cl.1	A 193	
12.0	11.8	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.1	9.8	7.7	6.0	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	B8 Cl.1	A 320	
14.1	13.8	13.7	13.6	13.5	13.5	13.4	13.4	12.1	9.1	6.1	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	B8C Cl.1	A 193	
12.3	12.1	11.9	11.7	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2	11.0	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	B8M Cl.1	A 193	
20.0	20.0	20.0	20.0	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 193
20.0	20.0	20.0	20.0	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 320
13.1	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 193
13.1	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 320
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 193
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 320
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 193
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 320

(продолжение следует)

Таблица А-2

Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Материал	№ техн. треб.	Класс	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура					
						Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400	500	600
Нержавеющая сталь (продолжение)													
12Cr	A 437	B4C	.....	(35)	-20	115	85	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2
13Cr	A 193	B6	≤ 4	(15)(35)	-20	110	85	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2
14Cr-24Ni	A 453	660A/B	.....	(15)(35)	-20	130	85	21.3	20.7	20.5	20.4	20.3	20.2
316 str. hd.	A 320	B8M Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	110	95	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
316 str. hd.	A 193	B8M Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	110	95	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
347	A 320	B8C Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
347	A 193	B8C Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
304	A 320	B8 Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
304	A 193	B8 Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	17.2	16.0	15.0	14.0	13.4
321	A 320	B8T Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
321	A 193	B8T Cl.2	≤ 3/4	(15)(60)	-325	125	100	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
12Cr	A 437	B4B	.....	(35)	-20	145	105	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
12Cr гайки	A 194	6	.....	(35)(42)	-20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
303 гайки	A 194	8FA	.....	(42)	-20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
316 гайки	A 194	8MA	.....	(42)	-325	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
321 гайки	A 194	8TA	.....	(42)	-325	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
304 гайки	A 194	8	.....	(42)	-425	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
304 гайки	A 194	8A	.....	(42)	-425	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
347 гайки	A 194	8CF	.....	(42)	-425	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

(продолжение следует)

Таблица А-2

Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)																Класс	№ техн. треб.			
Минимальная температура																				
650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	Нержавеющая сталь (продолжение)		
21.2	21.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B4C	A 437
21.2	21.2	21.2	19.6	15.6	12.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B6	A 193
20.2	20.1	20.0	19.9	19.9	19.9	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	660A/B	A 453
22.0	22.0	22.0	22.0	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 320
22.0	22.0	22.0	22.0	10.9	10.8	10.7	10.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M Cl.2	A 193
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 320
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C Cl.2	A 193
13.1	11.0	10.8	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 320
13.1	11.0	10.8	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8 Cl.2	A 193
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 320
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T Cl.2	A 193
26.2	26.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B4B	A 437
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8FA	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8MA	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8TA	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8A	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8CF	A 194

(продолжение следует)

Таблица А-2 (продолжение)
Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Материал	№ техн. треб.	Номер UNS или Класс	Сорт	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура			
							Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400
Медь и медные сплавы												
Морская латунь	V 21	C46400, C48200, C48500	060	....	(8f)	-325	50	20	5.0	4.8	4.2	....
Cu	V 187	C10200, C11000, C12000, C12200	060	....	(8f)	-325	30	10	6.7	5.5	5.1	....
Cu-Si	V 98	C65100	060	....	(8f)(52)	-325	40	12	8.0	8.0	7.9	....
Cu-Si	V 98	C65500, C66100	060	....	(8f)(52)	-325	52	15	10.0	10.0	10.0	....
Cu-Si	V 98	C65500, C66100	H01	....	(8f)	-325	55	24	10.0	10.0	10.0	....
Cu-Si	V 98	C65500, C66100	H02	≤ 2	....	-325	70	38	10.0	10.0	10.0	....
Cu-Si	V 98	C65100	H06	> 1, ≤ 1 1/2	....	-325	70	40	10.0	10.0	10.0	....
Cu-Si	V 98	C65100	H06	> 1/2, ≤ 1	....	-325	75	45	11.3	11.3	11.3	....
Cu-Si	V 98	C65100	H06	≤ 1/2	....	-325	85	35	13.7	13.7	13.7	....
Бронза Al-Si	V 150	C64200	HR50	> 1, ≤ 2	....	-325	80	42	16.7	14.0	13.5	11.0
Бронза Al-Si	V 150	C64200	HR50	> 1/2, ≤ 1	....	-325	85	42	16.7	14.0	13.5	11.0
Бронза Al-Si	V 150	C64200	HR50	≤ 1/2	....	-325	90	42	16.7	14.0	13.5	11.0
Бронза Al	V 150	C61400	HR50	> 1, ≤ 2	....	-325	70	32	17.5	17.5	17.5	17.5
Бронза Al	V 150	C61400	HR50	> 1/2, ≤ 1	....	-325	75	35	17.5	17.5	17.5	17.5
Бронза Al	V 150	C61400	HR50	≤ 1/2	....	-325	80	40	17.5	17.5	17.5	17.5
Бронза Al	V 150	C6300	HR50	> 2, < 3	....	-325	85	42.5	20.0	20.0	20.0	20.0
Бронза Al	V 150	C6300	M20	> 3, < 4	....	-325	90	45	20.0	20.0	20.0	20.0
Бронза Al	V 150	C6300	HR50	> 1, ≤ 2	....	-325	100	50	20.0	20.0	20.0	20.0
Бронза Al	V 150	C6300	HR50	> 1/2, ≤ 1	....	-325	100	50	20.0	20.0	20.0	20.0
Никель и никелевые сплавы												
Низкоуглеродистый Ni	V 160	N02201	Ann. hot. fin.	....	(8f)	-325	50	10	6.7	6.4	6.3	6.2
Ni	V 160	N02200	Hot. fin.	....	(8f)	-325	60	15	10.0	10.0	10.0	10.0
Ni	V 160	N02200	Закаленный	....	(8f)	-325	55	15	10.0	10.0	10.0	10.0
Ni	V 160	N02200	Холодно тянутый	....	....	-325	65	40	10.0	10.0	10.0	10.0
Ni-Cu	V 164	N04400	C.D./Str. rel.	....	(54)	-325	84	50	12.5	12.5	12.5	12.5
Ni-Cu	V 164	N04405	Холодно тянутый	....	(54)	-325	84	50	12.5	12.5	12.5	12.5
Ni-Cu	V 164	N04400	Холодно тянутый	....	(54)	-325	70	25	13.7	13.7	13.7	13.7
Ni-Cu	V 164	N04400/N04405	Закаленный	....	(8f)	-325	70	25	16.6	14.6	13.6	13.2
Ni-Cu	V 164	N04405	Горяче fin	Прут ≤ 3	....	-325	75	35	18.7	18.7	18.7	18.7
Ni-Cu	V 164	N04400	Горяче fin	2 1/8 ≤ Hex. ≤ 4	(8f)	-325	75	30	18.7	18.7	18.7	18.7
Ni-Cu	V 164	N04400	Горяче fin	Все кроме hex. > 2 1/8	....	-325	80	40	20.0	20.0	20.0	20.0

Символы в колонке "Сорт"

060 = мягко закаленный
H01 = четверть-закаленный
H02 = сильно закаленный
H06 = сверх закаленный
HR50 = тянутый, со сброшенным напряжением

(продолжение следует)

Таблица А-2 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)															Номер UNS или Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																		
500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300			
Медь и медные сплавы																		
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C46400, C48200, C48500	B 21
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C11000, C12000, C12200	B 187
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C65100, C65500, C66100	B 98
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C65500, C66100	B 98
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C65500, C66100	B 98
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C65100, C65500	B 98
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C65100	B 98
5.2	1.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C64200	B 150
5.2	1.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C64200	B 150
5.2	1.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C64200	B 150
16.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400	B 150
16.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400	B 150
16.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400	B 150
19.4	12.0	8.5	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C6300	B 150
19.4	12.0	8.5	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C6300	B 150
19.4	12.0	8.5	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C6300	B 150
19.4	12.0	8.5	6.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C6300	B 150
Никель и никелевые сплавы																		
6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	5.9	5.8	4.8	3.7	3.0	2.4	2.0	1.5	1.2	.....	.....	.....	N02201	B 160
9.5	8.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 160
10.0	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 160
10.0	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N02200	B 160
12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164
12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04405	B 164
13.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164
13.1	13.1	13.1	13.1	13.0	12.7	11.0	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400/N04405	B 164
18.7	18.7	18.7	18.0	17.2	14.5	8.5	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04405	B 164
17.8	17.4	17.2	17.0	16.8	14.5	8.5	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164
20.0	20.0	20.0	19.2	18.5	14.5	8.5	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N04400	B 164

(продолжение следует)

Таблица А-2 (продолжение)

Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹

Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Материал	№ техн. треб.	Номер UNS или Класс	Сорт	Диапазон размеров, дюймы	Замечания	Мин. темп., °F(6)	Указанная минимальная прочность, ksi		Минимальная температура			
							Растяжение	Текучесть	до 100	200	300	400
Никель и никелевый сплав (продолжение)												
Ni-Cr-Fe	B 166	N06600	Холодно тянутый	Прут ≤ 3	(41)(54)	-325	105	80	10,0	9,5	9,2	9,1
Ni-Cr-Fe	B 166	N06600	Горяче фин.	Прут ≤ 3	.....	-325	90	40	10,0	9,5	9,2	9,1
Ni-Cr-Fe	B 166	N06600	Закаленный	.....	.....	-325	80	35	20,0	20,0	20,0	20,0
Ni-Cr-Fe	B 166	N06600	Горяче фин.	Прут ≤ 3	.....	-325	85	35	21,2	21,2	21,2	21,2
Ni-Mo	B 335	N10001	Закаленный	.....	.....	-325	100	46	25,0	25,0	25,0	24,7
Ni-Mo-Cr	B 574	N10276	Sol. ann.	.....	.....	-325	100	41	25,0	25,0	25,0	21,2
Алюминиевый сплав												
....	B 211	6061	T6, T651 сварной	≥ 1/2, ≤ 8	(81)(43)(63)	-452	24	...	4,8	4,8	4,8	3,5
....	B 211	6061	T6, T651	≥ 1/2, ≤ 8	(43)(63)	-452	42	35	8,4	8,4	8,4	4,4
....	B 211	2024	T4	> 6 1/2, ≤ 8	(43)(63)	-452	58	38	9,5	9,5	9,5	4,2
....	B 211	2024	T4	> 4 1/2, ≤ 6 1/2	(43)(63)	-452	62	40	10,0	10,0	10,0	4,5
....	B 211	2024	T4	> 1/2, ≤ 4 1/2	(43)(63)	-452	62	42	10,5	10,5	10,4	4,5
....	B 211	2024	T4	≥ 1/8, < 1/2	(43)(63)	-452	62	45	11,3	11,3	10,4	4,5
....	B 211	2014	T6, T651	≥ 1/2, ≤ 8	(43)(63)	-452	62	55	13,0	13,0	11,4	3,9

(продолжение следует)

Таблица А-2 (продолжение)
 Базовые допустимые напряжения для материалов болтовых креплений¹
 Цифры в скобках обозначают ссылку на Замечания к Таблицам Приложения А; технические требования являются техническими требованиями ASTM

Базовое допустимое напряжение S, ksi (1), при температуре металла, °F (7)															Номер UNS или Класс	№ техн. треб.		
Минимальная температура																		
500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300			
Никель и никелевый сплав (продолжение)																		
9.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06600	B 166
9.1	9.1	9.0	8.9	8.9	8.8	8.7	8.6	8.5	8.3	7.8	7.3	6.4	5.5	.....	.....	.....	N06600	B 166
20.0	20.0	19.8	19.6	19.4	19.1	18.7	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.2	.....	.....	.....	N06600	B 166
21.2	21.2	21.1	21.1	21.0	20.4	20.2	19.5	19.3	14.5	10.3	7.3	5.8	5.5	.....	.....	.....	N06600	B 166
24.3	23.7	23.4	23.0	22.8	22.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10001	B 335
20.0	18.8	18.3	17.8	17.4	17.1	16.8	16.6	16.5	16.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N10276	B 574
Алюминиевый сплав																		
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6061	B 211
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6061	B 211
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2024	B 211
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2024	B 211
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2024	B 211
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2014	B 211

**ПРИЛОЖЕНИЕ В.
ТАБЛИЦЫ НАПРЯЖЕНИЙ И ТАБЛИЦЫ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ
НЕМЕТАЛЛОВ.**

Данные и Замечания в Приложении В являются требованиями этого Сборника

Указатель технических требований для Приложения В	220	
Замечания к Таблицам Приложения В	221	
Таблица В-1	Гидростатические расчетные напряжения (HDS) и рекомендуемые температурные пределы для труб из термопластика	222
Таблица В-2	Технические требования, включенные в список, для труб из ламинированной армированной термореактивной смолы	223
Таблица В-3	Технические требования, включенные в список, для труб из скрученной нитью и центробежно литой армированной термореактивной смолы и армированного пластикового строительного раствора	223
Таблица В-4	Допустимые давления и рекомендуемые температурные пределы для бетонных труб	223
Таблица В-05	Допустимые давления и рекомендуемые температурные пределы для труб из боросиликатного стекла	224

Указатель технических требований для Приложения В.

Номер технического требования	Название (Замечание (1))
ASTM	
C 361	Напорные трубы из армированного бетона с низким напором
C 582	Контактно-формованные ламинаты из армированного термореактивного пластика (RTP) для коррозионно-устойчивого оборудования
C 599	Технологические стеклянные трубы и фитинги
D 1785	Пластиковые трубы из PVC, регламенты 40, 80 и 120
D 2104	Пластиковые трубы из PE, регламент 40
D 2239	Пластиковые трубы из PE (SIDR-PR), основанные на контролируемом внутреннем диаметре
D 2241	Пластиковые трубы из PVC, имеющие номинальные показатели по давлению (серия SDR)
D 2447	Пластиковые трубы из PE, регламенты 40 и 80, основанные на внешнем диаметре
D 2513	Термопластиковые газовые напорные трубы, трубки и фитинги
D 2517	Газовые напорные трубы и фитинги из армированной эпоксидной смолы
D 2662	Пластиковые трубы из PB (SDR-PR)
D 2737	Пластиковые трубки из PE
D 2846	Пластиковые системы распределения горячей и холодной воды из CPVC
D 2996	Труба из стекловолоконной RTR свернутой нити (Замечание (2))
D 2997	Центробежно-литые трубы из RTR
D 3000	Пластиковые трубы из PB (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре
D 3035	Пластиковые трубы из PE (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре
D 3309	Пластиковые системы распределения горячей воды из PB
D 3517	Напорные трубы из стекловолоконной RTR (Замечание (2))
D 3754	Напорные трубы из стекловолоконной RTR для канализации и промышленности (Замечание (2))
F 441	Пластиковые трубы из CPVC
F 442	Пластиковые трубы из CPVC (SDR-PR)
AWWA	
C300	Напорные трубы из армированного бетона, со стальным цилиндром, для воды и других жидкостей
C301	Напорные трубы из предварительно напряженного бетона, со стальным цилиндром, для воды и других жидкостей
C302	Напорные трубы из армированного бетона, не цилиндрического типа, для воды и других жидкостей
C950	Напорные трубы из стекловолоконной армированной термореактивной смолы

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: не практично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого, одобренные ссылочные издания вместе с наименованиями и адресами организаций-спонсоров приведены в Приложении Е.

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Чтобы узнать наименования пластиков, обозначенных только сокращениями, смотрите параграф A326.3.

(2). Термин "стекловолоконная RTR" заменяет термин ASTM "стекловолокно" (стекловолоконная армированная термореактивная смола)

ЗАМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ В.**ЗАМЕЧАНИЯ:**

- (1). Эти рекомендуемые пределы приведены для условий эксплуатации с низким давлением и водой или другими средами, которые не влияют, существенно, на свойства термопластика. Верхние температурные пределы уменьшаются при более высоких давлениях, в зависимости от комбинации среды и ожидаемого срока эксплуатации. На нижние температурные пределы большее влияние оказывает окружающая среда, меры безопасности и условия инсталляции, нежели прочность.
- (2). Эти рекомендуемые пределы применяются только к перечисленным материалам. Следует проконсультироваться с производителем в отношении температурных пределов для особых типов и видов материалов, не включенных в список.
- (3). Используйте гидростатическое расчетное напряжение (HDS) при всех более низких температурах.
- (4). Целью, составления Таблицы, является включить все типы, классы и виды, и базисы для гидростатического проектирования в перечисленных технических требованиях.
- (5). Средние кратковременные напряжения разрывного внутреннего давления основываются на значениях, указанных в применимых технических требованиях ASTM, за исключением более низкого множителя доверительного предела 0.85, применяемого к среднему значению напряжения.

Таблица В-1.

Гидростатические расчетные напряжения (HDS) и рекомендуемые температурные пределы для труб из термопластиков.

Номер техн. треб. ASTM	Материал	Рекомендуемые температурные пределы (Замечания (1), (2))				Гидростатическое расчетное напряжение при						Среднее кратковременное напряжение разрывного внутреннего давления при 23°C (Замечание (5))		
		Минимум		Максимум		23°C (Замечание (3))	73°F (Замечание (3))	38°C	100°F	82°C	180°F			
		°C	°F	°C	°F	МПа	ksi	МПа	ksi	МПа	ksi	МПа	ksi	
.....	ABS55535	-40	-40	80	176	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	AP	-18	0	77	170	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
D 2846	CPVC4120	-18	0	99	210	13.8	2.0	11.0	1.6	3.4	0.5	51.9	7.53	
F 441	CPVC4120	-18	0	99	210	13.8	2.0	11.0	1.6	3.4	0.5	51.9	7.53	
F442	CPVC4120	-18	0	99	210	13.8	2.0	11.0	1.6	3.4	0.5	51.9	7.53	
.....	ECTFE	-40	-40	149	300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	ETFE	-40	-40	149	300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
D 2513	PB2110	-18	0	99	210	6.9	1.0	5.5	0.8	3.4	0.5	17.9	2.59	
D 2662	PB2110	-18	0	99	210	6.9	1.0	5.5	0.8	3.4	0.5	17.9	2.59	
D 2666	PB2110	-18	0	99	210	6.9	1.0	5.5	0.8	3.4	0.5	17.9	2.59	
D 3000	PB2110	-18	0	99	210	6.9	1.0	5.5	0.8	3.4	0.5	17.9	2.59	
D 3309	PB2110	-18	0	99	210	6.9	1.0	5.5	0.8	3.4	0.5	17.9	2.59	
D 2104	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
D 2239	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
D 2447	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
D 2513	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
D 2737	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
D 3035	PE3408	-34	-30	82	18	5.51	0.80	3.4	0.5	.....	.....	20.4	2.96
.....	PEEK	-40	40	250	450	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	PFA	-40	40	250	450	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	POP2125	-1	30	99	210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	PP	-1	30	99	210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
D 1785	PVC	PVC1120	-18	0	66	150	13.8	2.0	11.0	1.6	51.9	7.53
D 2241		PVC1220	-18	0	66	150	13.8	2.0	11.0	1.6	51.9	7.53
D 2513		PVC2110	-18	0	54	150	6.9	1.0	5.5	0.8	40.5	5.8
D 2672		PVC 2120	-18	0	66	150	13.8	2.0	11.0	1.6	51.9	7.53
.....	PVDC	4	40	71	160	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	PVDF	-18	0	135	275	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Замечания к этой Таблице приведены на странице 221

Таблица В-2.

Технические требования⁴, включенные в список, для труб из ламинированной армированной термореактивной смолы.

Номер технического требования
ASTM C 582

Таблица В-3.

Технические требования⁴, включенные в список, для труб из скрученной нитью и центробежно литой ламинированной армированной термореактивной смолы и труб из армированного пластикового строительного раствора.

Номер технического требования (ASTM, если не указано иное)			
D 2517	D 2997	D 3754	
D 2996	D 3517	AWWA C950	

Таблица В-4

Допустимые давления и рекомендуемые температурные пределы для бетонных труб

Номер технического требования	Материал	Класс	Допустимое избыточное давление		Рекомендуемые температурные пределы (Замечание (2))			
			кПа	psi	Минимум		Максимум	
					°C	°F	°C	°F
ASTM C361	Армированный бетон	25	69	10	....	....	....	....
		50	138	20				
		75	205	30				
		100	275	40				
		125	345	50				
AWWA C300	Армированный бетон	....	1795	260	....	....	....	....
AWWA C301	Армированный бетон	Облицованный цилиндр	1725	250	....	....	....	....
AWWA C301	Армированный бетон	Встроенный цилиндр	2415	350	....	....	....	....
AWWA C302	Армированный бетон	....	310	45	....	....	....	....

Замечания к этой Таблице приведены на странице 221

Таблица В-5.
Допустимые давления и рекомендуемые температурные пределы для труб из боросиликатного стекла.

Номер технического требования	Материал	Диапазон размеров		Допустимое избыточное давление		Рекомендуемые температурные пределы (Замечание (2))			
						Минимум		Максимум	
		DN	NPS	кПа	psi	°C	°F	°C	°F
C 599	Боросиликатное стекло	8-15	1/2 – 1/2	690	100	.....	.....	232	450
		20	3/4	515	75				
		25-80	1-3	345	50				
		100	4	240	35				
		150	6	138	20				

Замечания к этой Таблице приведены на странице 221

**ПРИЛОЖЕНИЕ С.
Физические свойства трубопроводных материалов.**

Замечания к Таблицам Приложения С	226	
Таблица С-1	Общее термическое расширение, единицы измерения США, для металлов	227
Таблица С-3	Термические коэффициенты, единицы измерения США, для металлов	231
Таблица С-5	Коэффициенты термического расширения, неметаллы	235
Таблица С-6	Модули эластичности, единицы измерения США, для металлов	237
Таблица С-8	Модули эластичности, неметаллы	240

ЗАМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ С.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ: Таблицы С-2, С-4 и С-7, содержащие данные в единицах измерения СИ, не включены в это издание. Чтобы перевести данные в единицах США в метрические единицы измерения СИ:

- (a). определите эквивалент по шкале Фаренгейта для данной температуры по шкале Цельсия;
- (b). проведите интерполяцию в желаемой таблице, чтобы рассчитать расширение или значение модуля в единицах США;
- (c).(1). для Таблицы С-1, умножьте значение (дюйм/100 футов) на 0.833, чтобы получить общее линейное термического расширение (мм/м) в интервале от 21°C до данной температуры;
- (2). для Таблицы С-3, умножьте значение (микродюйм/дюйм-°F) на 1.80, чтобы получить средний коэффициент линейного термического расширения ($\mu\text{м}/\text{м}\cdot^\circ\text{C}$) в интервале от 21°C до данной температуры;
- (3). для Таблицы С-6, умножьте значение в Msi на 6.895, чтобы получить модуль эластичности в МПа при данной температуре.

Таблица С-1.
Общее термическое расширение, единицы измерения США, для металлов¹
Общее линейное термическое расширение в интервале от 70°F до указанной температуры,
дюйм/100 футов.

Температура, °F	Материал							
	Углеродистая сталь, углерод-молибден-небольшое количество хрома (до 3Cr-Mo)	От 5Cr-Mo до 9Cr-Mo	Аустенитные нержавеющие стали 18Cr-8Ni	12Cr, 17Cr, 27Cr	25Cr-20Ni	UNS N04400 Монель 67Ni-30Cu	3 1/2Ni	Медь и медные сплавы
-450	...	...	...	...	...	...	...	-3.93
-425	...	...	...	...	...	...	...	-3.93
-400	...	...	...	...	...	...	...	-3.91
-375	...	...	...	...	...	...	...	-3.87
-350	...	...	...	...	...	...	...	-3.79
-325	-2.37	-2.22	-3.85	-2.04	...	-2.62	-2.25	-3.67
-300	-2.24	-2.10	-3.63	-1.92	...	-2.50	-2.17	-3.53
-275	-2.11	-1.98	-3.41	-1.80	...	-2.38	-2.07	-3.36
-250	-1.98	-1.86	-3.19	-1.68	...	-2.26	-1.96	-3.17
-225	-1.85	-1.74	-2.96	-1.57	...	-2.14	-1.86	-2.97
-200	-1.71	-1.62	-2.73	-1.46	...	-2.02	-1.76	-2.76
-175	-1.58	-1.50	-2.50	-1.35	...	-1.90	-1.62	-2.53
-150	-1.45	-1.37	-2.27	-1.24	...	-1.79	-1.48	-2.30
-125	-1.30	-1.23	-2.01	-1.11	...	-1.59	-1.33	-2.06
-100	-1.15	-1.08	-1.75	-0.98	...	-1.38	-1.17	-1.81
-75	-1.00	-0.94	-1.50	-0.85	...	-1.18	-1.01	-1.56
-50	-0.84	-0.79	-1.24	-0.72	...	-0.98	-0.84	-1.30
-25	-0.68	-0.63	-0.98	-0.57	...	-0.77	-0.67	-1.04
0	-0.49	-0.46	-0.72	-0.42	...	-0.57	-0.50	-0.77
25	-0.32	-0.30	-0.46	-0.27	...	-0.37	-0.32	-0.50
50	-0.14	-0.13	-0.21	-0.12	...	-0.20	-0.15	-0.22
70	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0.23	0.22	0.34	0.20	0.32	0.28	0.23	0.34
125	0.42	0.40	0.62	0.36	0.58	0.52	0.42	0.63
150	0.61	0.58	0.90	0.53	0.84	0.75	0.61	0.91
175	0.80	0.76	1.18	0.69	1.10	0.99	0.81	1.20
200	0.99	0.94	1.46	0.86	1.37	1.22	1.01	1.49
225	1.21	1.13	1.75	1.03	1.64	1.46	1.21	1.79
250	1.40	1.33	2.03	1.21	1.91	1.71	1.42	2.09
275	1.61	1.52	2.32	1.38	2.18	1.96	1.63	2.38
300	1.82	1.71	2.61	1.56	2.45	2.21	1.84	2.68
325	2.04	1.90	2.90	1.74	2.72	2.44	2.05	2.99
350	2.26	2.10	3.20	1.93	2.99	2.68	2.26	3.29
375	2.48	2.30	3.50	2.11	3.26	2.91	2.47	3.59
400	2.70	2.50	3.80	2.30	3.53	3.25	2.69	3.90
425	2.93	2.72	4.10	2.50	3.80	3.52	2.91	4.21
450	3.16	2.93	4.41	2.69	4.07	3.79	3.13	4.51
475	3.39	3.14	4.71	2.89	4.34	4.06	3.35	4.82
500	3.62	3.35	5.01	3.08	4.61	4.33	3.58	5.14
525	3.86	3.58	5.31	3.28	4.88	4.61	3.81	5.45
550	4.11	3.80	5.62	3.49	5.15	4.90	4.04	5.76

(продолжение следует)

Таблица С-1. (продолжение)

Общее термическое расширение, единицы измерения США, для металлов¹
 Общее линейное термическое расширение в интервале от 70°F до указанной температуры,
 дюйм/100 футов.

Материал								Температур а, °F
Алюминий	Серый литой чугун	Бронза	Латунь	70Cu-30Ni	Серия UNS N08XXX Ni-Fe-Cr	Серия UNS N06XXX Ni-Fe-Cr	Пластичный чугун	
...	...	...	...	...	...	...	...	-450
...	...	...	...	...	...	...	...	-425
...	...	...	...	...	...	...	...	-400
...	...	...	...	...	...	...	...	-375
...	...	...	...	...	...	...	...	-350
-4.68	...	-3.98	-3.88	-3.15	...	...	...	-325
-4.46	...	-3.74	-3.64	-2.87	...	...	...	-300
-4.21	...	-3.50	-3.40	-2.70	...	...	...	-275
-3.97	...	-3.26	-3.16	-2.53	...	...	...	-250
-3.71	...	-3.02	-2.93	-2.36	...	...	...	-225
-3.44	...	-2.78	-2.70	-2.19	...	...	-1.51	-200
-3.16	...	-2.54	-2.47	-2.12	...	...	-1.41	-175
-2.88	...	-2.31	-2.24	-1.95	...	...	-1.29	-150
-2.57	...	-2.06	-2.00	-1.74	...	...	-1.16	-125
-2.27	...	-1.81	-1.76	-1.53	...	...	-1.04	-100
-1.97	...	-1.56	-1.52	-1.33	...	...	-0.91	-75
-1.67	...	-1.32	-1.29	-1.13	...	...	-0.77	-50
-1.32	...	-1.25	-1.02	-0.89	...	...	-0.62	-25
-0.97	...	-0.77	-0.75	-0.66	...	...	-0.46	0
-0.63	...	-0.49	-0.48	-0.42	...	...	-0.23	25
-0.28	...	-0.22	-0.21	-0.19	...	...	-0.14	50
0	0	0	0	0	0	0	0	70
0.46	0.21	0.36	0.35	0.31	0.28	0.26	0.21	100
0.85	0.38	0.66	0.64	0.56	0.52	0.48	0.39	125
1.23	0.55	0.96	0.94	0.82	0.76	0.70	0.57	150
1.62	0.73	1.26	1.23	1.07	0.99	0.92	0.76	175
2.00	0.90	1.56	1.52	1.33	1.23	1.15	0.94	200
2.41	1.08	1.86	1.83	1.59	1.49	1.38	1.13	225
2.83	1.27	2.17	2.14	1.86	1.76	1.61	1.33	250
3.24	1.45	2.48	2.45	2.13	2.03	1.85	1.53	275
3.67	1.64	2.79	2.76	2.40	2.30	2.09	1.72	300
4.09	1.83	3.11	3.08	2.68	2.59	2.32	1.93	325
4.52	2.03	3.42	3.41	2.96	2.88	2.56	2.13	350
4.95	2.22	3.74	3.73	3.24	3.18	2.80	2.36	375
5.39	2.42	4.05	4.05	3.52	3.48	3.05	2.56	400
5.83	2.62	4.37	4.38	...	3.76	3.29	2.79	425
6.28	2.83	4.69	4.72	...	4.04	3.53	3.04	450
6.72	3.03	5.01	5.06	...	4.31	3.78	3.28	475
7.17	3.24	5.33	5.40	...	4.59	4.02	3.54	500
7.63	3.46	5.65	5.75	...	4.87	4.27	3.76	525
8.10	3.67	5.98	6.10	...	5.16	4.52	3.99	550

(продолжение следует)

Таблица С-1 (продолжение)

Общее термическое расширение, единицы измерения США, для металлов¹
 Общее линейное термическое расширение в интервале от 70°F до указанной температуры,
 дюйм/100 футов.

Температура, °F	Материал							
	Углеродистая сталь, углерод-молибден-небольшое количество хрома (до 3Cr-Mo)	От 5Cr-Mo до 9Cr-Mo	Аустенитные нержавеющие стали 18Cr-8Ni	12Cr, 17Cr, 27Cr	25Cr-20Ni	UNS N04400 Монель 67Ni-30Cu	3 1/2Ni	Медь и медные сплавы
575	4.35	4.02	5.93	3.69	5.42	5.18	4.27	6.07
600	4.60	4.24	6.24	3.90	5.69	5.46	4.50	6.09
625	4.86	4.47	6.55	4.10	5.96	5.75	4.74	...
650	5.11	4.69	6.87	4.31	6.23	6.05	4.98	...
675	5.37	4.92	7.18	4.52	6.50	6.34	5.22	...
700	5.63	5.14	7.50	4.73	6.77	6.64	5.46	...
725	5.90	5.38	7.82	4.94	7.04	6.94	5.70	...
750	6.16	5.62	8.15	5.16	7.31	7.25	5.94	...
775	6.43	5.86	8.47	5.38	7.58	7.55	6.18	...
800	6.70	6.10	8.80	5.60	7.85	7.85	6.43	...
825	6.97	6.34	9.13	5.82	8.15	8.16	6.68	...
850	7.25	6.59	9.46	6.05	8.45	8.48	6.93	...
875	7.53	6.83	9.79	6.27	8.75	8.80	7.18	...
900	7.81	7.07	10.12	6.49	9.05	9.12	7.43	...
925	8.08	7.31	10.46	6.71	9.35	9.44	7.68	...
950	8.35	7.56	10.80	6.94	9.65	9.77	7.93	...
975	8.62	7.81	11.14	7.17	9.95	10.09	8.17	...
1000	8.89	8.06	11.48	7.40	10.25	10.42	8.41	...
1025	9.17	8.30	11.82	7.62	10.55	10.75	...	...
1050	9.46	8.55	12.16	7.95	10.85	11.09	...	...
1075	9.75	8.80	12.50	8.18	11.15	11.43	...	...
1100	10.04	9.05	12.84	8.31	11.45	11.77	...	...
1125	10.31	9.28	13.18	8.53	11.78	12.11	...	...
1150	10.57	9.52	13.52	8.76	12.11	12.47	...	...
1175	10.83	9.76	13.86	8.98	12.44	12.81	...	...
1200	11.10	10.00	14.20	9.20	12.77	13.15	...	...
1225	11.38	10.26	14.54	9.42	13.10	13.50	...	...
1250	11.66	10.53	14.88	9.65	13.43	13.86	...	...
1275	11.94	10.79	15.22	9.88	13.76	14.22	...	...
1300	12.22	11.06	15.56	10.11	14.09	14.58	...	...
1325	12.50	11.30	15.90	10.33	14.39	14.94	...	...
1350	12.78	11.55	16.24	10.56	14.69	15.30	...	...
1375	13.06	11.80	16.58	10.78	14.99	15.66	...	...
1400	13.34	12.05	16.92	11.01	15.29	16.02	...	...
1425	...	...	17.30	...	...	...	...	...
1450	...	...	17.69	...	...	...	...	...
1475	...	...	18.08	...	...	...	...	...
1500	...	...	18.47	...	...	...	...	...

(продолжение следует)

Замечание

(1). Для ссылок Сборника на это Приложение смотрите параграф 319.3.1. Эти данные приведены для использования в отсутствие более применимых данных. Ответственностью проектировщика является проверка пригодности материалов к планируемым условиям эксплуатации при указанной температуре.

Таблица С-1 (продолжение)

Общее термическое расширение, единицы измерения США, для металлов¹
 Общее линейное термическое расширение в интервале от 70°F до указанной температуры,
 дюйм/100 футов.

Материал								Температур а, °F
Алюминий	Серый литой чугун	Бронза	Латунь	70Cu-30Ni	Серия UNS N08XXX Ni-Fe-Cr	Серия UNS N06XXX Ni-Fe-Cr	Пластичный чугун	
8.56	3.89	6.31	6.45	...	5.44	4.77	4.22	575
9.03	4.11	6.64	6.80	...	5.72	5.02	4.44	600
...	4.34	6.96	7.16	...	6.01	5.27	4.66	625
...	4.57	7.29	7.53	...	6.30	5.53	4.90	650
...	4.80	7.62	7.89	...	6.58	5.79	5.14	675
...	5.03	7.95	8.26	...	6.88	6.05	5.39	700
...	5.26	8.28	8.64	...	7.17	6.31	5.60	725
...	5.50	8.62	9.02	...	7.47	6.57	5.85	750
...	5.74	8.96	9.40	...	7.76	6.84	6.10	775
...	5.98	9.30	9.78	...	8.06	7.10	6.35	800
...	6.22	9.64	10.17	...	8.35	...	6.59	825
...	6.47	9.99	10.57	...	8.66	...	6.85	850
...	6.72	10.33	10.96	...	8.95	...	7.09	875
...	6.97	10.68	11.35	...	9.26	...	7.35	900
...	7.23	11.02	11.75	...	9.56	...	7.64	925
...	7.50	11.37	12.16	...	9.87	...	7.86	950
...	7.76	11.71	12.57	...	10.18	...	8.11	975
...	8.02	12.05	12.98	...	10.49	...	8.35	1000
...	...	12.40	13.39	...	10.80	...	...	1025
...	...	12.76	13.81	...	11.11	...	...	1050
...	...	13.11	14.23	...	11.42	...	...	1075
...	...	13.47	14.65	...	11.74	...	...	1100
...	...	...	...	...	12.05	...	...	1125
...	...	...	...	...	12.38	...	...	1150
...	...	...	...	...	12.69	...	...	1175
...	...	...	...	...	13.02	...	...	1200
...	...	...	...	...	13.36	...	...	1225
...	...	...	...	...	13.71	...	...	1250
...	...	...	...	...	14.04	...	...	1275
...	...	...	...	...	14.39	...	...	1300
...	...	...	...	...	14.74	...	...	1325
...	...	...	...	...	15.10	...	...	1350
...	...	...	...	...	15.44	...	...	1375
...	...	...	...	...	15.80	...	...	1400
...	...	...	...	...	16.16	...	...	1425
...	...	...	...	...	16.53	...	...	1450
...	...	...	...	...	16.88	...	...	1475
...	...	...	...	...	17.25	...	...	1500

Таблица С-3.
Термические коэффициенты, единицы измерения США, для металлов¹
Средний коэффициент линейного термического расширения в интервале от 70°F до
указанной температуры, микродюйм/дюйм-°F.

Температура, °F	Материал							
	Углеродистая сталь, углерод-молибден-небольшое количество хрома (до 3Cr-Mo)	От 5Cr-Mo до 9Cr-Mo	Аустенитные нержавеющие стали 18Cr-8Ni	12Cr, 17Cr, 27Cr	25Cr-20Ni	UNS N04400 Монель 67Ni-30Cu	3 1/2Ni	Медь и медные сплавы
-450	...	...	...	...	...	...	...	6.30
-425	...	...	...	...	...	...	...	6.61
-400	...	...	...	...	...	...	...	6.93
-375	...	...	...	...	...	...	...	7.24
-350	...	...	...	...	...	...	...	7.51
-325	5.00	4.70	8.15	4.30	...	5.55	4.76	7.74
-300	5.07	4.77	8.21	4.36	...	5.72	4.90	7.94
-275	5.14	4.84	8.28	4.41	...	5.89	5.01	8.11
-250	5.21	4.91	8.34	4.47	...	6.06	5.15	8.26
-225	5.28	4.98	8.41	4.53	...	6.23	5.30	8.40
-200	5.35	5.05	8.47	4.59	...	6.40	5.45	8.51
-175	5.42	5.12	8.54	4.64	...	6.57	5.52	8.62
-150	5.50	5.20	8.60	4.70	...	6.75	5.59	8.72
-125	5.57	5.26	8.66	4.78	...	6.85	5.67	8.81
-100	5.65	5.32	8.75	4.85	...	6.95	5.78	8.89
-75	5.72	5.38	8.83	4.93	...	7.05	5.83	8.97
-50	5.80	5.45	8.90	5.00	...	7.15	5.88	9.04
-25	5.85	5.51	8.94	5.05	...	7.22	5.94	9.11
0	5.90	5.56	8.98	5.10	...	7.28	6.00	9.17
25	5.96	5.62	9.03	5.14	...	7.35	6.08	9.23
50	6.01	5.67	9.07	5.19	...	7.41	6.16	9.28
70	6.07	5.73	9.11	5.24	...	7.48	6.25	9.32
100	6.13	5.79	9.16	5.29	...	7.55	6.33	9.39
125	6.19	5.85	9.20	5.34	...	7.62	6.36	9.43
150	6.25	5.92	9.25	5.40	...	7.70	6.39	9.48
175	6.31	5.98	9.29	5.45	...	7.77	6.42	9.52
200	6.38	6.04	9.34	5.50	8.79	7.84	6.45	9.56
225	6.43	6.08	9.37	5.54	8.81	7.89	6.50	9.60
250	6.49	6.12	9.41	5.58	8.83	7.93	6.55	9.64
275	6.54	6.15	9.44	5.62	8.85	7.98	6.60	9.68
300	6.60	6.19	9.47	5.66	8.87	8.02	6.65	9.71
325	6.65	6.23	9.50	5.70	8.89	8.07	6.69	9.74
350	6.71	6.27	9.53	5.74	8.90	8.11	6.73	9.78
375	6.76	6.30	9.56	5.77	8.91	8.16	6.77	9.81
400	6.82	6.34	9.59	5.81	8.92	8.20	6.80	9.84
425	6.87	6.38	9.62	5.85	8.92	8.25	6.83	9.86
450	6.92	6.42	9.65	5.89	8.92	8.30	6.86	9.89
475	6.97	6.46	9.67	5.92	8.92	8.35	6.89	9.92
500	7.02	6.50	9.70	5.96	8.93	8.40	6.93	9.94
525	7.07	6.54	9.73	6.00	8.93	8.45	6.97	9.97
550	7.12	6.58	9.76	6.05	8.93	8.49	7.01	9.99

(продолжение следует)

Таблица С-3 (продолжение)
 Термические коэффициенты, единицы измерения США, для металлов¹
 Средний коэффициент линейного термического расширения в интервале от 70°F до
 указанной температуры, микродюйм/дюйм-°F.

Материал								Температур а, °F
Алюминий	Серый литой чугун	Бронза	Латунь	70Cu-30Ni	Серия UNS N08XXX Ni-Fe-Cr	Серия UNS N06XXX Ni-Fe-Cr	Пластичный чугун	
...	...	...	...	...	...	...	...	-450
...	...	...	...	...	...	...	...	-425
...	...	...	...	...	...	...	...	-400
...	...	...	...	...	...	...	...	-375
...	...	...	...	...	...	...	...	-350
9.90	...	8.40	8.20	6.65	...	...	...	-325
10.04	...	8.45	8.24	6.76	...	...	...	-300
10.18	...	8.50	8.29	6.86	...	...	...	-275
10.33	...	8.55	8.33	6.97	...	...	...	-250
10.47	...	8.60	8.37	7.08	...	...	...	-225
10.61	...	8.65	8.41	7.19	...	...	4.65	-200
10.76	...	8.70	8.46	7.29	...	...	4.76	-175
10.90	...	8.75	8.50	7.40	...	...	4.87	-150
11.08	...	8.85	8.61	7.50	...	...	4.98	-125
11.25	...	8.95	8.73	7.60	...	...	5.10	-100
11.43	...	9.05	8.84	7.70	...	...	5.20	-75
11.60	...	9.15	8.95	7.80	...	...	5.30	-50
11.73	...	9.23	9.03	7.87	...	...	5.40	-25
11.86	...	9.32	9.11	7.94	...	...	5.50	0
11.99	...	9.40	9.18	8.02	...	...	5.58	25
12.12	...	9.49	9.26	8.09	...	...	5.66	50
12.25	...	9.57	9.34	8.16	...	7.13	5.74	70
12.39	...	9.66	9.42	8.24	...	7.20	5.82	100
12.53	...	9.75	9.51	8.31	...	7.25	5.87	125
12.67	...	9.85	9.59	8.39	...	7.30	5.92	150
12.81	...	9.93	9.68	8.46	...	7.35	5.97	175
12.95	5.75	10.03	9.76	8.54	7.90	7.40	6.02	200
13.03	5.80	10.05	9.82	8.58	8.01	7.44	6.08	225
13.12	5.84	10.08	9.88	8.63	8.12	7.48	6.14	250
13.20	5.89	10.10	9.94	8.67	8.24	7.52	6.20	275
13.28	5.93	10.12	10.00	8.71	8.35	7.56	6.25	300
13.36	5.97	10.15	10.06	8.76	8.46	7.60	6.31	325
13.44	6.02	10.18	10.11	8.81	8.57	7.63	6.37	350
13.52	6.06	10.20	10.17	8.85	8.69	7.67	6.43	375
13.60	6.10	10.23	10.23	8.90	8.80	7.70	6.48	400
13.68	6.15	10.25	10.29	...	8.82	7.72	6.57	425
13.75	6.19	10.28	10.35	...	8.85	7.75	6.66	450
13.83	6.24	10.30	10.41	...	8.87	7.77	6.75	475
13.90	6.28	10.32	10.47	...	8.90	7.80	6.85	500
13.98	6.33	10.35	10.53	...	8.92	7.82	6.88	525
14.05	6.38	10.38	10.58	...	8.95	7.85	6.92	550

(продолжение следует)

Таблица С-3.

Термические коэффициенты, единицы измерения США, для металлов¹
Средний коэффициент линейного термического расширения в интервале от 70°F до
указанной температуры, микродюйм/дюйм-°F.

Температура, °F	Материал							
	Углеродистая сталь, углерод-молибден-небольшое количество хрома (до 3Cr-Mo)	От 5Cr-Mo до 9Cr-Mo	Аустенитные нержавеющие стали 18Cr-8Ni	12Cr, 17Cr, 27Cr	25Cr-20Ni	UNS N04400 Монель 67Ni-30Cu	3 1/2Ni	Медь и медные сплавы
575	7.17	6.62	9.79	6.09	8.93	8.54	7.04	10.1
600	7.23	6.66	9.82	6.13	8.94	8.58	7.08	10.04
625	7.28	6.70	9.85	6.17	8.94	8.63	7.12	...
650	7.33	6.73	9.87	6.20	8.95	8.68	7.16	...
675	7.38	6.77	9.90	6.23	8.95	8.73	7.19	...
700	7.44	6.80	9.92	6.26	8.96	8.78	7.22	...
725	7.49	6.84	9.95	6.29	8.96	8.83	7.25	...
750	7.54	6.88	9.99	6.33	8.96	8.87	7.29	...
775	7.59	6.92	10.02	6.36	8.96	8.92	7.31	...
800	7.65	6.96	10.05	6.39	8.97	8.96	7.34	...
825	7.70	7.00	10.08	6.42	8.97	9.01	7.37	...
850	7.75	7.03	10.11	6.46	8.98	9.06	7.40	...
875	7.79	7.07	10.13	6.49	8.99	9.11	7.43	...
900	7.84	7.10	10.16	6.52	9.00	9.16	7.45	...
925	7.87	7.13	10.19	6.55	9.05	9.21	7.47	...
950	7.91	7.16	10.23	6.58	9.10	9.25	7.49	...
975	7.94	7.19	10.26	6.60	9.15	9.30	7.52	...
1000	7.97	7.22	10.29	6.63	9.18	9.34	7.55	...
1025	8.01	7.25	10.32	6.65	9.20	9.39	...	...
1050	8.05	7.27	10.34	6.68	9.22	9.43	...	...
1075	8.08	7.30	10.37	6.70	9.24	9.48	...	...
1100	8.12	7.32	10.39	6.72	9.25	9.52	...	...
1125	8.14	7.34	10.41	6.74	9.29	9.57	...	...
1150	8.16	7.37	10.44	6.75	9.33	9.61	...	...
1175	8.17	7.39	10.46	6.77	9.36	9.66	...	...
1200	8.19	7.41	10.48	6.78	9.39	9.70	...	...
1225	8.21	7.43	10.50	6.80	9.43	9.75	...	...
1250	8.24	7.45	10.51	6.82	9.47	9.79	...	...
1275	8.26	7.47	10.53	6.83	9.50	9.84	...	...
1300	8.28	7.49	10.54	6.85	9.53	9.88	...	...
1325	8.30	7.51	10.56	6.86	9.53	9.92	...	...
1350	8.32	7.52	10.57	6.88	9.54	9.96	...	...
1375	8.34	7.54	10.59	6.89	9.55	10.00	...	...
1400	8.36	7.55	10.60	6.90	9.56	10.04	...	...
1425	...	...	10.64	...	...	...	...	...
1450	...	...	10.68	...	...	...	...	...
1475	...	...	10.72	...	...	...	...	...
1500	...	...	10.77	...	...	...	...	...

Замечание:

(1). Для ссылок Сборника на это Приложение смотрите параграф 319.3.1. Эти данные приведены для использования в отсутствие более применимых данных. Ответственностью проектировщика является проверка пригодности материалов к планируемым условиям эксплуатации при указанной температуре.

(продолжение следует)

Таблица С-3 (продолжение)
 Термические коэффициенты, единицы измерения США, для металлов¹
 Средний коэффициент линейного термического расширения в интервале от 70°F до
 указанной температуры, микродюйм/дюйм-°F.

Материал								Температур а, °F
Алюминий	Серый литой чугун	Бронза	Латунь	70Cu-30Ni	Серия UNS N08XXX Ni-Fe-Cr	Серия UNS N06XXX Ni-Fe-Cr	Пластичный чугун	
14.13	6.42	10.41	10.64	...	8.97	7.88	6.95	575
14.20	6.47	10.44	10.69	...	9.00	7.90	6.98	600
...	6.52	10.46	10.75	...	9.02	7.92	7.02	625
...	6.56	10.48	10.81	...	9.05	7.95	7.04	650
...	6.61	10.50	10.86	...	9.07	7.98	7.08	675
...	6.65	10.52	10.92	...	9.10	8.00	7.11	700
...	6.70	10.55	10.98	...	9.12	8.02	7.14	725
...	6.74	10.57	11.04	...	9.15	8.05	7.18	750
...	6.79	10.60	11.10	...	9.17	8.08	7.22	775
...	6.83	10.62	11.16	...	9.20	8.10	7.25	800
...	6.87	10.65	11.22	...	9.22	...	7.27	825
...	6.92	10.67	11.28	...	9.25	...	7.31	850
...	6.96	10.70	11.34	...	9.27	...	7.34	875
...	7.00	10.72	11.40	...	9.30	...	7.37	900
...	7.05	10.74	11.46	...	9.32	...	7.41	925
...	7.10	10.76	11.52	...	9.35	...	7.44	950
...	7.14	10.78	11.57	...	9.37	...	7.47	975
...	7.19	10.80	11.63	...	9.40	...	7.50	1000
...	...	10.83	11.69	...	9.42	...	...	1025
...	...	10.85	11.74	...	9.45	...	...	1050
...	...	10.88	11.80	...	9.47	...	...	1075
...	...	10.90	11.85	...	9.50	...	...	1100
...	...	10.93	11.91	...	9.52	...	...	1125
...	...	10.95	11.97	...	9.55	...	...	1150
...	...	10.98	12.03	...	9.57	...	...	1175
...	...	11.00	12.09	...	9.60	...	...	1200
...	...	...	...	...	9.64	...	...	1225
...	...	...	...	...	9.68	...	...	1250
...	...	...	...	...	9.71	...	...	1275
...	...	...	...	...	9.75	...	...	1300
...	...	...	...	...	9.79	...	...	1325
...	...	...	...	...	9.83	...	...	1350
...	...	...	...	...	9.86	...	...	1375
...	...	...	...	...	9.90	...	...	1400
...	...	...	...	...	9.94	...	...	1425
...	...	...	...	...	9.98	...	...	1450
...	...	...	...	...	10.01	...	...	1475
...	...	...	...	...	10.05	...	...	1500

Таблица С-5.
Коэффициенты термического расширения, неметаллы^{1, 2}

Описание материала	Средний коэффициент (делите табличные значения на 10 ⁶)			
	дюйм/дюйм, °F	Диапазон, °F	мм/мм, °C	Диапазон, °C
Термопластики				
Ацеталь AP2012	2	.....	3.6	.....
Акрилонитрил-бутадиен-стирен				
ABS 1208	60	.....	108	.....
ABS 1210	55	45-55	99	7-13
ABS 1316	40	.....	72	.....
ABS 2112	40	.....	72	.....
Ацетат бутират целлюлозы				
СAB MN08	80	.....	144	.....
СAB S004	95	.....	171	.....
Хлорированный поли(винил хлорид)				
CPVC 4120	35	.....	63	.....
Полибутилен PB 2110	72	.....	130	.....
Полиэфир, хлорированный	45	.....	81	.....
Полиэтилен				
PE 1404	100	46-100	180	8-38
PE 2305	90	46-100	162	8-38
PE 2306	80	46-100	144	8-38
PE 3306	70	46-100	126	8-38
PE 3406	60	46-100	108	8-38
Полифенилен POP 2125	30	.....	54	.....
Полипропилен				
PP 1110	48	33-67	86	1-19
PP 1208	43	.....	77	.....
PP 2105	40	.....	72	.....
Поли(винил хлорид)				
PVC 1120	30	23-37	54	от -5 до +3
PVC 1220	35	34-40	63	1-4
PVC 2110	50	.....	90	.....
PVC 2112	45	.....	81	.....
PVC 2116	40	37-45	72	3-7
PVC 2120	30	.....	54	.....
Поли(винилиден фторид)	79	.....	142	.....
Поли(винилиден хлорид)	100	.....	180	.....
Политетрафторэтилен	55	73-140	99	23-60
Поли(фторированный этиленпропилен)	46-58	73-140	83-104	23-60
Поли(перфторалкокси алкан)	67	70-212	121	21-100
Поли(перфторалкокси алкан)	94	212-300	169	100-149
Поли(перфторалкокси алкан)	111	300-408	200	149-209

(продолжение следует)

Таблица С-5.
Коэффициенты термического расширения, неметаллы^{1, 2}

Описание материала	Средний коэффициент (делите табличные значения на 10 ⁶)			
	дюйм/дюйм, °F	Диапазон, °F	мм/мм, °C	Диапазон, °C
Армированные термореактивные смолы и армированные пластиковые строительные растворы				
Стекло-эпоксидная, центробежно литая	9-13	.....	16-23.5	.....
Стекло-полиэстеровая, центробежно литая	9-15	.....	16-27	.....
Стекло-полиэстеровая, свернутая нитью	9-11	.....	16-20	.....
Стекло-полиэстеровая, в ручную намотанная	12-15	.....	21.5-27	.....
Стекло-эпоксидная, свернутая нитью	9-13	.....	16-23.5	.....
Другие неметаллические материалы				
Боросиликатное стекло	1.8	.....	3.25	.....

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Для ссылок Сборника на это Приложение смотрите параграф 319.3.1. Эти данные приведены для использования в отсутствии более применимых данных. Ответственностью проектировщика является проверка пригодности материалов к планируемым условиям эксплуатации при указанной температуре.
- (2). Индивидуальные составы могут отличаться от значений, показанных в таблице. Проконсультируйтесь у производителя в отношении особых значений для его продуктов.

Таблица С-6.
Модули эластичности, единицы измерения США, для металлов.

Материал	E = модуль эластичности, Msi (миллионов psi) при температуре, °F									
	-425	-400	-350	-325	-200	-100	70	200	300	400
Черные металлы										
Серый литой чугун	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.4	13.2	12.9	12.6
Углеродистые стали, C ≤ 0.3%	31.9	.....	.....	31.4	30.8	30.2	29.5	28.8	28.3	27.7
Углеродистые стали, C > 0.3%	31.7	.....	.....	31.2	30.6	30.0	29.3	28.6	28.1	27.5
Углеродисто-молибденовые стали	31.7	.....	.....	31.1	30.5	29.9	29.2	28.5	28.0	27.4
Никелевые стали, Ni 2%-9%	30.1	.....	.....	29.6	29.1	28.5	27.8	27.1	26.7	26.1
Хромомолибденовые стали, Cr 1/2%-2%	32.1	.....	.....	31.6	31.0	30.4	29.7	29.0	28.5	27.9
Хромомолибденовые стали, Cr 2 1/4%-3%	33.1	.....	.....	32.6	32.0	31.4	30.6	29.8	29.4	28.8
Хромомолибденовые стали, Cr 5%-9%	33.4	.....	.....	32.9	32.3	31.7	30.9	30.1	29.7	29.0
Хромовые стали, Cr 12%, 17%, 27%	31.8	.....	.....	31.2	30.7	30.1	29.2	28.5	27.9	27.3
Аустенитные стали (TP304, 310, 316, 321, 347)	30.8	.....	.....	30.3	29.7	29.0	28.3	27.6	27.0	26.5
Медь и медные сплавы (номера UNS)										
Композитная и освинцованная Sn-бронза (C863600, C92200)	.....	.....	.....	14.8	14.6	14.4	14.0	13.7	13.4	13.2
Морская латунь, бронза с Si и Al (C46400, C65500, C952300, C95400)	.....	.....	.....	15.9	15.6	15.4	15.0	14.6	14.4	14.1
Медь (C11000)	.....	.....	.....	16.9	16.6	16.5	16.0	15.6	15.4	15.0
Медь, красная латунь, Al-бронза (C10200, C12000, C12200, C12500, C14200, C23000, C61400)	.....	.....	.....	18.0	17.7	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0
90Cu-10Ni (C70600)	.....	.....	.....	19.0	18.7	18.5	18.0	17.6	17.3	16.9
Освинцованная Ni-бронза	.....	.....	.....	20.1	19.8	19.6	19.0	18.5	18.2	17.9
80Cu-20Ni (C71000)	.....	.....	.....	21.2	20.8	20.6	20.0	19.5	19.2	18.8
70Cu-30Ni (C71500)	.....	.....	.....	23.3	22.9	22.7	22.0	21.5	21.1	20.7
Никель и никелевые сплавы (номера UNS)										
Monel 400 N04400	28.3	.....	.....	27.8	27.3	26.8	26.0	25.4	25.0	24.7
Сплавы N06007, N08320	30.3	.....	.....	29.5	29.2	28.6	27.8	27.1	26.7	26.4
Сплавы N08800, N08810, N06002	31.1	.....	.....	30.5	29.9	29.4	28.5	27.8	27.4	27.1
Сплавы N06455, N10276	32.5	.....	.....	31.6	31.3	30.6	29.8	29.1	28.6	28.3
Сплавы N02200, N02201, N06625	32.7	.....	.....	32.1	31.5	30.9	30.0	29.3	28.8	28.5
Сплав N06600	33.8	.....	.....	33.2	32.6	31.9	31.0	30.2	29.9	29.5
Сплав N10001	33.9	.....	.....	33.3	32.7	32.0	31.1	30.3	29.9	29.5
Сплав N10665	34.2	.....	.....	33.3	33.0	32.3	31.4	30.6	30.1	29.8
Чистый титан										
Классы 1, 2, 3 и 7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.5	15.0	14.6	14.0

(продолжение следует)

Таблица С-6 (продолжение)
Модули эластичности, единицы измерения США, для металлов.

E = модуль эластичности, Msi (миллионов psi) при температуре, °F											Материал
500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	
											Черные металлы
12.2	11.7	11.0	10.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Серый литой чугун
27.3	26.7	25.5	24.2	22.4	20.4	18.0	.....	.....	.....	.....	Углеродистые стали, C ≤ 0.3%
27.1	26.5	25.3	24.0	22.2	20.2	17.9	15.4	.....	.....	.....	Углеродистые стали, C > 0.3%
27.0	26.4	25.3	23.9	22.2	20.1	17.8	15.3	.....	.....	.....	Углеродисто-молибденовые стали
25.7	25.2	24.6	23.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Никелевые стали, Ni 2%-9%
27.5	26.9	26.3	25.5	24.8	23.9	23.0	21.8	20.5	18.9	.....	Хромомолибденовые стали, Cr 1/2%-2%
28.3	27.7	27.1	26.3	25.6	24.6	23.7	22.5	21.1	19.4	.....	Хромомолибденовые стали, Cr 2 1/4%-3%
28.6	28.0	27.3	26.1	24.7	22.7	20.4	18.2	15.5	12.7	.....	Хромомолибденовые стали, Cr 5%-9%
26.7	26.1	25.6	24.7	22.2	21.5	19.1	16.6	.....	.....	.....	Хромовые стали, Cr 12%, 17%, 27%
25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1	Аустенитные стали (TP304, 310, 316, 321, 347)
											Медь и медные сплавы (номера UNS)
12.9	12.5	12.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Композитная и освинцованная Sn-бронза (C863600, C92200)
13.8	13.4	12.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Морская латунь, бронза с Si и Al (C46400, C65500, C952300, C95400)
14.7	14.2	13.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Медь (C11000)
15.6	15.1	14.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Медь, красная латунь, Al-бронза (C10200, C12000, C12200, C12500, C14200, C23000, C61400)
16.6	16.0	15.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	90Cu-10Ni (C70600)
17.5	16.9	16.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Освинцованная Ni-бронза
18.4	17.8	17.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	80Cu-20Ni (C71000)
20.2	19.6	18.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	70Cu-30Ni (C71500)
											Никель и никелевые сплавы (номера UNS)
24.3	24.1	23.7	23.1	22.6	22.1	21.7	21.2	.....	.....	.....	Monel 400 N04400
26.0	25.7	25.3	24.7	24.2	23.6	23.2	22.7	.....	.....	.....	Сплавы N06007, N08320
26.6	26.4	25.9	25.4	24.8	24.2	23.8	23.2	.....	.....	.....	Сплавы N08800, N08810, N06002
27.9	27.6	27.1	26.5	25.9	25.3	24.9	24.3	.....	.....	.....	Сплавы N06455, N10276
28.1	27.8	27.3	26.7	26.1	25.5	25.1	24.5	.....	.....	.....	Сплавы N02200, N02201, N06625
29.0	28.7	28.2	27.6	27.0	26.4	25.9	25.3	.....	.....	.....	Сплав N06600
29.1	28.8	28.3	27.7	27.1	26.4	26.0	25.3	.....	.....	.....	Сплав N10001
29.4	29.0	28.6	27.9	27.3	26.7	26.2	25.6	.....	.....	.....	Сплав N10665
											Чистый титан
13.3	12.6	11.9	11.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Классы 1, 2, 3 и 7

(продолжение следует)

Таблица С-6 (продолжение)
Модули эластичности, единицы измерения США, для металлов.

Материал	E = модуль эластичности, Msi (миллионов psi) при температуре, °F										
	-425	-400	-350	-325	-200	-100	70	200	300	400	
Алюминий и алюминиевые сплавы (номера UNS)											
Классы 443, 1060, 1100, 3003, 3004, 6061, 6063 (A24430, A91060, A91100, A93003, A93004, A96061, A96063)	11.4	....	....	11.1	10.8	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7
Классы 5052, 5154, 5454, 5652 (A95052, A95154, A95454, A95652)	11.6	....	....	11.3	11.0	10.7	10.2	9.7	9.4	8.9
Классы 356, 5083, 5086, 5456 (A03560, A95083, A95086, A95456)	11.7	....	....	11.4	11.1	10.8	10.3	9.8	9.5	9.0

Таблица С-8.
Модули эластичности, неметаллы¹

Описание материала	E _j ksi (73.4°F)	E _j МПа (23°C)
Термопластики (Замечание (2))		
Ацеталь	410	2,830
ABS, тип 1210	250	1,725
ABS, тип 1316	340	2,345
САВ	120	825
PVC, тип 1120	420	2,895
PVC, тип 1220	410	2,825
PVC, тип 2110	340	2,345
PVC, тип 2116	380	2,620
Хлорированный PVC	420	2,895
Хлорированный полиэфир	160	1,105
PE, тип 2306	90	620
PE, тип 3306	130	895
PE, тип 3406	150	1,035
Полипропилен	120	825
Поли(винилиден хлорид)	100	690
Поли(винилиден фторид)	94	1,340
Поли(тетрафторэтилен)	57	395
Поли(этиленпропилен фторид)	67	460
Поли(перфтороалкокси алкан)	100	690
Термореактивные смолы, аксиально армированные		
Эпоксидно-стеклянная, центробежно литая	1200-1900	8,275-13,100
Эпоксидно-стеклянная, свернутая нитью	1100-2000	7,585-13,790
Полиэстеро-стеклянная, центробежно литая	1200-1900	8-275-13,100
Полиэстеро-стеклянная, намотанная	800-1000	5,515-6,895
Другие		
Боросиликатное стекло	9800	67,570


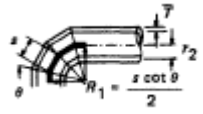
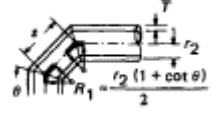

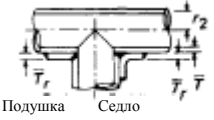
ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Для ссылок Сборника на это Приложение смотрите параграф А319.3.1. Эти данные приведены для использования в отсутствие более применимых данных. Ответственностью проектировщика является проверка пригодности материалов к планируемым условиям эксплуатации при указанной температуре.

(2). Модули эластичности, указанные для термопластиков, основаны на кратковременных испытаниях. Следует проконсультироваться с производителем, чтобы получить значения для использования при долговременных нагрузках.

ПРИЛОЖЕНИЕ D.
КОЭФФИЦИЕНТЫ ГИБКОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ.

Таблица D-300¹
 Коэффициент гибкости k и коэффициент увеличения напряжения j

Описание	Коэффициент гибкости, k	Коэффициент увеличения напряжения (Замечания (2), (3))		Характеристика гибкости, h	Схема
		Вне плоскости, j_o	В плоскости, j_i		
Сварной коленчатый патрубков или трубное колено (Замечания (2), (4)-(7))	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.75}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\bar{T} R_1}{r_2^2}$	
Компактное составное колено $s < r_2 (1 + \tan \theta)$ (Замечания (2), (4), (5), (7))	$\frac{1.52}{h^{5/8}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot \theta}{2} \left(\frac{\bar{T}}{r_2^2} \right)$	
Одинарное составное колено или широкое составное колено $s \geq r_2 (1 + \tan \theta)$ (Замечания (2), (4), (7))	$\frac{1.52}{h^{5/8}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot \theta}{2} \left(\frac{\bar{T}}{r_2^2} \right)$	
Сварной тройник согласно ASME B16.9 (Замечания (2), (4), (6), (11), (13))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$3.1 \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Усиленный сборный тройник с подушкой или седлом (Замечания (2), (4), (8), (12), (13))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{(\bar{T} + \frac{1}{2} \bar{T}_r)^{2.5}}{\bar{T}^{1.5} r_2}$	

Замечания к этой Таблице приведены на странице 244

ПРИЛОЖЕНИЕ D.
КОЭФФИЦИЕНТЫ ГИБКОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ.

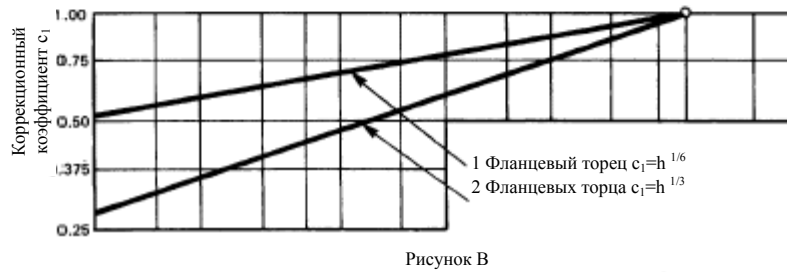
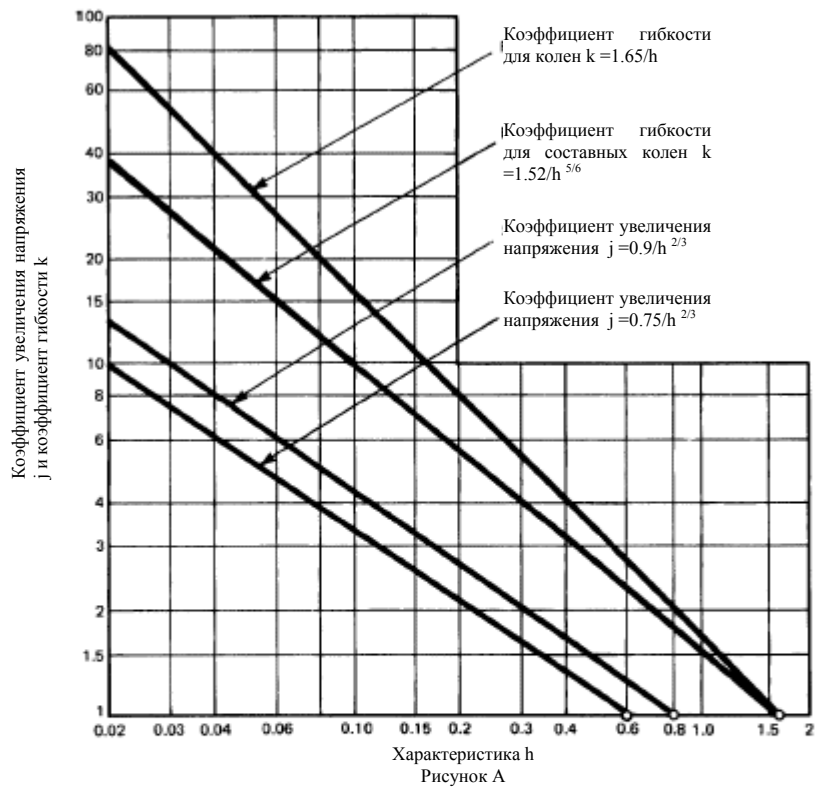
Таблица D-300¹ (продолжение)
Коэффициент гибкости k и коэффициент увеличения напряжения j

Описание	Коэффициент гибкости, k	Коэффициент увеличения напряжения (Замечания (2), (3))		Характеристика гибкости, h	Схема
		Вне плоскости, j_o	В плоскости, j_i		
Не усиленный сборный тройник (Замечания (2), (4), (12), (13))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{\bar{T}}{Q}$	
Штампованный сварной тройник с $r_c \geq 0.05 D_b$ $r_c < 1.5 \bar{T}$ (Замечания (2), (4), (13))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$\left(1 + \frac{Q}{r_i}\right) \frac{\bar{T}}{2}$	
Сварная контурная вставка (Замечания (2), (4), (11), (13))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4}i_o + \frac{1}{4}$	$3.1 \frac{\bar{T}}{Q}$	
Патрубковый приваренный фитинг (цельно усиленный) (Замечания (2), (4), (9), (12))	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$3.3 \frac{\bar{T}}{Q}$	

Описание	Коэффициент гибкости, k	Коэффициент увеличения напряжения, j (Замечание (1))
Стыковое сварное соединение, редуктор или сварная торцевая насадка	1	1.0
Съемный фланец с двойным сварным швом	1	1.2
Угловое сварное соединение или муфтовый сварной фланец или фитинг	1	Замечание (14)
Фланец соединения внахлестку (с заглушкой соединения внахлестку ASME B16.9)	1	1.6
Резьбовое трубное соединение или резьбовой фланец	1	2.3
Гофрированная прямая труба или гофрированное или складчатое колено (Замечание (10))	1	2.5

Замечания к этой Таблице приведены на странице 244

Таблица D-300¹ (продолжение)
 Коэффициент гибкости k и коэффициент увеличения напряжения j



Замечания к этой Таблице приведены на следующей странице

Таблица D-300 (продолжение)

02

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Данные по коэффициентам увеличения напряжения и коэффициентам гибкости, приведенные в Таблицы D300, приведены для использования в отсутствие более применимых данных (смотрите параграф 319.3.6). Их действительность была продемонстрирована для $d/\bar{T} \leq 100$.
- (2). Коэффициент гибкости k в Таблице применяется к изгибанию в любой плоскости. Коэффициенты гибкости k и коэффициенты увеличения напряжения j должны быть не меньше единицы; коэффициенты для скручивания равны единице. Оба коэффициента применяются к эффективной длине дуги (показанной как жирные осевые линии на рисунках) для искривленных колен и составных колен, а также применяются к точкам пересечения в тройниках.
- (3). Единый коэффициент увеличения равный $0.9/h^{2/3}$ может использоваться для i_j и i_0 при желании.
- (4). Значения k и j могут быть получены прямо из рисунка A при использовании характеристики h , рассчитанной по формулам, приведенным ниже. Условные обозначения в формулах следующие:
 \bar{T} = для коленчатых патрубков и составных колен, номинальная толщина стенки фитинга
 = для тройников, номинальная толщина стенки сопряженной трубы;
 T_C = толщина развилки патрубкового присоединения, измеренная в центре развилки, как показано на рисунках;
 \bar{T}_r = толщина подушки или седла;
 θ = половина угла между прилегающими осями составного колена;
 r_2 = средний радиус сопряженной трубы;
 R_1 = радиус гибки сварного коленчатого патрубка или трубного колена;
 r_x = смотрите определение в параграфе 304.3.4(c);
 s = расстояние в составном колене по осевой линии;
 D_b = внешний диаметр патрубка.
- (5). Когда фланцы крепятся к одному или обоим торцам, значения k и j в Таблице должны быть скорректированы с помощью коэффициентов c_1 , которые можно получить непосредственно из схемы B, зная вычисленную характеристику h .
- (6). Проектировщик предупреждается о том, что литые фитинги, приваренные встык, могут иметь значительно более тяжелые стенки, чем у трубы, с которой они будут использоваться. Большие ошибки могут возникнуть, если только не будет учтена эта более толстая толщина.
- (7). В тонкостенных коленчатых патрубках и трубных колена с тонкими стенками, давление может существенно повлиять на величину k и j . Чтобы скорректировать значения, полученные из Таблицы, разделите k на

$$\left[1 + 6 \left(\frac{\rho}{E} \right) \left(\frac{r_x}{\bar{T}} \right)^{3/2} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{1/2} \right]$$

разделите j на

$$\left[1 + 3.25 \left(\frac{\rho}{E} \right) \left(\frac{r_x}{\bar{T}} \right)^{3/2} \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{3/2} \right]$$

Для сохранения последовательности, используйте кПа и миллиметры для метрических единиц СИ и psi и дюймы для традиционных единиц США.

- (8). Когда $\bar{T}_r > 1/2 \bar{T}$, используйте $h = 4 \bar{T}/r_2$.
- (9). Проектировщик должен убедиться, что эта сборная конструкция имеет номинальный показатель по давлению, эквивалентный прямой трубе.
- (10). Показанные коэффициенты применяются к гибке. Коэффициент гибкости для скручивания равен 0.9.
- (11). Если $r_x \geq 1/8 D_b$ и $T_C \geq \bar{T}$, может использоваться характеристика гибкости $4.4 \bar{T}/r_2$.
- (12). Коэффициент увеличения напряжения вне плоскости (SIF) для редуторного патрубка с отношением диаметра трубы патрубка к диаметру напорной трубы $0.5 < d/D < 1.0$, может быть неконсервативным. Было показано, что гладкий вогнутый контур сварного шва снижает SIF. Выбор подходящего SIF является ответственностью проектировщика.
- (13). Коэффициенты увеличения напряжения для патрубков основаны на испытаниях с по крайней мере двумя диаметрами прямой напорной трубы с каждой стороны от осевой линии патрубка. Более плотно нагруженные патрубки могут потребовать особого рассмотрения.
- (14). 2.1 максимум или $2.1 \bar{T}/C_x$, но не меньше чем 1.3. C_x – это длина катета углового сварного шва (смотрите рисунок 328.5.2C). При неравных длинах катетов, используйте в роли C_x меньшую из них..

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ^{1, 2}

Стандарты, инкорпорированные в этот Сборник через ссылку, и наименования и адреса организаций-спонсоров приведены в этом Приложении. Непрактично ссылаться на определенное издание каждого стандарта в тексте Сборника; вместо этого особые даты ссылочных изданий приведены здесь. Последующие выпуски и изменения этих ссылочных стандартов и любые новые стандарты, инкорпорированные в этот Сборник, с помощью ссылок к приложениям к Сборнику, будут перечислены (после рассмотрения и принятия Комитетом по Сборнику) в последующих изменениях этого Приложения Е.

Компоненты обычно не маркируются так, чтобы указывать дату издания стандарта, в соответствии с которым он произведен. Следовательно, возможно, что некоторое изделие, взятое со склада, было произведено в соответствии с отмененным изданием, или издание еще не было одобрено Комитетом (потому что оно более поздней даты, чем та, что указана ниже и используется в данное время). Если соответствие особому изданию является требованием для запланированных условий эксплуатации, обычно будет необходимо указать это особое требование в спецификации заказа и соответственно идентифицировать компонент до тех пор, пока он не будет пущен в эксплуатацию.

Технические требования ASTM	Технические требования ASTM (продолжение)	Технические требования ASTM (продолжение)
A 20-96a	A 302-97	A 553-95
A 36-97a	A 307-97	A 563-94
A 47-90 (R1996)	A 312-95a	A 570-96
A 48-94a	A 320-97	A 571-84 (R1992)
	A 325-97	A 587-96
A 53-97	A 333-98	
	A 334-96	A 645-97
A 105-98	A 335-95a	
A 106-97a	A 350-97	A 671-96
A 126-95		A 672-96
A 134-96	A 351-94a	A 675-90a (R1995)
A 135-97	A 352-93 (R1998)	A 691-98
A 139-96	A 353-93	
	A 354-97	A 723-94 (R1999)
A 167-96	A 358-95a	
A 179-90a (R1996)	A 370-97a	A 789-95
A 181-95b	A 369-92	A 790-95
A 182-97c	A 376-96	A 815-94
A 193-97a	A 381-96	B 21-96
A 194-97	A 387-92 (R1997)	B 26-98
A 197-98	A 395-98	B 42-96
		B 43-96
A 202-97	A 403-98	B 61-93
A 203-97	A 409-95a	B 62-93
A 204-93	A 420-96a	B 68-95
A 210-96	A 426-92 (R1997)	B 75-97
	A 437-98	B 88-96
A 216-93 (R1998)	A 451-93 (R1997)	B 96-93
A 217-95	A 453-96	B 98-97
A 234-97	A 479-97a	
A 240-97a	A 487-93 (R1998)	B 127-98
	A 494-98	B 148-97
		B 150-95a
A 263-94a	A 508-95	
A 264-94a	A 515-92 (R1997)	B 152-97a
A 265-94a	A 516-90 (R1996)	B 160-93
A 268-96	A 524-98	B 161-93
A 269-96	A 530-98	B 162-93a
A 276-97	A 537-95	B 164-95
A 278-93		B 165-98
A 283-97		B 166-97a
A 285-90 (R1996)		B 167-98
A 299-97		

ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Технические требования ASTM	Технические требования ASTM (продолжение)	Технические требования ASTM (продолжение)
B 168-98	B 621-95a	D 3000-95a
B 169-95	B 622-98a	
B 171-95	B 625-95	D 3035-95
B 187-94	B 649-95	D 3139-98
B 209-96		D 3261-97
B 210-95	B 658-97	D 3309-96a
B 211-95a	B 675-96	
B 221-96	B 688-96	D 3517-96
B 241-96	B 690-96	D 3754-96
B 247-95a	B 705-94	D 3839-94a
B 265-95a	B 725-93	D 3840-94
	B 729-95	
B 280-97	B 804-96	D 4024-94
B 283-96		D 4161-96
	C 14-95	
B 333-98	C 301-98	D 5421-93
B 335-97	C 361-96	
B 337-95		E 112-96
B 338-98	C 582-95	E 114-95
B 345-96	C 599-91 (R1995)	E 125-63 (R1997)
		E 142-92
B 361-95	D 1527-96a	E 155-95e2
B 363-95	D 1600-98	E 165-95
B 366-98a	D 1694-95	E 186-98
B 381-97	D 1785-96b	E 213-93
		E 272-99
B 407-96	D 2104-96	E 280-98
B 409-96a	D 2235-96a	E 310-99
B 435-98a	D 2239-96a	E 446-98
B 443-99	D 2282-96a	
B 444-94	D 2241-96b	E 709-95
B 446-98	D 2310-97	F 336-92
	D 2321-95	F 423-95
B 462-97	D 2447-95	F 437-96a
B 463-98a	D 2464-96a	F 438-97
B 466-92a	D 2467-96a	F 439-97
B 464-93	D 2466-97	F 441/441M-97
B 467-88 (R1997)	D 2468-96	F 442/F 442M-97
B 491-95		F 491-95
B 493-83 (R1.993)	D 2513-98a	F 492-95
	D 2564-96a	F 493-97
B 514-95	D 2517-94	
B 517-98	D 2609-97	F 546-95
B 523-97	D 2657-97	F 599-95
B 547-95	D 2662-96a	F 781-95
B 550-97	D 2666-96a	F 1055-95a
	D 2672-96a	F 1290-93
B 551-97	D 2737-96a	F 1412-00
B 564-98a	D 2683-98	F 1545-97
B 574-98	D 2837-90	F 1673-95
B 575-98	D 2846-97	
B 581-97	D 2855-96	Стандарты ASCE
B 582-97	D 2992-96	
B 584-96	D 2996-95	ASCE 7-95
	D 2997-95	
B 619-98		
B 620-98a		

ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Сборники правил ASME	Технические требования API	Стандарты AWWA (продолжение)
Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME 1998 (A2000)	58, 1996	* C200-1991
* Раздел II, Часть D	5L, 41-ое издание., 1995	* C207-1994
* Раздел V	15LE, 3-е издание, 1995	C208-1996
* Раздел V III, Подраздел 1, 1998	15LR, 6-е издание, 1990	* C300-1997
* Раздел V III, Подраздел 2, 1998		* C301-1992
* Раздел VIII, Подраздел 3, 1998 (A1999)	Стандарты API	* C302-1995
* Раздел IX	* 526, 1995	* C500-1993
Стандарты ASME	594, 4-е издание, 1991	* C504-1994
B1.1-1989	599, 1994	* C900-1989
* B1.20.1-1983 (1992)	600, 1997	* C950-1995
B1.20.3-1976 (R1998)	602, 6-е издание., 1993	Документ CDA
B1.20.7-1991 (R1998)	603, 5-е издание, 1991	Справочник по медным трубкам, 1995
	608, 1995	Документ CGA
* B16.1-1998	609, 4-е издание, 1997	G-4.1-1996, 4-е издание
* B16.3-1999	Рекомендуемые практики API	Документ CSA
* B16.4-1999	RP 941, 5-е издание, 1997	2245.1-1998
* B16.5-1996 (A1998)	Стандарты ASNT	Документ EJMA
* B16.9-1993	SNT TC-1A-1996	Стандарты EJMA, 7-е издание, 2000a
* B16.10-1992	Стандарты ASQ	Документ ICBO
* B16.11-1996	Q 9000-1: 1994	Унифицированный сборник правил по строительству, 1997
* B16.14-1991	Q 9000-2: 1997	Стандартные практики MSS
* B16.15-1985 (R1994)	Q 9000-3: 1997	SP-6-1996
* B16.20-1993	Q 9001: 1994	SP-9-1997
* B16.21-1992	Q 9002: 1994	SP-25-1998
* B16.22-1995	Q 9003: 1994	SP-42-1999
* B16.24-1991 (R1998)	Стандарты AWS	SP-43-1991 (R1996)
* B16.25-1997	* A3.0-1994	SP-44-1996
* B816.26-1988	* A5.1-1991	SP-45-1998
* B16.28-1994	* A5.4-1992	SP-51-2000
* B816.34-1996 (A1998)	* A5.5-1996	SP-53-1999
* B816.36-1996	A5.9-1993	SP-55-1996
* B16.39-1988	A5.11-1997	* SP-58-1993
* B16.42-1998	A5.14-1997	SP-65-1999
* B16.47-1996	A5.22-1995	SP-70-1998
* B18.2.1-1999a	Стандарты AWWA	SP-71-1997
* B18.2.2-1987 (R1993)	* C110-1993	SP-72-1999
* B36.10M-1996	* C111-1995	
* B36.19M-1985 (R1994)	* C115-1994	
* B846.1-1995	* C150-1996	
* Американские национальные стандарты	* C151-1996	
A21.14-1984		
A21.52-1982		
B16.18-1984 (R1994)		
B93.11-1981		

ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

**Стандартные практики MSS
(продолжение)**

S P-75-1998
 S P-79-1999
 SP-80-1997
 S P-8 1- 1995
 SP-83-1995
 SP-85-1994
 SP-88-1993
 SP-95-2000
 SP-97-1995
 SP-105-1996
 SP-119-1996

**Технические требования NFPA
* 1963-1993****Стандарт PFI**

ES-7-1994 (R1994/RA2000)

SP-73-1991 (R1996)

Технический отчет PPI

TR-21-1974

Технические требования SAE

* J 513-1996
 * J 514-1996
 * J 518-1993

Документ NACE

Обзор данных по коррозии, 1985
 MR 0175-97
 RP 0170-93 (R1997)
 RP 0472-95

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Дата издания, следующая непосредственно за дефисом после номера стандарта (например, B16.8-1978, C207-1978 и A 47-77) является датой вступления в силу издания стандарта. Любой дополнительный номер, следующий за датой издания, перед которым идет буква "R" – это последняя дата повторного утверждения (например, C101-1967 (R1977)). Любой номер издания, перед которым идет буква "A" – это дата последнего принятого приложения (например, B16.36-1975 (A1979))
- (2). Звездочка (*) указывает на то, что стандарт был одобрен как Американский национальный стандарт Американским институтом национальных стандартов..

В Приложении Е указаны технические требования и стандарты следующих организаций:

API	American Petroleum Institute Publications and Distribution Section 1220 L Street, NW Washington, DC 20005-4070 202 682-8375 www.api.org	CDA	Copper Development Association, Inc. 260 Madison Avenue, 16th Floor New York, New York 10016 212 251-7200 или 800 232-3282 www.copper.org
ASCE	The American Society of Civil Engineers 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191-4400 703 295-6300 или 800 548-2723 www.asce.org	CGA	Compressed Gas Association, Inc. 1725 Jefferson Davis Highway; Suite 1004 Arlington, Virginia 22202-4102 703 412-0900 www.cganet.com
ASME	ASME International Three Park Avenue New York, New York 10016-5990 212 591-8500 или 800 843-2763 www.asme.org	CSA	CSA International 178 Rexdale Boulevard Etobicoke (Toronto), Ontario M9W 1R3, Canada 416 747-2620 или 800 463-6727 www.csa-international.org
ASME	Order Department 22 Law Drive Box 2900 Fairfield, New Jersey 07007-2300 973 882-1170 или 800 843-2763	EJMA	Expansion Joint Manufacturers Association 25 North Broadway Tarrytown, New York 10591 914 332-0040 www.ejma.org
ASNT	American Society for Nondestructive Testing, Inc. P.O. Box 28518 1711 Arlingate Lane Columbus, Ohio 43228-0518 614 274-6003 или 800 222-2768 www.asnt.org	ICBO	International Conference of Building Officials 5360 Workman Mill Road Whittier, California 90601-2298 562 692-4226 или 800 284-4406 www.icbo.org
ASQ	American Society for Quality 611 East Wisconsin Ave. Milwaukee, WI 53202 800-248-1946 www.asq.org	MSS	Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, Inc. 127 Park Street, NE Vienna, Virginia 22180-4602 703 281-6613 www.mss-ha.com
ASTM	American Society for Testing and Materials 100 Barr Harbor Drive West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959 610 832-9500 www.astm.org	NACE	NACE International 1440 S. Creek Drive Houston, Texas 77084 281 228-6200 www.nace.org
AWWA	American Water Works Association 6666 W. Quincy Avenue Denver, Colorado 80235 303 794-7711 или 800 926-7337 www.awwa.org	NFPA	National Fire Protection Association 1 Batterymarch Park Quincy, Massachusetts 02269 617 770-3000 или 800 344-3555 www.nfpa.org
AWS	American Welding Society 550 NW LeJeune Road Miami, Florida 33126 305 443-9353 или 800 443-9353 www.aws.org	PFI	Pipe Fabrication Institute 655-32nd Avenue, Suite 201 Lachine, Quebec H8T3G6 Canada 514 634-3434 www.pfi-institute.org

PPI Plastics Pipe Institute
1801 K Street NW; Suite 600K
Washington, DC 20006-1301
202 974-5318 или 800 541-0736
www.plasticpipe.org

SAE Society of Automotive Engineers
400 Commonwealth Drive
Warrendale, Pennsylvania 15096-0001
724 776-4970 или 800 832-6723
www.sae.org

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ К СПИСКУ ОРГАНИЗАЦИЙ: Некоторые из организаций, указанных выше, публикуют стандарты, которые были одобрены как Американские национальные стандарты. Копии этих Стандартов можно также получить в

ANSI American National Standards Institute, Inc.
11 West 42nd Street
New York, New York 10036
212 642-4900
www.ansi.org

ПРИЛОЖЕНИЕ F. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.

F300. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Это Приложение обеспечивает общее руководство для проектировщика в форме мер предосторожности, касающихся особых условий эксплуатации по технологической среде и применений трубопроводов. Эти меры предосторожности не являются требованиями Сборника, но должны учитываться в инженерном проекте в зависимости от применимости. Дальнейшую информацию по этим вопросам можно найти в литературе.

F301. ПРОЕКТНЫЕ УСЛОВИЯ.

На выбор давлений, температур, сил и других условий, которые могут применяться к проектированию трубопровода, могут влиять необычные требования, которые должны быть учтены в зависимости от применимости. Они включают в себя (но не ограничиваются перечисленным) следующее.

F301.4. Эффекты окружающей среды.

Когда технологическая среда может оказаться захваченной (например в двухседельных клапанах) и может подвергнуться нагреванию и последующему расширению, следует рассмотреть установку средств сброса давления, чтобы избежать создания избыточного давления.

F301.5. Динамические эффекты.

Гейзерование: эффект, который может возникнуть в трубопроводе, работающем со средами при температуре кипения или около нее при условиях, когда быстрое высвобождение пара в трубопроводе вызывает быстрый выхлоп жидкости. В таких случаях может быть развито предельное давление, которое будет разрушать трубопровод. (Гейзерование обычно связывают с вертикальными трубопроводами, но оно может возникнуть и в наклонных трубопроводах при некоторых условиях.)

F301.7. Эффекты термического расширения и сжатия.

Прогибание во время остывания: эффект, который может иметь место, обычно в горизонтальных трубопроводах, при закачке среды при температуре ее кипения или около нее и при скорости расхода, который позволяет образовываться слоистому двухфазовому потоку, который вызывает большие кольцевые температурные градиенты и, возможно, недопустимые напряжения на якоря, опоры, направляющие и в стенках трубы. (Двухфазный поток может также генерировать избыточные колебания

давления и предельные давления, которые могут повредить трубопроводу.)

F301.10. Термическая усталость на точках смешивания.

Следует обратить внимание на потенциальную опасность термической усталости на поверхностях, подверженных воздействию среды, когда происходит смешивание сред с различными температурами (например, холодные капли, падающие на стенку трубы, транспортирующую горячий газ.)

F310.11. Эффекты конденсации.

Когда имеется вероятность конденсации, происходящей внутри трубопровода с газообразной средой, следует учесть меры по обеспечению водоспуска из пониженных участков, чтобы избежать повреждения за счет гидравлического удара или коррозии.

F304. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДАВЛЕНИЮ.

F304.7. Проектирование по давлению других металлических компонентов.

F304.7.4. Раструбные стыки. Следующее является особыми моментами, которые должны быть рассмотрены и оценены проектировщиком при указании требований к раструбным стыкам в дополнение к общим правилам, указанным в Стандартах EJMA:

- (a). подверженность растрескиванию в результате коррозии, вызванной напряжением, материалов конструкции, с учетом конкретного состава сплава, метода производства и условий окончательной термической обработки;
- (b). учет не только свойств протекающей среды, атаке окружения, внешнего по отношению к раструбному соединению, и возможность конденсации или обледенения, в результате эксплуатации сильфонов при пониженной температуре
- (c). учет минимальной толщины сильфона или сгиба. Проектировщик предупреждается о том, что требование избыточной толщины сильфона может снизить усталостную долговечность раструбного стыка и увеличить торцевые реакции;
- (d). доступ к раструбному стыку для обслуживания и осмотра;
- (e). необходимость критериев герметичности против утечек для механических уплотнений на соединениях съемного типа;
- (f). требования к процедурам установки и транспортировки, и

требования к стропильным балкам, такие чтобы раструбный стык не растягивался, не сжимался и не смещался для компенсации неправильного выравнивания трубопровода, за исключением смещений, указанных проектировщиком трубопровода;

(g). необходимость запросить данные от производителя раструбного стыка, включая:

- (1). эффективную площадь осевого упора;
- (2). поперечную, осевую и вращательную жесткость (константа пружины);
- (3). рассчитанный расчетный срок службы при указанных проектных условиях;
- (4). силы трения в шарнирах, тяговых штангах и так далее;
- (5). длина и вес в установленном состоянии;
- (6). требования к дополнительной опоре или фиксаторам в трубопроводе;
- (7). элементы раструбного стыка, которые проектируются так, чтобы не иметь изоляции во время эксплуатации;
- (8). сертификация материалов конструкции, удерживающих давление и/или выполняющих функции ограничителей;
- (9). максимальное испытательное давление;
- (10). проектные расчеты.

F307. КЛАПАНЫ.

(a). Удлиненные крышечные клапаны рекомендуются там, где необходимо установить температурный перепад между набивкой штока клапана и средой в трубопроводе, чтобы избежать утечки из набивки и образования внешнего льда или других проблем с тепловым потоком. Клапан должен размещаться так, чтобы обеспечивать такой температурный перепад. Следует уделить внимание возможному сжатию набивки при низкотемпературных условиях эксплуатации.

(b). Эффект внешних нагрузок на функционирование клапана и герметичность против утечек также должен быть рассмотрен.

F308. ФЛАНЦЫ И ПРОКЛАДКИ.

F308.2. Особые фланцы.

Съемные фланцы. Необходимость вентилирования пространства между сварными швами в съемных фланцах с двойным сварным швом должна быть учтена для условий эксплуатации по технологической среде (включая вакуум), которые требуют проведения испытаний на утечку внутреннего углового сварного шва, или когда транспортируемая технологическая среда может диффундировать внутрь замкнутого пространства, приводя к возможным авариям.

F308.4. Прокладки.

(a). Материалы прокладки, не подверженные воздействию холодного потока, должны рассматриваться для использования с фланцами с рельефными гранями

для условий эксплуатации со средой при повышенных давлениях с температурами, существенно выше или ниже температуры окружающей среды.

(b). Использование полнолицевых прокладок с фланцами с плоскими гранями должно рассматриваться при использовании материалов прокладки, подверженных воздействию холодного потока, для условий эксплуатации при низком давлении и в вакууме при средних температурах. Когда такие прокладочные материалы используются в других условиях эксплуатации по технологической среде, следует рассматривать использование язычково-желобочных или других фланцевых торцовок, вмещающих в себя прокладку.

(c). Следует учитывать эффект полировки фланцевых торцов при выборе прокладочного материала.

F309. БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

F309.1. Общие положения.

Использование процедур контролируемого болтового крепления должно рассматриваться для условий эксплуатации при высоких, низких и циклических температурах и при условиях, включающих вибрацию или усталость, чтобы снизить:

- (a). потенциал утечки через соединение, вызванной дифференциальным термическим расширением;
- (b). возможность релаксации напряжений и потери болтового натяжения.

F312. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

F312.1. Общие положения.

Три главных элемента фланцевого соединения должны работать вместе, чтобы обеспечить герметичное соединение: фланцы, прокладка и болтовое крепление. Факторы, которые влияют на рабочие характеристики фланцевого соединения, включают в себя:

(a). *Выбор и конструкция дизайн.*

(1). учет условий эксплуатации (включая внешние нагрузки, изгибающие моменты и применение термоизоляции);

(2). номинальные показатели фланцев, тип, материал, торцовка и полировка поверхности торца фланца (смотрите параграф F308.2);

(3). тип, материал, толщина и конструкция прокладки (смотрите параграф F308.4);

(4). материал болтов и прочность болтов (холодная и при температуре) и требования к затягиванию болтов (смотрите параграф F309.1); и

(5). Конструкция доступа к соединению.

(b). *Установка.*

(1). состояние сопряженных фланцевых поверхностей ;

(2). выравнивание соединения и место прокладки перед затягиванием болтов, и

(3). применение указанных процедур болтового крепления.

F321. ОПОРА ТРУБОПРОВОДА.**F321.4. Износ трубопровода в точках опоры.**

Использование подушек или других средств трубопроводного крепления в точках опоры должно рассматриваться для трубопроводных систем, подверженных износу и потере металла стенок труб из-за относительного движения между трубой и ее опорами (например, из-за действия волн на технологических установках плавучих платформ).

F322. ПРОЕКТНЫЕ ФАКТОРЫ ДЛЯ ОСОБЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.**F322.6. Трубопроводы сброса давления.**

Запорные клапаны в трубопроводах сброса давления. Если запорные клапаны размещаются в трубопроводе сброса давления в соответствии с параграфом 322.6.1(a) и если любой из этих запорных клапанов должен закрываться, когда оборудование работает, должен присутствовать уполномоченный сотрудник. Уполномоченный сотрудник должен оставаться в месте, в котором можно наблюдать эксплуатационное давление, и должен иметь доступ к средствам сброса давления системы, в случае создания избыточного давления. Перед покиданием места наблюдения, уполномоченный сотрудник должен заблокировать или герметизировать запорные клапаны в открытом положении.

F323. МАТЕРИАЛЫ.

(a). Выбор материалов для сопротивления разрушению во время эксплуатации находится вне сферы действия этого Сборника. Однако, пригодные материалы должны быть указаны или выбраны для использования в трубопроводной системе и связанных с нею мощностях, не охватываемых этим Сборником, но которые будут влиять на безопасность трубопровода. Следует уделить внимание допускам, сделанным на температурные эффекты и эффекты давления реакций процесса, на свойства продуктов реакции или разложения и на опасности, вызываемые нестабильностью технологических сред. Следует обратить внимание на использование лакировки, облицовки или других защитных материалов, чтобы снизить эффекты коррозии, эрозии и абразивного истирания.

(b). Информацию по рабочим свойствам материалов в коррозионных условиях можно найти в публикациях, таких как "Обзор данных по коррозии", опубликованный Национальной ассоциацией инженеров защиты от коррозии.

F323.1. Общие вопросы.

Следующее является общими вопросам, требующими рассмотрения, которые должны быть оценены при выборе и применении материалов в трубопроводах (смотрите также параграф FA323.4):

(a). возможность воздействия трубопровода действием огня и температуре плавления, температуре разрушения,

потере прочности при повышенных температурах и горючести трубопроводного материала при таких условиях;

(b). подверженность хрупкому разрушению или аварии в результате термического удара трубопроводного материала, подверженного воздействию огня или мер борьбы с огнем, и возможные опасности фрагментации материала в результате аварии;

(c). способность термической изоляции защищать трубопровод от аварий в случае воздействия огнем (например ее стабильность, сопротивляемость огню и способность оставаться на месте во время пожара);

(d). подверженность трубопроводного материала щелевой коррозии под подкладочными кольцами, в резьбовых соединениях, в муфтовых сварных соединениях и в других неподвижных, ограниченных участках;

(e). возможность неблагоприятных электролитических эффектов, если металл подвергается контакту с непохожим металлом;

(f). совместимость смазки или герметиков, использованных на резьбе, с условиями эксплуатации по технологической среде;

(g). совместимость набивки, уплотнений и уплотнительных колец с условиями эксплуатации по технологической среде;

(h). совместимость материалов, таких как клеи, растворители, мягкий припой и материалы для пайки твердым припоем с условиями эксплуатации по технологической среде;

(i). замораживающий эффект неожиданной потери давления на высоколетучих жидкостях, как фактор при определении наименьшей ожидаемой эксплуатационной температуры;

(j). возможность аварии опор трубопровода, возникающих из-за воздействия низкими температурами (которые могут сделать опоры хрупкими) или высокими температурами (которые могут ослабить их);

(k). совместимость материалов, включая герметики, прокладки, смазки и изоляцию, используемых с технологической средой, являющейся сильным окислителем (например, кислород или фтор).

F323.4. Особые вопросы, касающиеся материалов – металлы.

Следующее является особыми вопросам, которые должны быть оценены при применении некоторых металлов в трубопроводах.

(a). *Чугун – литой, ковкий и с высоким содержанием кремния (14.5%).* Их недостаточная пластичность и их чувствительность к термическим и механическим ударам.

(b). *Углеродистая сталь, и низколегированные и среднелегированные стали.*

(1). возможность охрупчивания при работе с щелочной или сильно едкими средами;

(2). возможность перехода карбидов в графит во время длительной подверженности температурам выше 427°C (800°F) углеродистых сталей, простых никелевых сталей, углеродисто-марганцевых сталей, марганцево-ванадиевых сталей и углеродисто-кремневых сталей;

(3). возможный переход карбидов в графит во время длительной подверженности температурам выше 468°C (875°F) углеродисто-молибденовых сталей, марганцево-молибденово-ванадиевых сталей и хромово-ванадиевых сталей;

(4). преимущества углеродистых сталей, раскисленных кремнием (0.1% кремния минимум) при температурах выше 482°C (900°F);

(5). возможность разрушения из-за влияния водорода при повышенных температурах (смотрите API RP 941); водородное разгерметизация (пузырение) может иметь место при более низких температурах при воздействии жидких кислотных растворов¹;

(6). возможность растрескивания в результате коррозии, вызванной напряжением, под влиянием цианидов, кислот, кислых солей или влажного сероводорода; обычно указывается максимальный предел твердости (смотрите NACE MR 0175 и RP 0472)¹;

(7). возможность сульфидации в присутствии сероводорода при повышенных температурах.

(c). *Высоколегированные (нержавеющие) стали.*

(1). возможность растрескивания из-за коррозии, вызванной напряжением, аустенитных нержавеющей сталей, подверженных воздействию такой среды, как хлориды и другие галогениды, изнутри или снаружи; последнее может происходить из-за неправильного выбора или применения термической изоляции или из-за использования маркерных чернил, красок, ярлыков, лент, агдезивов или других вспомогательных материалов, содержащих хлориды или другие галогениды.

(2). подверженность интеркристаллитной коррозии аустенитных нержавеющей сталей, сенсibilизированных температурами от 427°C до 871°C (от 800°F до 1600°F); например, растрескивание из-за коррозии, вызванной напряжением, сенсibilизированного металла при комнатной температуре, с помощью полиитионической кислоты (реакция окисляемого серного вещества, воды и воздуха); стабилизированные или низкоуглеродистые классы стали могут обеспечивать улучшенную сопротивляемость (смотрите NACE RP 0170)¹;

(3). подверженность интеркристаллитной атаке аустенитных нержавеющей сталей, находящихся в контакте с жидкими металлами (включая алюминий, сурьму, висмут, кадмий, галлий, свинец, магний, олово и цинк) или веществам с их содержанием;

(4). хрупкость ферритных нержавеющей сталей при комнатной температуре после использования при температурах выше 371°C (700°F).

(d). *Никель и сплавы на основе никеля.*

(1). подверженность атакам по границе зерна никеля и сплавов на основе никеля, не содержащих хрома, при воздействии небольших количеств серы при температурах выше 316°C (600°F);

(2). подверженность атакам по границе зерна никеля и сплавов на основе никеля, содержащих хром, при воздействии небольших количеств серы, при температурах выше 593°C (1100°F), при восстанавливающих условиях и выше 760°C (1400°F) при окисляющих условиях;

(3). возможность растрескивания под действием коррозии, вызванной напряжением, никелемедного сплава 400 в парах фтороводородной кислоты в присутствии воздуха, если сплав находится под высоким напряжением (включая остаточные напряжения от формовки или сварки).

(e). *Алюминий и алюминиевые сплавы.*

(1). совместимость с алюминием резьбовых составов, используемых в алюминиевых резьбовых соединениях, чтобы избежать задиранья и металлоистирания;

(2). возможность коррозии из-за бетона, строительного раствора, извести, штукатурки или других щелочных материалов, используемых при строительстве;

(3). подверженность сплавов с номерами 5083, 5086, 5154 и 5456 шелушению или интеркристаллитной атаке; верхний температурный предел 66°C (150°F), показанный в Приложении А, установлен, чтобы избежать такого разрушения.

(f). *Медь и медные сплавы.*

(1). возможность децинкофикации латунных сплавов;

(2). подверженность растрескиванию под действием коррозии, вызванной напряжением, сплавов на основе меди, подверженных влиянию таких сред, как аммиак или аммиачные составы,

(3). возможность образования нестабильного ацетилида при контакте с ацетиленом.

(g). *Титан и титановые сплавы.* Возможность разрушения титана и его сплавов при температуре выше 316°C (600°F).

(h). *Цирконий и циркониевые сплавы.* Возможность разрушения циркония и его сплавов при температуре выше 316°C (600°F).

(i). *Тантал.* При температуре выше 299°C (570°F) возможность реакции тантала со всеми газами, за исключением инертных газов. При температуре ниже 299°C возможность хрупкости тантала за счет образующегося (моноатомного) водорода (но не молекулярного водорода). Образующийся водород производится за счет гальванической реакции или как продукт коррозии при воздействии некоторых химических веществ.

(j). *Металлы с улучшенными свойствами.* Возможная потеря прочности в материале, чьи свойства были улучшены за счет термической обработки, во время длительного воздействия температурами выше температуры их закалки.

(k). Желательность указания некоторой степени испытания продукта на ударную вязкость в дополнение к квалификационным испытаниям сварочной процедуры при использовании материалов с

¹ Названия ссылок документов следующие:

API RP 941. Стали для использования с водородом при повышенных температурах и давлениях на нефтеперерабатывающих заводах и нефтехимических заводах

NACE MR 0175. Металлические материалы, устойчивые к коррозии, вызываемой растрескиванием под действием сульфидных напряжений, для оборудования нефтяных месторождений

NACE RP 0472. Методы и способы контроля для предупреждения растрескивания сварных швов в углеродистой стали (P-1) во время эксплуатации в коррозионно-агрессивных условиях нефтепереработки

NACE RP 0170. Защита аустенитной нержавеющей стали на нефтеперерабатывающих производствах от растрескивания под воздействием коррозии, вызванной напряжением, с помощью нейтрализующих растворов во время остановок

ограниченным опытом эксплуатации при низких температурах ниже минимальной температуры, указанной в Таблице А-1.

F331. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

F331.1. Вопросы термической обработки.

Температуры термической обработки, указанные в Таблице 331.1.1. для некоторых материалов с Р-номерами 4 и 5, могут быть выше, чем минимальные температуры закалки, указанные в технических требованиях ASTM к базовому материалу. Для более прочных нормализованных и закаленных материалов имеется, следовательно, вероятность снижения способностей к растяжению базового материала, особенно если используются длительные выдержки при более высоких температурах.

F335. СБОРКА И МОНТАЖ.

F355.9. Очистка трубопровода.

Следующее является общими вопросами, которые могут быть оценены при определении потребности в очистке трубопровода:

- (а). требования эксплуатации, включая возможные загрязняющие вещества и продукты коррозии во время изготовления, сборки, хранения, монтажа и испытания;
- (б). для низкотемпературных условий эксплуатации, удаление влаги, масла, жира и других загрязняющих веществ, чтобы предотвратить склеивание клапанов или блокировку трубопровода и маленьких полостей, и

(с). для условий эксплуатации с сильной окислительной средой (например, кислородом или фтором), особая очистка и осмотр. Можно сделать ссылку на Документ G-4.1 "Оборудование для чистки для эксплуатации с кислородом" Ассоциации сжатых газов.

FA323.4. Вопросы в отношении материалов – неметаллы.

Следующее является некоторыми вопросами, которые должны быть оценены, при использовании неметаллов в трубопроводах. Смотрите также параграфы F323 и F323.1.

(а). *Статические заряды.* Из-за возможности образования опасных электростатических зарядов в неметаллических трубопроводах и металлических трубопроводах, облицованных неметаллами, следует уделить внимание заземлению металлических компонентов таких систем, транспортирующих непроводящие среды.

(б). *Термопластики.* Если трубопровод из термопластика используется над поверхностью земли с сжатым воздухом или другими сжатыми газами, следует соблюдать особые меры предосторожности. При определении потребности в мерах безопасности для таких условий эксплуатации, необходимо оценить энергетику и специфические механизмы возникновения аварий. Можно рассмотреть заключение пластикового трубопровода в кожух из небьющегося материала.

(с). *Боросиликатное стекло.* Примите во внимание его недостаточную пластичность и чувствительность к термическому или механическому удару.

ПРИЛОЖЕНИЕ G. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.

G300. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ.

(a). Меры безопасности – это обеспечение защитных мер и средств для минимизации риска случайного ущерба трубопроводной системе и минимизации вредных последствий возможных аварий трубопровода.

(b). В большинстве случаев, меры безопасности, исходно существующие в производственной установке (трубопровод, схема трубопровода и практика его эксплуатации) являются достаточными и не требуют дополнительных мер безопасности. В некоторых случаях, между тем, требуется обеспечение инженерных мер безопасности.

(c). Приложение G дает общее представление о вопросах, касающихся выбора и использования мер безопасности. Когда принятие мер безопасности является требованием этого Сборника, необходимо рассматривать только те меры безопасности, которые будут пригодными и эффективными для целей и функций, указанных в Сборнике, или очевидными из анализа установки, проведенного проектировщиком.

G3001.1. Обще вопросы.

При оценке проекта трубопроводной установки для определения того, какие меры безопасности могут существовать или являются необходимыми, следует рассмотреть следующее:

(a). опасные свойства среды, рассматриваемые при самой тяжелой комбинации температуры, давления и состава в диапазоне ожидаемых эксплуатационных условий;

(b). количество среды, которая может быть выброшена в результате аварии трубопровода, рассматриваемое по отношению к окружающей среде, при этом возможные опасности ранжируются от крупных выбросов иначе неопасных сред до небольших утечек токсичных сред;

(c). ожидаемые условия в окружающей среде, оцениваемые по их возможному влиянию на опасности, вызванные возможной аварией трубопровода. Это включает в себя рассмотрение экстремумов температуры окружающего воздуха или поверхности, степень вентиляции, близость оборудования с огневым подвом теплоты, и так далее;

(d). вероятный масштаб поражения персонала, проводящего эксплуатацию, сервисное обслуживание трубопровода, и другого персонала, а также вероятные источники ущерба для трубопровода (непосредственные и опосредованные причины);

(e). вероятную потребность в заземлении статических электрических зарядов, чтобы предотвратить воспламенение огнеопасных паров;

(f). безопасность, присущая трубопроводу в силу свойств материалов конструкции, методов соединения и истории эксплуатационной надежности.

G300.2. Меры безопасности за счет схемы размещения и эксплуатации завода.

Репрезентативные свойства схемы размещения и эксплуатации завода, которые могут быть оценены и селективно использованы как меры безопасности, включают в себя:

(a). свойства схемы размещения завода, такие как технологическое оборудование на открытом воздухе; разнесение на расстояние и изоляция опасных участков; уклон и дренаж; буферные участки между заводскими мощностями и населенными районами, или контроль за доступом на завод;

(b). защитные установки, такие как системы противопожарной защиты; баррикады или щиты; вентиляция, оборудованная для удаления коррозионных или огнеопасных паров; контрольно-измерительные приборы для дистанционного наблюдения и контроля; мощности по хранению и/или восстановлению, или мощности (например, мусоросжигательная печь) для аварийной утилизации опасных материалов;

(c). практики эксплуатации, такие как ограниченный доступ к производственным участкам; система допусков к работе для опасных видов работ; или специальное обучение эксплуатационных, сервисных и аварийных бригад;

(d). средства для безопасного удаления сред, выброшенных во время работы устройств по сбросу давления, продувки, очистки и так далее;

(e). процедуры для пуска, останова и управления эксплуатационными условиями, такие как постепенное повышение давления или снижение давления, и постепенный нагрев или охлаждение, чтобы минимизировать вероятность аварий трубопровода, например, хрупкого разрушения.

G300.3. Инженерные меры безопасности.

Инженерные меры безопасности, которые могут оцениваться и селективно использоваться, чтобы обеспечить дополнительные меры безопасности, включают:

(a). средства для защиты трубопровода от возможных аварий, таких как:

(1). термическая изоляция, щиты или системы управления процессом для защиты от

избыточно высоких или низких температур и термического удара;

(2). оружие, охранники, баррикады или другие меры защиты от механического нападения;

(3). демпфирование или стабилизация процесса или динамики потока среды, чтобы исключить или минимизировать, или защититься от разрушительных нагрузок (например, сильная вибрационная пульсация, циклические условия эксплуатации).

(b). средства для защиты людей и собственности от вредных последствий возможных аварий трубопровода, такие как сбор и безопасная утилизация среды с вытекшей

помощью экранов для фланцевых соединений, крышек клапанов, измерительных приборов или смотровых окошек; или для всей системы, если она сделана из хрупкого материала; ограничение количества или скорости вытекающей среды с помощью автоматических быстродействующих запорных клапанов или клапанов избыточного потока, дополнительных запорных вентилей, сопел, ограничивающих поток, или автоматического останова источника давления; ограничение количества среды, находящейся в технологическом процессе за раз, когда это возможно.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ПАТРУБКОВ.

H300. ВВЕДЕНИЕ.

Следующие примеры предназначены для того, чтобы проиллюстрировать применение правил и определений, данных в параграфе 304.3.3 для сварных патрубковых соединений. (Метрические эквиваленты не приведены).

H301. ПРИМЕР 1.

Напорная труба (коллектор) размером NPS 8 в нефтяной трубопроводной системе имеет патрубок размером NPS 4 под прямыми углами (смотрите рисунок H301). Обе трубы являются бесшовными Регламента 40 Класса А согласно API 5L. Проектные условия – 300 psig при 400°F. Угловые сварные швы на разветвлении имеют минимальный размер в соответствии с параграфом 328.5.4. Допуск на коррозию указан как 0.10 дюйма. Требуется ли дополнительное усиление:

Решение:

Из Приложения А, $S=16.0$ ksi для Класса А согласно API 5L (Таблица А-1); $E=1.00$ для бесшовных труб API 5L (Таблица А-1В).

$$T_h = 0.322 (0.85) = 0.282 \text{ дюйма}$$

$$T_b = 0.237 (0.85) = 0.207 \text{ дюйма}$$

$$L_4 = 2.5 (0.282 - 0.1) = 0.455 \text{ дюйма или } 2.5 (0.207 - 0.1) + 0 = 0.268 \text{ дюйма в зависимости от того, какая из этих величин будет больше, то есть } = 0.268 \text{ дюйма}$$

$$d_1 = (4.5 - 2 (0.207 - 0.1)) / \sin 90 = 4.286 \text{ дюйма}$$

$$d_2 = (0.207 - 0.1) + (0.282 - 0.1) + 4.286 / 2 = 2.432 \text{ дюйма}$$

Используйте большую величину из d_1 и d_2 .

$$d_1 = 4.286 \text{ дюйма.}$$

$$t_r = \frac{300 (8.625)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (300)} = 0.080$$

дюйма;

$$t_r = \frac{300 (4.500)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (300)} = 0.042$$

дюйма;

$t_c = 0.7 (0.237) = 0.166$ дюйма или 0.25 в зависимости от того, какая величина будет меньше

$$t_c = 0.1666 \text{ дюйма.}$$

Минимальный размер катета углового сварного шва = $0.166 / 0.707 = 0.235$ дюйма;

Таким образом, требуемая площадь равна

$$A_1 = 0.080 (4.286) (-\sin 90) = 0.343 \text{ квадратных дюйма.}$$

Площадь усиления в стенке напорной трубы

$$A_2 = 4.286 (0.282 - 0.08 - 0.10) = 0.437 \text{ квадратных дюйма.}$$

Площадь усиления в стенке трубы патрубка

$$A_3 = 2 (0.268)((0.207 - 0.042) - 0.10) = 0.035 \text{ квадратных дюйма}$$

Площадь усиления в сварных швах патрубка

$$A_4 = 2 (1/2) (0.235)^2 = 0.055 \text{ квадратных дюйма.}$$

Общая площадь усиления = 0.527 квадратных дюймов.

Это больше, чем 0.343 квадратных дюйма, таким образом, дополнительное усиление не требуется для того, чтобы выдерживать внутреннее давление.

H302. ПРИМЕР 2.

Имеется патрубок размера NPS 8 под прямыми углами, присоединенный к коллектору размера NPS 12 (рисунок H301). И напорная труба, и патрубок

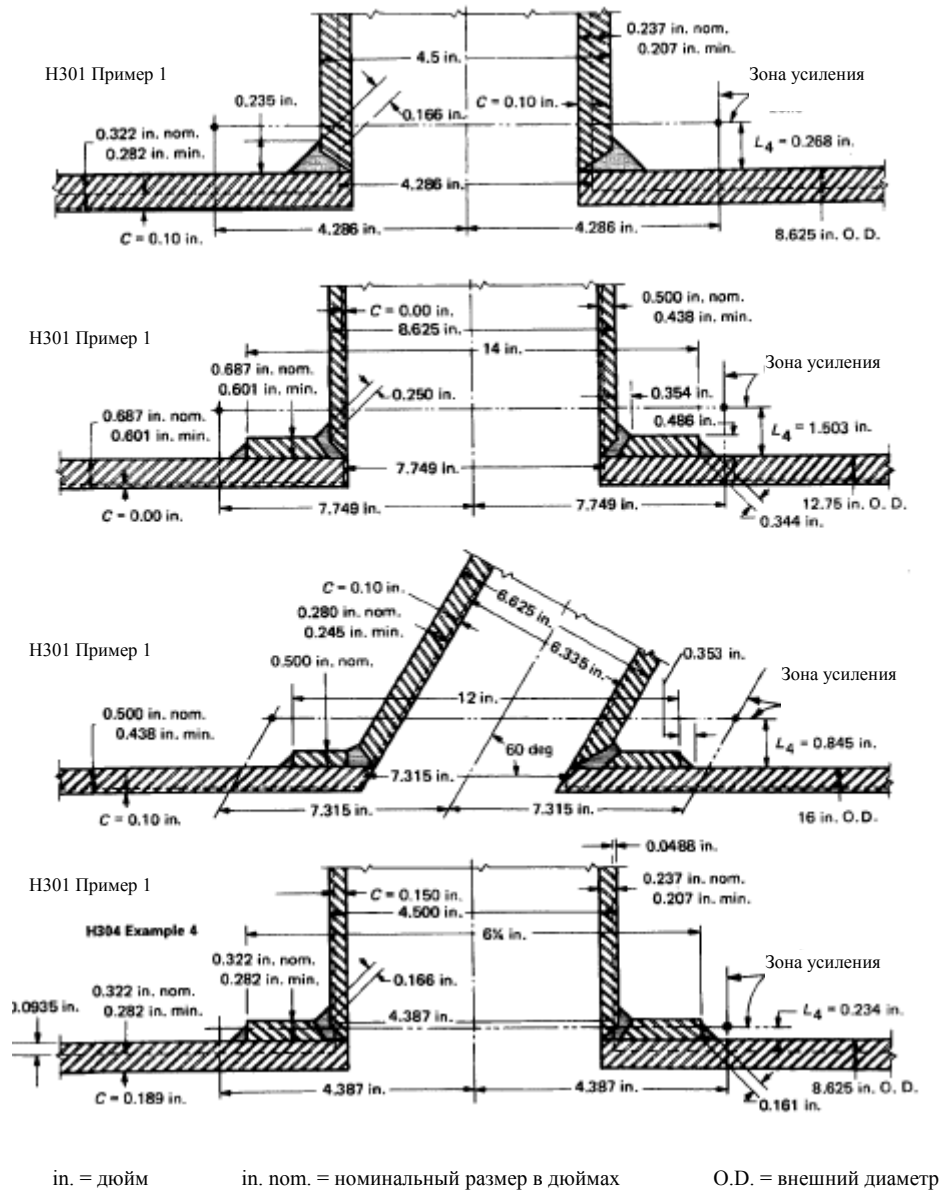


Рисунок H301. Иллюстрации для примеров в Приложении H.

сделаны из алюминиевого сплава, Регламент 80, ASTM В 241 6061-Т6, бесшовные. Патрубок усилен кольцом с внешним диаметром 14 дюймов (измерен вдоль напорной трубы), вырезанным из бесшовной трубы размером NPS 12, Регламент 80, ASTM В 241 6063-Т6, и слегка открытым, чтобы садиться на напорную трубу. Допустимые напряжения для сварной конструкции применяются в соответствии с Приложением А, Замечание (33). Угловые сварные швы имеют минимальные размеры, допускаемые, согласно параграфу 328.5.4. Указан нулевой допуск на коррозию. Каково максимальное допустимое расчетное давление, если расчетная температура равна -320°F?

Решение:

Из Таблицы А-1, S = 8.0 ksi для Класса 6061-Т6 (сварной) трубы и S = 5.7 ksi для класса 6063-Т6 (сварной) подушки при температуре для обеих -320°F. Если Таблицы А-1В, E = 1.00 для ASTM В 241.

Размеры катетов сварных швов:

$$\frac{t_c}{0.707} = \frac{0.250}{0.707} = 0.354 \text{ дюймов};$$

$$\frac{0.5 (0.687)}{0.707} = 0.486 \text{ дюймов};$$

$T_h = 0.687 (0.875) = 0.601 \text{ дюйма};$
 $T_b = 0.500 (0.875) = 0.438 \text{ дюйма};$
 $T_r = 0.687 (0.875) = 0.601 \text{ дюйма};$
 $L_4 = 2.5 (0.601 - 0.00) = 1.530 \text{ дюйма}.$

(Это меньше, чем $2.5 (0.438 - 0.00) + 0.601 = 1.695 \text{ дюйма}$)

$$d_1 = d_2 = 8.625 - 2(0.438-0.00) = 7.749 \text{ дюйма};$$

$$t_h = \frac{12.75 P}{2(8000) (1.00) + 2(0.4) (P)}$$

$$t_b = \frac{8.625 P}{2(8000) (1.00) + 2(0.4) P}$$

Используя символ

$$q = \frac{P}{16,000 + 0.8P}$$

Мы может кратко записать:

$$t_h = 12.75q \text{ и } t_b = 8.625q.$$

Требуемая площадь :

$$A_1 = 7.749 t_h = 98.80q ;$$

Площадь усиления в стенке напорной трубы:
 $A_2 = 7.749 (0.601 - 12.75q - 0.00) = 4.657 - 98.80q;$

Площадь усиления в стенке патрубка:

$$A_3 = 2 (1.503) (0.438-8.625q - 0.00) = 1.317 - 25.93q;$$

Площадь усиления в кольце:

$$A_4 = 0.601 (14-8.265)(5700/8000) = 2.302.$$

Площадь усиления в угловых сварных швах:

$$A_4 = 2 (1/2) (0.354)^2 + 2 (1/2) (0.486)^2 = 0.362.$$

Общая площадь усиления = $8.638-124.73q.$

При максимально допустимом нормальном эксплуатационном давлении требуемая площадь и площадь усиления равны, таким образом:

$$98.80q = 8.638 - 124.73q$$

$$223.53q = 8.638$$

$$q = 0.0386$$

Но также:

$$q = \frac{P}{16,000 + 0.8P}$$

Таким образом:

$$P = 0.0386 (16,000 + 0.8P) = 618.3 + 0.0309P$$

$$0.961P = 618.3$$

$$P = 643.1 \text{ psig},$$

которое является максимальным допустимым расчетным давлением.

H303. ПРИМЕР 3.

Патрубок размером NPS 6, Регламент 40, имеет ось под углом 60 градусов к оси напорной трубы (коллектора) размером NPS 16 Регламент 40 в нефтяной трубопроводной системе (рисунок H301). Обе трубы являются бесшовными класса А по API 5L. Патрубок усилен кольцом с внешним диаметром 12 дюймов (измеренным вдоль напорной трубы), сделанным из пластины толщиной 1/2 дюйма класса С по ASTM А 285. Все угловые сварные швы эквивалентны угловым сварным швам 45 градусов с катетами 3/8 дюйма. Допуск на коррозию = 0.10 дюйма. Расчетное давление равно 500 psig при 700°F. Адекватен ли такой проект для внутреннего давления?

Решение.

Из Приложения А, $S = 14.4 \text{ ksi}$ для Класса А API 5L и Класса С ASTM А 285 (Таблица А-1); $E = 1.00$ для бесшовных труб по API 5L (Таблица А-1В).

$$\begin{aligned} T_h &= 0.500 (0.875) = 0.438 \text{ дюйма;} \\ T_b &= 0.280 (0.875) = 0.245 \text{ дюйма;} \\ T_r &= 0.500 \text{ дюйма;} \\ L_4 &= 2.5 (0.245 - 0.10) + 0.500 = 0.8625; \end{aligned}$$

Это больше чем $2.5 (0.438 - 0.10) = 0.845$ дюйма.

$$\begin{aligned} t_h &= \frac{500 (16)}{2(14,400) (1.00) + 2(0.4) (500)} = 0.274 \text{ дюйма;} \\ t_b &= \frac{500 (6.625)}{2(14,400) (1.00) + 2(0.4) (500)} = 0.113 \text{ дюйма;} \\ d_2 &= d_1 = \frac{6.625 - 2(0.245 - 0.10)}{\sin 60 \text{ deg}} = \frac{6.335}{0.866} = 7.315 \end{aligned}$$

дюйма;

Требуемая площадь:

$$A_1 = (0.274)(7.315)(2 - 0.866) = 2.27 \text{ квадратных дюйма.}$$

Площадь усиления в стенке напорной трубы:

$$A_2 = 7.315 (0.438 - 0.274 - 0.10) = 0.468 \text{ квадратных дюйма;}$$

Площадь усиления в стенке патрубка

$$A_3 = 2 \left(\frac{0.845}{0.866} \right) (0.245 - 0.113 - 0.10) = 0.062 \text{ квадратных дюйма;}$$

Площадь усиления в кольце:

$$A_4 = 0.500 \left(12 - \frac{6.625}{0.866} \right) = 2.175 \text{ квадратных дюйма}$$

Площадь усиления в угловых сварных швах:

$$A_4 = 4 (1/2)(3/8)^2 = 0.281 \text{ квадратных дюйма.}$$

Общая площадь усиления = 2.986 квадратных дюйма.

Общая площадь больше 2.27 квадратных дюйма, поэтому не требуется никакого дополнительного усиления.

H304. ПРИМЕР 4.

Напорная труба (коллектор) размера NPS 8 в нефтяной трубопроводной системе имеет патрубок размера NPS 4 под прямыми углами (рисунок H301). Обе трубы являются бесшовными Регламента 40 Класса А по API 5L. Расчетные условия – 350 psig при 400°F. Предполагается, что трубопроводная система будет оставаться в эксплуатации до тех пор, пока вся толщина металла, и на патрубке, и на напорной трубе, которая превышает толщину, требуемую, согласно уравнению (3а) в параграфе 304.1.2 не будет корродирована так, что площадь A_2 , как определено в параграфе 304.3.3(с)(1), станет равной нулю. Какое усиление требуется для такого присоединения?

Решение:

Из Приложения А, $S = 16.0 \text{ ksi}$ для Класса А API 5L (Таблица А-1); $E = 1.00$ для бесшовных труб API 5L (Таблица А-1В).

$$t_h = \frac{350 (8.625)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (350)} = 0.0935 \text{ дюйма;}$$

$$t_b = \frac{350 (4.500)}{2(16,000) (1.00) + 2(0.4) (350)} = 0.0488 \text{ дюйма;}$$

$$d_1 = 4.500 - 2 (0.0488) = 4.402 \text{ дюйма;}$$

Требуемая площадь усиления:

$$A_1 = 0.0935 (4.402) = 0.412 \text{ квадратных дюйма;}$$

Попытаемся рассчитать только угловые сварные швы:

$$L_4 = 2.5 (0.0935) = 0.234 \text{ дюйма или } 2.5 (0.0488) = 0.122 \text{ дюйма.}$$

Используем 0.122 дюйма.

Из-за ограничения на высоту, в зоне усиления, ни один практически возможных размеров угловых сварных швов не будет давать

достаточной площади усиления; следовательно, это присоединение должно быть дополнительно усилено. Попробуем использовать усилительное кольцо с внешним диаметром 6 1/4 дюйма (измеренным вдоль напорной трубы). Предположим, что кольцо будет вырезано из куска бесшовной трубы размера NPS 8 Регламента 40 Класса А по API 5L и будет приварено к присоединению с помощью угловых сварных швов минимального размера.

Минимальная толщина кольца:

$$T_r = 0.322 (0.875) = 0.282 \text{ дюйма};$$

$$\text{Новое } L_4 = 0.25 (0.0488) + 0.282 = 0.404 \text{ дюйма или}$$

$$2.5 (0.0925) = 0.234 \text{ дюйма.}$$

Используем 0.234 дюйма.

Площадь усиления в кольце (учитывая только толщину в пределах L_4):

$$X_1 = 0.234 (6.25 - 4.5) = 0.410 \text{ квадратных дюйма.}$$

$$\text{Длина катета сварного шва} = \frac{0.5(0.322)}{0.707} = 0.228 \text{ дюйма.}$$

Площадь усиления в угловых сварных швах:

$$X_2 = 2 (1/2)(0.228)^2 = 0.052 \text{ квадратных дюйма.}$$

Общая площадь усиления:

$$A_4 = X_1 + X_2 = 0.462 \text{ квадратных дюйма.}$$

Эта общая площадь усиления больше, чем требуемая площадь; следовательно, усилительное кольцо с внешним диаметром 6 1/4 дюйма, вырезанное из куска бесшовной трубы размером NPS 8 Регламента 40 Класса А по API 5L и приваренное к присоединению, с помощью угловых сварных швов минимального размера, будет обеспечивать адекватное усиление для этого присоединения.

H305. ПРИМЕР 5 (не проиллюстрирован).

Сварная кованая стальная соединительная муфта размером NPS 1 1/2 3000 фунтов приварена под прямыми углами к напорной трубе (коллектору) размера NPS 8 Регламенте 40 в нефтяной трубопроводной системе, с использованием сварного шва, удовлетворяющего схеме (1) на рисунке 328.5.4D. Напорная труба – бесшовная труба Класса В по ASTM A 53. Расчетное давление равно 400 psi, а расчетная температура равна 450°F. Допуск на коррозию равен 0.10 дюйма. Требуется ли дополнительное усиление?

Решение:

Нет. Согласно параграфу 304.3.2(b) проект является адекватным для того, чтобы выдержать внутреннее давление и не требуется никаких расчетов. Конечно, предполагается, что расчеты показали, что напорная труба является удовлетворительной для условий эксплуатации в соответствии с уравнениями (2) и (3).

ПРИЛОЖЕНИЕ J. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ¹

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))		Параграф	Ссылка	
		СИ	США		Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
A	Коэффициент для определения минимального значения R_1	....	....	304.2.3	.....	(5)
A ₁	Площадь, требуемая для усиления патрубка	мм ²	дюйм ²	304.3.3 304.3.4	304.3.3 304.3.4 H300	(6) (9)
A ₂	Площадь, доступная для усиления патрубка в напорной трубе	мм ²	дюйм ²	304.3.3 304.3.4	304.3.3 304.3.4 H300	(7) (10)
A ₃	Площадь, доступная для усиления патрубка в трубе патрубка	мм ²	дюйм ²	304.3.3 304.3.4	304.3.3 304.3.4 H300	(8) (11)
A ₄	Площадь, доступная для усиления патрубка в подушке или присоединении	мм ²	дюйм ²	304.3.3 304.3.4	304.3.3 304.3.4 H300	(12)
c	Сумма механических допусков (глубина резьбы или желобка)	мм	дюйм	302.3.5 302.4 304.1.1 304.2.3 304.4.1 304.5.2 304.5.3 A304.1.1 H 300 K302.3.5 K304.1.1 K304.1.2 K304.5.2 K304.8.4	304.3.3 304.3.4 328.5.5 H301	(2) (4a) (4b) (4c) (7) (8) (13) (14) (15) (25) (33) (36)
c ₁	Сумма внутренних допусков	мм	дюйм	K304.1.1 K304.1.2	....	(34b) (35a) (35b)
c ₀	Сумма внешних допусков	мм	дюйм	K304.1.1 K304.1.2	....	(34a) (35a) (35b)
C	Коэффициент деформации холодной	...	....	319.5.1	....	(22) (23)
C	Константа материала, используемая при расчете параметра Ларсона-Миллера	.....	....	V303.1.3 V303.1.4	.....	(V2) (V3)
C _x	Размер углового сварного шва, размер муфтовых сварных швов, отличных от фланцев	мм	дюйм	....	328.5.2C	....
C ₁	Оценочный коэффициент самопружинивания или релаксации	....	...	319.5.1	...	(23)

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))		Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
d	Внутренний диаметр трубы (отметьте разницу в определении между параграфами 304.1.1. и K304.1.1)	мм	дюйм	304.1.1 K304.1.1 K304.1.2	.....	(34b) (35b)
d _b	Внутренний диаметр трубы патрубка	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	....
d _h	Внутренний диаметр напорной трубы	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	...
d _g	Внутренний диаметр прокладки	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	(15)
d _x	Расчетный внутренний диаметр прессованного отвода	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	(9) (10)
d ₁	Эффективная длина, удаленная из трубы на патрубке	мм	дюйм	304.3.3 H300	304.3.4	(6) (7)
d ₂	Полуширина зоны усиления	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4 H300	304.3.3 304.3.4	(7)
D	Внешний диаметр трубы, как указано в таблицах стандартов и технических требований или в соответствии с замерами	мм	дюйм	304.1.1 304.1.2 304.1.3 319.4.1 A304.1.1 A328.2.5 K304.1.1 K304.1.2 K304.1.3 K304.8.4	304.1.1 304.2.3	(3a) (3b) (3c) (5) (16) (26) (27) (34a) (35a) (37)
D _b	Внешний диаметр трубы патрубка	мм	дюйм	304.3.4	304.3.3 304.3.4 D300	....
D _h	Внешний диаметр трубы коллектора	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4	304.3.3 304.3.4	....
E	Коэффициент качества			302.3.1 304.1.1 304.1.2 304.2.3 304.3.3 304.4.1 304.5.1 304.5.2 304.5.3 305.2.3 306.1.3	H300	(3a) (3b) (3c) (4a) (4b) (4c) (15)
E	Модуль эластичности (при указанных условиях)	Мпа	ksi	A319.3.2	Приложение C D 300	.....
E _a	Контрольный модуль эластичности при 21°C (70°F)	Мпа	ksi	319.3.2 319.4.4 319.5 319.5.1	....	(22) (23)
E _c	Коэффициент качества литья	....	....	302.3.1	302.3.3C	.....

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))			Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение	
E _c	Коэффициент качества литья (продолжение)	.....	.....	302.3.3 305.2.3 306.1.3 K302.3.3 K306.1.2	Таблица А-1А		
E _j	Коэффициент качества соединения	.....	.....	302.3.1 302.3.4 305.2.3 306.1.3 321.1.3 341.4.1 341.5.1 K302.3.4 K305.1 K306.1.2 K328.5.4	302.3.4 Таблица А-1В	.....
E _m	Модуль эластичности при максимальной или минимальной температуре	Мпа	ksi	319.3.2 319.5.1	.....		(22) (23)
E _t	Модуль эластичности при испытательной температуре	Мпа	ksi	X302.2.3	...		(X2)
f	Коэффициент уменьшения диапазона напряжений	.....	.....	302.3.5	302.3.5		(1a) (1b) (1c)
F	Эксплуатационный коэффициент (расчетный)	.....	.....	A302.3.2 A304.1.1 A304.1.2	....		(26c)
g	Корневой зазор для сварки	мм	дюйм	K328.4.3	328.4.4 K328.5.4	....
h	Характеристика гибкости	.....	.....	.....	D300	....
h _x	Высота прессованного отвода	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	....
i	Коэффициент увеличения напряжения	.....	.....	319.3.6	D300	....
i _i	Коэффициент увеличения напряжения в плоскости	.....	.....	319.4.4.	D300		(18) (19) (20)
i _o	Коэффициент увеличения напряжения вне плоскости	.....	.....	319.4.4.	D300		(18) (19) (20)
k	Коэффициент гибкости	.....	.....	319.3.6.	D300	....
K	Коэффициент, определяемый отношением диаметра патрубка к диаметру напорной трубы	.....	.....	304.3.4	304.3.4		(9)
K ₁	Константа в эмпирическом уравнении гибкости	.....	.....	319.4.1	....		(16)
K ₅	Коэффициент для статистической вариации результатов испытаний (смотрите параграф X3.1.3)	.....	.....	X302.1.3	....		(X2)
L	Линейная длина трубопровода между якорями	метр	фут	304.2.4 319.4.1 K304.2.4	....		(16)
L ₄	Высота зоны усиления вне напорной трубы	мм	дюйм	304.3.3 H300	304.3.3 H301		(8)

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))		Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
L ₅	Высота зоны усиления для прессованного отвода	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	(11)
LMP	Параметр Ларсона-Миллера, используется для оценки расчетного срока службы	....	....	V303.1.3 V303.1.4	.....	(V2)
m	Несовпадение трубы патрубка	мм	дюйм	328.4.3 K328.4.3	328.4.4 K328.4.4	....
M	Длина трубы полной толщины, прилегающей к составному колену	мм	дюйм	304.2.3	304.2.3	....
M _i	Сгибающий момент в плоскости	Н-мм	дюйм-фунт силы	319.4.4	319.4.4A 319.4.4B	(18) (19) (20)
M _o	Сгибающий момент вне плоскости	Н-мм	дюйм-фунт силы	319.4.4	319.4.4A 319.4.4B	(18) (19) (20)
M _t	Крутящий момент	Н-мм	дюйм-фунт силы	319.4.4	319.4.4A 319.4.4B	....
N	Эквивалентное количество полных циклов смещения	....	....	300.2 302.3.5 319.4.5	302.3.5	(1c) (1d)
N _i	Количество циклов, связанных с диапазоном напряжений смещения S _i (i=1, 2, ...)	....	....	302.3.5	....	(1d)
N _t	Количество испытаний на усталость, выполненных, чтобы получить коэффициент материала X _m	....	....	X302.1.3	...	(X2)
N _E	Количество циклов максимального рассчитанного диапазона напряжений смещения	....	....	302.3.5	...	(1d)
P	Расчетное избыточное давление	кПа	psi	304.1.1 304.1.2 304.4.1 304.5.1 304.5.2 304.5.3 345.4.2 A304.1.1 A304.1.2 A304.5.1 H300 K304.1.1 K304.1.2 K304.7.2 K304.8.4 K345.4.2	D300	(3a) (3b) (3c) (15) (24) (26) (34a) (34b) (35a) (35b) (37)
P _{a2}	Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 1, параграф UG-28	....	....	304.1.3	....	....
P _i	Избыточное давление во время i-го эксплуатационного условия	кПа	psi	V303.1.1	...	(V1)

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))			Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение	
P_m	Максимально допустимое внутреннее давление для составных колен	кПа	psi	304.2.3	....	(4a) (4b) (4c)	
P_{max}	Максимально допустимое избыточное давление для непрерывной эксплуатации компонента при максимальной расчетной температуре	кПа	psi	V303.1.1	....	(V1)	
P_S	Ограничительное расчетное давление, основанное на неустойчивости колонны, для спиралевидных U-образных сильфонов	кПа	psi	X302.2.3	...	(X3)	
P_T	Минимальное испытательное избыточное давление	кПа	psi	345.4.2 A328.2.5 X302.2.3	....	(24) (27) (X2)	
r_i	Отношение меньшего из рассчитанных диапазонов напряжения смещения S_i к максимальному рассчитанному диапазону напряжения смещения S_{Ei} ($i=1, 2, \dots$)	....	....	302.3.5	...	(1d)	
r_2	Средний радиус трубы, использующей номинальную толщину стенки \bar{T}	мм	дюйм	304.2.3 319.4.4.	304.2.3 D300	(4a) (4b) (4c) (21)	
r_x	Радиус внешнего контура прессованного отвода	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4 D300	(12)	
R	Диапазон сил реакции или моментов в анализе гибкости	Н или Н-мм	фунт силы или дюйм-фунт силы	319.5 319.5.1	...	(22)	
R_a	Оценочная мгновенная сила реакции или момент при температуре установки	Н или Н-мм	фунт силы или дюйм-фунт силы	319.5.1	...	...
R_m	Оценочная мгновенная максимальная сила реакции или момент при максимальной или минимальной температуре металла	Н или Н-мм	фунт силы или дюйм-фунт силы	319.5.1	...	(22)	
R_{min}	Минимальное отношение диапазонов напряжений (смотрите параграф X3.1.3 для более подробной информации)	...	....	X302.1.3	...	(X1) (X2)	
R_T	Отношение средней температуры, зависящей от значения прочности на растяжение из кривой тренда, к прочности на растяжение при комнатной температуре	...	....	302.3.2(d)(8)	...	...
R_Y	Отношение средней температуры, зависящей от значения прочности на растяжение из кривой тренда, к пределу текучести при комнатной температуре	...	....	302.3.2(d)(8)	...	...
R_1	Эффективный радиус составного колена	мм	дюйм	304.2.3	304.2.3	(4b) (5)	
R_1	Радиус гибки сварного коленчатого патрубка или трубного колена	мм	дюйм	304.2.1	D300	(3f) (3g)	
s	Расстояние составного колена по осевой линии трубы	мм	дюйм	....	D300	....
S	Базовое допустимое напряжение для металлов	МПа	ksi	300.2 302.3.1 304.1.1 304.1.2 304.1.3 304.2.3	A-1 K-1	(3a) (3b) (3c) (4a) (4b) (4c) (15) (24) (34a) (34b) (35a) (35b) (37)	

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))		Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
S	Базовое допустимое напряжение для металлов (продолжение)			304.3.3 304.4.1 304.5.1 304.5.2 304.5.3 319.3.4 345.4.2 H300 K304.1.1 K304.1.2 K304.8.4 K345.4.2		
S	Расчетное напряжения болтового крепления	МПа	ksi	300.2	A-2	.....
S	Расчетное напряжение для неметаллов	....	.....	A304.1.1 A304.1.2 A304.5.1 A304.5.2	B-1	(26)
S _a	Расчетное напряжение болтового крепления при атмосферной температуре	МПа	ksi	304.5.1 A304.5.1	....	....
S _b	Расчетное напряжение болтового крепления при расчетной температуре	МПа	ksi	304.5.1 A304.5.1	....	....
S _c	Результирующее напряжение гибки	МПа	ksi	319.4.4	...	(17) (18) (19) (20)
S _d	Базовое допустимое напряжение при минимальной температуре металла, ожидаемое во время анализируемого цикла смещения	МПа	ksi	302.3.5 K302.3.5	...	(1a) (1b) (32)
S _f	Допустимое напряжение из Таблицы A-1 для материала при расчетной температуре	МПа	ksi	V303.1.1	...	(V1)
S _h	Допустимое напряжение для материала фланца или трубы	МПа	ksi	304.5.1 304.5.2	...	....
S _i	Базовое допустимое напряжение при максимальной температуре металла, ожидаемой во время анализируемого цикла смещения	МПа	ksi	302.3.5 319.5.1 K302.3.5	....	(1a) (1b) (23) (32)
S _i	Рассчитанный диапазон напряжения смещения, меньший чем S _E (i=1, 2, ...)	МПа	ksi	302.3.5	....	(1d)
S _{pi}	Эквивалентное напряжение во время i-го условия эксплуатации (большее из S _{pi} и S _i)	МПа	ksi	V303.1.1 V303.1.2	....	....
S _t	Эквивалентное напряжение для давления во время i-го условия эксплуатации	МПа	ksi	V303.1.1	...	(V1)
S _t	Крутящее напряжение	МПа	ksi	319.4.4	...	(17)
	Общий диапазон напряжения для расчетной кривой усталости, применяемый для раструбных соединений из аустенитной нержавеющей стали	....	ksi	X302.1.3	X302.1.3	....

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))			Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение	
S_y	Напряжение текучести (Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением)	МПа	ksi	302.2.4	...	...
S_A	Допустимый диапазон напряжений для напряжения смещения	МПа	ksi	300.2 302.3.5 319.2.3 319.3.4 319.4.4 319.4.5 K302.3.5	...	(1a) (1b) (32)	
S_A	Допустимый диапазон напряжений для напряжения смещения (продолжение)						
S_E	Рассчитанный диапазон напряжений смещения	МПа	ksi	300.2 302.3.5 319.2.3 319.4.4 319.4.5 319.5.1	...	(17) (23)	
S_H	Средняя долговременная гидростатическая прочность (LTHS)	кПа	psi	A328.2.5	...	(27)	
S_L	Сумма продольных напряжений	МПа	ksi	302.3.5 302.3.6 K302.3.5 K302.3.6	...	(1b)	
S_S	Среднее кратковременное взрывное напряжение	кПа	psi	A328.2.5	...	(27)	
S_T	Указанная минимальная прочность на разрыв при комнатной температуре	МПа	ksi	302.3.2	...	...
S_T	Допустимое напряжение при испытательной температуре	МПа	ksi	345.4.2 K345.4.2	...	(24) (38)	
S_Y	Указанный минимальный предел текучести при комнатной температуре	МПа	ksi	302.3.2	...	...
t	Толщина для проектирования по давлению	мм	дюйм	304.1.1 304.1.2 304.1.3 304.3.3 304.4.1 304.5.2 A304.1.1 A304.1.2 A304.1.3 K304.1.1 K304.1.2 K304.1.3 k304.5.2	304.1. 328.5.2C	(2) (3a) (3b) (3c) (3d) (13) (14) (25) (26) (33) (34a) (36)	
t_b	Толщина патрубка для проектирования по давлению	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4 H300	304.3.3 304.3.4	(8) (11)	
t_c	Толщина полезного вылета поверхностного углового сварного шва	мм	дюйм	328.5.4 331.1.3 H300	328.5.4	...	

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))		Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
t_h	Толщина коллектора для проектирования по давлению	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4 H300	304.3.3 304.3.4	(6) (7) (9) (10)
t_i	Общая продолжительность i-го эксплуатационного условия при давлении P_i и температуре T_i	час	час	V303.2	...	(V4)
t_m	Минимальная требуемая толщина, включающая механический допуск, допуск на коррозию и эрозию	мм	дюйм	304.1.1 304.2.1 304.4.1 304.5.2 304.5.3 328.4.2 A304.1.1 A304.2.1 K304.1.1 K304.2.1 K304.5.2 K328.4.2	328.3.2 328.4.3 K328.4.2 K341.3.2	(2) (13) (14) (15) (25) (33) (36)
t_{min}	Для патрубков, меньшая или величин T_b и T_r	мм	дюйм	328.5.4	328.5.4	...
t_{ii}	Срок службы до разрыва компонента, подвергаемого повторяющемуся i-ому эксплуатационному условию и напряжению S_i	час	час	V303.1.4 V303.2	...	(V3) (V4)
t	Толщина стенки трубы (измеренная или минимальная согласно заказу)	мм	дюйм	304.1.1 304.2.3 306.4.2 A304.1.1 A328.2.5 K304.1.1 K304.1.2	323.3.1 328.5.28 K323.3.1	(4a) (4b)(4c) (35a) (35b) (27)
T_b	Толщина стенки патрубка (измеренная или минимальная согласно заказу)	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4 H300	304.3.3 304.3.4	(8) (11) (12)
T_c	Толщина разветвления патрубкового присоединения	мм	дюйм	....	D300	....
T_h	Толщина стенки трубы коллектора (измеренная или минимальная согласно заказу)	мм	дюйм	304.3.3 304.3.4 H300	304.3.3 304.3.4	(7) (10)
T_i	Действительная температура во время i-го эксплуатационного условия	°C	°F	V303.1.4	...	(V3)
T_r	Минимальная толщина усилительного кольца или седла, сделанного из трубы (номинальная толщина, если сделано из пластины)	мм	дюйм	304.3.3 H300	304.3.3	....
T_s	Эффективная толщина стенки патрубка	мм	дюйм	319.4.4.	...	(21)
T_x	Корродированная законченная толщина прессованного отвода	мм	дюйм	304.3.4	304.3.4	(12)
T_E	Расчетная температура во время i-го эксплуатационного условия (температура, соответствующая S_i в Таблице A-1)	°C	°F	V303.1.2 V303.1.3	....	(V2)

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))			Ссылка		
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение	
T_2	Минимальная толщина сборной нахлестки	мм	дюйм	...	328.5.5	....
\bar{T}	Номинальная толщина стенки трубы	мм	дюйм	302.3.5	328.5.2B 328.5.5 K302.3.3D D300	....
T_b	Номинальная толщина стенки трубы патрубка	мм	дюйм	319.4.4 328.5.4 331.1.3	304.3.3 328.5.4D	....
T_h	Номинальная толщина стенки трубы коллектора	мм	дюйм	319.4.4 328.5.4 331.1.3	304.3.3 328.5.4D	....
\bar{T}_r	Номинальная толщина усилительного кольца или седла	мм	дюйм	328.5.4 331.1.3	328.5.4D D300	....
\bar{T}_w	Номинальная толщина более тонкого из компонентов, соединенных стыковым сварным швом	мм	дюйм	344.6.2	341.3.2 K341.3.2	....
u	Коэффициент использования длительной прочности, суммируемый по индивидуальным коэффициентам использования t_i/t_{ni}	...	...	V303.2 V303.3	....	(V4)	
U	Расстояние по прямой линии между якорями	м	фут	319.4.1	....	(16)	
X	Коэффициент для умножения диапазона напряжения S_i для сильфонных раструбных стыков (смотрите параграф X302.1.3 для дальнейших подробностей)	.....	.....	X302.1.3	....	(X1) (X2)	
X_1	Площадь усиления кольца	мм ²	дюйм ²	H304	....	
X_2	Площадь усиления углового сварного шва	мм ²	дюйм ²	H304	....	
x_{min}	Размер углового сварного шва для съемного или муфтового сварного фланца	мм	дюйм	...	328.5.2B	....
y	Результирующая общего смещения	мм	дюйм	319.4.1	....	(16)	
Y	Коэффициент для эффективного напряженного диаметра	...	.....	304.1.1 304.1.2	304.1.1	(3a)	
Z	Момент сопротивления сечения трубы	мм ³	дюйм ³	319.4.4	....	(18) (19)	
Z_e	Эффективный момент сопротивления сечения для патрубка	мм ³	дюйм ³	319.4.4	.....	(20) (21)	
α	Угол изменения направления в соединении в ус	градус	градус	304.2.3 306.3.2 306.3.3 M306.3	304.2.3	....
β	Меньший угол между осями патрубка и напорной трубы	градус	градус	304.3.3	304.3.3	(6) (8)	
ΔT_n	Диапазон изменения температуры для меньшего цикла ($n=1, 2, \dots$)	°C	°F	302.3.5	....	....
ΔT_e	Диапазон изменения температуры для полного цикла	°C	°F	302.3.5	....	....

Символ	Определение	Единицы измерения (Замечание (2))			Ссылка	
		СИ	США	Параграф	Таблица/ Рисунок/ Приложение	Уравнение
θ	Угол среза в ус	градус	градус	304.2.3	304.2.3 D300	(4a) (4c) (5)

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Ссылки на это приложение в Сборнике смотрите в параграфе 300.3.

(2). Отметьте, что использование этих единиц измерения не требуется этим Сборником. Они представляют набор постоянных единиц измерения (за исключением тех случаев, когда указано иное), который может использоваться в расчетах, если значения напряжения в ksi и МПа умножаются на 1000 для использования в уравнениях, которые включают в себя значения давления в psi и кПа.

**ПРИЛОЖЕНИЕ К.
ДОПУСТИМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.**

Указатель технических требований для Приложения К	274
Замечания к таблицам Приложения К	275

Таблица К-1. Допустимые напряжения в натяжении для металлов для материалов Главы IX

Углеродистая сталь	
Трубы и трубки	276
Кованые изделия и фитинги	276
Низколегированные и среднелегированные стали	
Трубы и трубки	276
Кованые изделия и фитинги	278
Нержавеющая сталь	
Трубы и трубки	278
Кованые изделия и фитинги	280
Никель и никелевые сплавы	
Трубы и трубки	284
Кованые изделия и фитинги	284
Прутки и бруски	284
Титан и титановые сплавы	
Трубы и трубки	286
Кованые изделия и фитинги	286

Указатель технических требований для Приложения К.

Номер технического требования	Название	Страница
ASTM		
A 53	Требования к сварным и бесшовным черным и гальванизированным стальным трубам с цинковым покрытием	284
A 105	Требования к кованным заготовкам из углеродистой стали для компонентов трубопроводных систем.	284
A 106	Требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для высокотемпературных условий эксплуатации	284
A 182	Требования к кованным или катанным трубным фланцам из легированной стали, кованным фитингам и вентилям и деталям для высокотемпературных условий эксплуатации	286, 288, 290
A 210	Требования к бесшовным среднеуглеродистым трубкам для водогрейных котлов и перегревателей	284
A 234	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для средних и умеренных температур	284
A 312	Требования к бесшовным и сварным трубам из аустенитной нержавеющей стали	286, 288
A 333	Требования к бесшовным и сварным стальным трубам для низкотемпературных условий эксплуатации	284, 286
A 334	Требования к бесшовным и сварным трубам из углеродистой и легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации	284, 286
A 335	Требования к бесшовным трубам из ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации	284
A 350	Требования к кованным изделиям, углеродистая и низколегированная сталь, требующая испытания на ударную вязкость для трубопроводных компонентов	284, 286
A 358	Требования к трубам из аустенитной хромоникелевой легированной стали, сваренным электрическим плавлением, для высокотемпературных условий эксплуатации	286, 288
A 403	Требования к трубным фитингам из катаной аустенитной нержавеющей стали	288, 290
A 420	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации	284, 286
A 508	Требования к кованным изделиям из закаленной вакуумно обработанной углеродистой и легированной стали для сосудов под давлением	286
A 723	Требования к кованным изделиям из легированной стали для применения в высокопрочных компонентах под давлением	286
V 164	Требования к пруткам, брускам и проволоки из никелемедного сплава	292
V 165	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелемедного сплава (UNS N04400)	292
V 166	Требования к пруткам, брускам и проволоки из никелехроможелезного сплава (UNS N06600)	292
V 167	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелехроможелезного сплава (UNS N06600-N06690)	292
V 337	Требования к бесшовным и сварным трубам из титана и титанового сплава	294
V 338	Требования к бесшовным и сварным трубам из титана и титанового сплава для конденсаторов и теплообменников	294
V 363	Требования к бесшовным и сварным фитингам из чистого титана и титанового сплава	294
V 366	Требования к заводским сварным фитингам из катаного никеля и никелевого сплава	292
V 381	Требования к кованным изделиям из титана и титанового сплава	294
V 564	Требования к кованным изделиям из никелевого сплава	292
V 574	Требования к пруткам из низкоуглеродистого никелемолибденовохромового сплава	292
V 622	Требования к трубам и трубкам из никеля и никелекобальтового сплава	292
API		
5L	Требования к линейным трубам	284

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника. Вместо этого, одобренные ссылочные издания вместе с наименованиями и адресам организаций-спонсоров приведены в Приложении Е.

ЗАМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ ПРИЛОЖЕНИЯ К.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Значения допустимого напряжения и присвоенные Р-номера и S-номера в Таблице К-1, а также ссылочные замечания и двойные вертикальные полосы (смотрите Замечание (7) к Таблицам Приложения А) являются требованиями Главы IX.
- (b). На Замечания с (1) по (7) и Замечания (17) и (18) делают ссылки заголовки Таблиц и заголовки колонок типа и формы материала; на Замечания с (8) по (16) и (19) и (20) делаются ссылки в колонке "Замечания" для конкретных материалов.
- (с). В этот раз метрические эквиваленты не были включены в Таблицу К-1. Чтобы перевести значения напряжения в таблице К-1 в МПа при заданной температуре в °С, определите эквивалентную температуру в °F и проведите интерполяцию, чтобы определить значение напряжения при заданной температуре. Умножьте это значение на 6.895, чтоб определить допустимое напряжение в МПа при заданной температуре.

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Значения напряжения в Таблице К-1 являются допустимыми напряжениями в растяжении в соответствии с параграфом К302.3.1(а). Значения напряжения в сдвиге и смятии приведены в параграфе К302.3.1(б), значения напряжения в сжатии приведены в параграфе К302.3.1(с).
- (2). Образцы, представляющие все трубопроводные компоненты, а также сварные швы, сделанные при их изготовлении, должны пройти испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом К323.3.
- (3). Минимальные эксплуатационные температуры материалов должны быть в соответствии с параграфом К323.2.2.
- (4). Температурный предел для материалов должен быть в соответствии с параграфом К323.2.1. Двойная вертикальная черта после табулированного значения напряжения указывает на то, что использование материала при температурах ниже этой температуры запрещено.
- (5). Значения напряжения, напечатанные курсивом, превышают две третьих ожидаемого предела текучести при температуре. Значения напряжения, напечатанные жирным шрифтом, равны 90% от предела текучести при температуре. Смотрите параграф К302.3.2.
- (6). Должен быть проведен анализ состава материала. Смотрите параграф К323.1.5.
- (7). Смотрите параграф 328.2.1(f), в котором приведено описание группировки по Р-номеру и S-номеру. Р-номера

указаны по номеру или номеру, за которым следует буква (например, 8 или 5В или 11А). Перед S-номером идет буква S (например, S-1).

(8). Этот тип или класс допускается только в бесшовной форме.

(9). Если этот класс подвергается холодному растяжению, самая сильно деформированная часть репрезентативного образца должна пройти испытание на ударную вязкость в соответствии с параграфом К323.3.

(10). Этот материал может потребовать особого внимания для квалификации сварки. Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел IX, QW/QB-422. Для использования в рамках этого Сборника, квалифицированные WPS требуются для каждого уровня прочности материала.

(11). Сварка на этом материале запрещена.

(12). Сварные швы в компонентах должны быть такого исполнения, которое позволяет проведение полностью интерпретируемого радиографического исследования; коэффициент качества сварного соединения E_j должен быть равен 1.00 согласно параграфу К302.3.4.

(13). Трубы, выполненные по этому техническому требованию, должны поставляться в состоянии термической обработки на твердый раствор.

(14). Этот нестабилизированный класс нержавеющей стали все больше и больше склонен к выделению интеркристаллитных карбидов с ростом содержания углерода выше 0.3%. Смотрите также параграф F323.4(с)(2).

(15). Показанные значения напряжения приведены для базового материала наименьшей прочности, допускаемого в соответствии с техническим требованием, используемым для производства этого класса фитингов. Если используется базовый материал большей прочности, могут использоваться более высокие значения напряжения при проектировании.

(16). гальванизированная труба, изготовленная в соответствии с данным техническим требованием, не допускается для использования в условиях, когда от нее требуется содержать давление.

(17). Труба или трубка должны быть исследованы на продольные дефекты в соответствии с параграфом К323.1.6.

(19). Для толщины материала > 127 миллиметров (5 дюймов) минимальная прочность на растяжение равна 448МПа (65 ksi).

(20). Для толщины материала > 127 миллиметров (5 дюймов) минимальная прочность на растяжение равна 483МПа (70 ksi)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	Р-номер или S- номер (7)	Тип или класс	Замечания	Минимальная прочность, ksi В Текучесть растяжении	
Углеродистая сталь Трубы и трубки (17)						
.....	A 53	1	B	(8) (16)	60	35
.....	A 106	1	B	.....	60	35
.....	A 333	1	6	(8)	60	35
.....	A 334	1	6	(8)	60	35
.....	API 5L	S-1	B	(8) (9)	60	35
.....	A 210	1	A-1	....	60	37
.....	A 106	1	C	....	70	40
.....	A 210	1	C	....	70	40
.....	API 5L	S-1	X42	(8) (9)	60	42
.....	API 5L	S-1	X46	(8) (9)	63	46
.....	API 5L	S-1	X52	(8) (9)	66	52
.....	API 5L	S-1	X56	(8) (9) (10)	71	56
.....	API 5L	S-1	X60	(8) (9) (10)	75	60
.....	API 5L	S-1	X65	(8) (9) (10)	77	65
.....	API 5L	S-1	X70	(8) (9) (10)	82	70
.....	API 5L	S-1	X80	(8) (9) (10)	90	80
Кованые изделия и фитинги						
.....	A 234	1	WPB	(8)	60	35
.....	A 420	1	WPL6	(8)	60	35
.....	A 350	1	LF2	....	70	36
.....	A 105	1	.....	....	70	36
.....	A 234	1	WPC	(8)	70	40
Низколегированные и среднелегированные стали Трубы и трубки (17)						
C-1/2Mo	A 335	3	P1	....	55	30
1Cr-1/2Mo	A 335	4	P12	....	60	32
1 1/4Cr-1/2Mo	A 335	4	P11	....	60	30
5Cr-1/2Mo	A 335	5A	P5	....	60	30
2 1/4Cr-1Mo	A 335	5A	P22	....	60	30

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Тип или класс	Номер технического требования
100	200	300	400	500	600	650	7000		
Углеродистая сталь Трубы и трубки (17)									
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	B	A 53
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	B	A 106
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	6	A 333
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	6	A 334
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	B	API 5L
24.7	22.5	21.9	21.1	20.0	18.3	17.9	17.8	A-1	A 210
26.7	24.3	22.9	23.7	21.6	19.7	19.4	19.2	C	A 106
26.7	24.3	22.9	23.7	21.6	19.7	19.4	19.2	C	A 210
28.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	X42	API 5L
30.7	21.0	21.0	21.0	.....	.....	.....	.....	X46	API 5L
34.7	22.0	22.0	22.0	.....	.....	.....	.....	X52	API 5L
37.3	23.7	23.7	23.7	.....	.....	.....	.....	X56	API 5L
40.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	X60	API 5L
43.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X65	API 5L
46.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X70	API 5L
53.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	X80	API 5L
Кованые изделия и фитинги									
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	WPB	A 234
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	16.9	16.8	WPL6	A 420
24.0	21.9	21.3	20.6	19.5	17.7	17.5	17.3	LF2	A 350
24.0	21.9	21.3	20.6	19.5	17.7	17.5	17.3	.....	A 105
26.7	24.3	23.7	22.9	21.6	19.7	19.4	19.2	WPC	A 234
Низколегированные и среднелегированные стали									
20.0	18.5	17.5	16.9	16.3	15.7	15.4	15.1	P1	A 335
21.3	19.3	18.1	17.3	16.7	16.3	16.1	15.8	P12	A 335
20.0	18.7	17.9	17.5	17.2	16.7	16.2	15.7	P11	A 335
20.0	18.1	17.4	17.2	17.1	16.8	16.6	16.3	P5	A 335
20.0	18.5	18.1	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	P22	A 335

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	Р-номер или S- номер (7)	Тип или класс	Замечания	Минимальная прочность, ksi В растяжении Текучесть	
Низколегированная и среднелегированная сталь (продолжение) Трубы и трубки (17) (продолжение)						
3 1/2 Ni	A 333	9B	3	(8)	65	35
3 1/2 Ni	A 334	9B	3	(8)	65	35
9 Ni	A 333	11A	8	(8)	100	75
9 Ni	A 334	11A	8	(8)	100	75
Кованые изделия и фитинги						
3 1/2 Ni	A 420	9B	WPL3	(8)	65	35
3 1/2 Ni	A 350	9B	LF3	....	70	37.5
1Cr-1/2Mo	A 182	4	F12, Cl.2	....	70	40
1 1/4 Cr-1/2 Mo	A 182	4	F11, Cl.2	....	70	40
C-1/2Mo	A 182	3	F1	....	70	40
5Cr-1/2Mo	A 182	5B	F5	....	70	40
2 1/4Cr-1Mo	A 182	5A	F22, Cl.3	....	75	45
9Ni	A 420	11A	WPL8	(8)	110	75
3 1/2Ni-1 3/4Cr – 1/2Mo	A 508	11A	4N, Cl.2	....	115	100
Ni-C-Mo	A 723	....	1, 2, 3Cl.1	(11)	115	100
Ni-Cr-Mo	A 723	....	1, 2, 3Cl.1	(11)	135	120
Ni-Cr-Mo	A 723	....	1, 2, 3Cl.1	(11)	155	140
Нержавеющая сталь (5) Трубы и трубки (17)						
16Cr-12Ni-2Mo	A 312	8	TP316L	(12)	70	25
316L, A240	A 358	8	316L, Cl.1 & 3	(12) (13)	70	25
16Cr-12Ni-2Mo	A 312	8	TP316LN	(12)	75	30
316L, A240	A 358	8	316LN, Cl.1 & 3	(12) (13)	75	30
18Cr-8Ni	A 312	8	TP304L	(12)	70	25
304L, 240	A 358	8	304L, Cl.1 & 3	(12) (13)	70	25
18Cr-8Ni-N	A 312	8	TP304LN	(12)	75	30
304L, 240	A 358	8	304LN, Cl.1 & 3	(12) (13)	75	30

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Тип или класс	Номер технического требования
100	200	300	400	500	600	650	7000		
Низколегированная и среднелегированная сталь (продолжение) Трубы и трубки (17) (продолжение)									
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	17.0	15.7	3	A 333
23.3	21.3	20.7	20.0	18.9	17.3	17.0	15.7		3	A 334
50	31.7							8	A 333
50	31.7							8	A 334
Кованые изделия и фитинги									
23.3	21.3	19.6						WPL3	A 420
25.0	22.8	22.1						LF3	A 350
26.7	24.1	22.7	21.7	20.9	20.3	20.1	19.7	F12, Cl.2	A 182
26.7	24.6	23.4	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	F11, Cl.2	A 182
26.7	24.6	23.4	22.5	21.7	20.9	20.5	20.1	F1	A 182
26.7	24.1	23.2	22.9	22.7	22.4	22.1	21.7	F5	A 182
30.0	27.5	26.1	25.5	24.8	24.3	24.0	23.7	F22, Cl.3	A 182
50.0	31.7							WPL8	A 420
66.7	62.8	60.8	59.5	58.5	57.4	56.7		4N, Cl.2	A 508
66.7	64.0	62.3	61.3	60.3	59.3	58.5	57.3	1, 2, 3Cl.1	A 723
80.0	76.8	74.8	73.6	72.4	71.2	70.1	68.8	1, 2, 3Cl.1	A 723
93.3	89.6	87.3	85.5	84.5	83.1	81.9	80.3	1, 2, 3Cl.1	A 723
Нержавеющая сталь (5) Трубы и трубки (17)									
16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0	13.8	13.5	TP316 L	A 312
16.7	16.7	16.7	15.8	14.8	14.0	13.8	13.5	316L,C 1.1& 3	A 358
20	20	20	18.9	17.5	16.5	16.0	15.6	TP316 LN	A 312
20	20	20	18.9	17.5	16.5	16.0	15.6	316LN, Cl.1& 3	A 358
16.7	16.7	16.7	15.8	14.7	14.0	13.7	13.4	TP304 L	A 312
16.7	16.7	16.7	15.8	14.7	14.0	13.7	13.4	304L,C 1.1& 3	A 358
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	TP304 LN	A 312
30								304LN, Cl.1& 3	A 358

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	Р-номер или S- номер (7)	Тип или класс	Замечания	Минимальная прочность, ksi В Текучесть растяжении	
Нержавеющая сталь (5) (продолжение)						
Трубы и трубки (17) (продолжение)						
18Cr-10Ni-Ti бесшовные, > 3/8 дюймов толщиной	A 312	8	TP321	.....	70	25
18Cr-10Ni-Ti бесшовные, ≤ 3/8 дюймов толщиной или сварные 321, A 240	A 312	8	TP321	(12)	75	30
	A 358	8	321, Cl.1&3	(12) (13)	75	30
18Cr-8Ni 304, A 240	A 312	8	TP304	(12) (14)	75	30
	A 358	8	304, Cl.1&3	(12) (13) (14)	75	30
16Cr-12Ni-2Mo 316, A 240	A 312	8	TP316	(12) (14)	75	30
	A 358	8	316, Cl.1&3	(12) (13) (14)	75	30
18Cr-13Ni-3Mo	A 312	8	TP317	(12) (14)	75	30
18Cr-10Ni-Cb 347, A 240	A 312	8	TP347	(12)	75	30
	A 358	8	347, Cl.1&3	(12) (13)	75	30
18Cr-8Ni-N 304N, A 240	A 312	8	TP304N	(12) (14)	80	35
	A 358	8	304N, Cl.1&3	(12) (13) (14)	80	35
16Cr-12Ni-2Mo-N 316N, A 240	A 312	8	TP316N	(12) (14)	80	35
	A 358	8	316N, Cl.1&3	(12) (13) (14)	80	35
Кованые изделия и фитинги						
16Cr-12Ni-2Mo	A 182	8	F316L	(19)	70	25
16Cr-12Ni-2Mo	A 403	8	WP316L, Cl. S & WX	(12)	70	25
16Cr-12Ni-2Mo-N	A 182	8	F316LN	(20)	75	30
16Cr-12Ni-2Mo-N	A 403	8	WP316LN, Cl. S & WX	(12)	75	30
18Cr-8Ni	A 182	8	F304L	(19)	70	25
18Cr-8Ni	A 403	8	WP304L, Cl. S & WX	(12)	70	25
18Cr-8Ni-N	A 182	8	F304LN	(20)	75	30
18Cr-8Ni-N	A 403	8	WP304LN, Cl. S & WX	(12)	75	30

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Тип или класс	Номер технического требования
100	200	300	400	500	600	650	7000		
Нержавеющая сталь (5) (продолжение) Трубы и трубки (17) (продолжение)									
16.7	16.7	16.7	16.7	16.1	15.2	14.9	14.6	TP321	A 312
20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	18.3	17.9	17.5	TP321	A 312
20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	18.3	17.9	17.5	321, Cl.1&3	A 358
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	TP304	A 312
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	304, Cl.1&3	A 358
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3	TP316	A 312
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3	316, Cl.1&3	A 358
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3	TP317	A 312
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.0	18.6	TP347	A 312
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.0	18.6	347, Cl.1&3	A 358
23.3	23.3	22.5	20.3	18.8	17.8	17.6	17.2	TP304	A 312
23.3	23.3	22.5	20.3	18.8	17.8	17.6	17.2	N 304N, Cl.1&3	A 358
23.3	23.3	23.3	23.3	22.2	21.2	20.5	20.1	TP316	A 312
23.3	23.3	23.3	23.3	22.2	21.2	20.5	20.1	N 316N, Cl.1&3	A 358
Кованые изделия и фитинги									
16.7	16.7	16.7	15.8	17.8	14.0	13.8	13.5	F316L	A 182
16.7	16.7	16.7	15.8	17.8	14.0	13.8	13.5	WP316 L, Cl. S & WX	A 403
20.0	20.0	20.0	18.9	17.5	16.5	16.0	15.6	F316L	A 182
20.0	20.0	20.0	18.9	17.5	16.5	16.0	15.6	N WP316 LN, Cl. S & WX	A 403
16.7	16.7	16.7	15.8	14.7	14.0	13.7	13.4	F304L	A 182
16.7	16.7	16.7	15.8	14.7	14.0	13.7	13.4	WP304 L, Cl. S & WX	A 403
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	F304L	A 182
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	N WP304 LN, Cl. S & WX	A 403

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	P-номер или S- номер (7)	Тип или класс	Замечания	Минимальная прочность, ksi В растяжении	Текучесть
Нержавеющая сталь (продолжение)						
Кованые изделия и фитинги (продолжение)						
18Cr-10Ni-Ti	A 182	8	F321	(20)	75	30
18Cr-10Ni-Ti	A 403	8	WP321, Cl. S & WX	(12)	75	30
18Cr-8Ni	A 182	8	F304	(14) (20)	75	30
18Cr-8Ni	A 403	8	WP304, Cl. S & WX	(12) (14)	75	30
18Cr-12Ni-2Mo	A 182	8	F316	(14) (20)	75	30
18Cr-12Ni-2Mo	A 403	8	WP316, Cl. S & WX	(12) (14)	75	30
18Cr-13Ni-2Mo	A 403	8	WP317, Cl. S & WX	(12) (14)	75	30
18Cr-10Ni-Cb	A 182	8	F347	(20)	75	30
18Cr-10Ni-Cb	A 403	8	WP347, Cl. S & WX	(12)	75	30
18Cr-8Ni-N	A 182	8	F304N	(14)	80	35
18Cr-8Ni-N	A 403	8	WP304N, Cl. S & WX	(12) (14)	80	35
16Cr-12Ni-2Mo-N	A 182	8	F316N	(14)	80	35
16Cr-12Ni-2Mo-N	A 403	8	WP316N, Cl. S & WX	(12) (14)	80	35

(продолжение следует)

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Тип или класс	Номер технического требования
100	200	300	400	500	600	650	7000		
Нержавеющая сталь (продолжение) Кованые изделия и фитинги (продолжение)									
20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	18.3	17.9	17.5	F321	A 182
20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	18.3	17.9	17.5		WP32	A 403
1, Cl. S & WX									
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9	F304	A 182
20.0	20.0	20.0	18.6	17.5	16.4	16.1	15.9		WP30	A 403
4, Cl. S & WX									
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3	F316	A 182
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3		WP31	A 403
6, Cl. S & WX									
20.0	20.0	20.0	19.3	18.0	17.0	16.7	16.3	WP31	A 403
7, Cl. S & WX									
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.0	18.6	F347	A 182
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	19.0	18.6		WP34	A 403
7, Cl. S & WX									
23.3	23.3	22.5	20.3	18.8	17.8	17.6	17.2	F304N	A 182
23.3	23.3	22.5	20.3	18.8	17.8	17.6	17.2		WP30	A 403
4N, Cl. S & WX									
23.3	23.3	23.3	23.3	22.2	21.0	20.5	20.1	F316N	A 182
23.3	23.3	23.3	23.3	22.2	21.0	20.5	20.1		WP31	A 403
6N, Cl. S & WX									

(продолжение следует)

Таблица К-1. (продолжение)

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	P-номер или S- номер (7)	Номер UNS	Состояние	Диапазон размеров, дюйм	Замечани я	Минимальная прочность, ksi	
							В растяжени и	Текучесть
Никель и никелевые сплавы (5)								
Трубы и трубки (17)								
Ni-Cu	B 165	42	N04400	Закаленный	> 5 O.D.	.....	70	25
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.W.	> 5 O.D.	.....	75	25
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.W. ann.	> 5 O.D.	.....	75	25
Ni-Cu	B 165	42	N04400	Закаленный	≤5 O.D.	.....	70	28
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.W.	≤5 O.D.	.....	80	30
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	H.W. ann.	≤5 O.D.	.....	80	30
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	C.W. ann.	> 5D.	.....	80	30
Ni-Cr-Fe	B 167	43	N06600	C.W. ann.	≤5 O.D.	.....	80	35
Ni-Mo-Cr	B 622	44	N10276	.....	Все	.....	100	41
Ni-Cu	B 165	42	N04400	Str. rel.	Все	.....	85	55
Кованые изделия и фитинги								
Ni-Cu	B 366	S-42	N04400	.....	Все	(12) (15)	70	25
Ni-Cu	B 564	42	N04400	Закаленный	Все	.....	70	25
Ni-Cr-Fe	B 366	D-43	N06600	.....	Все	(12) (15)	75	25
Ni-Cr-Fe	B 564	43	N06600	Закаленный	Все	.....	80	35
Ni-Mo-Cr	B 366	44	N10276	.....	Все	(12)	100	41
Ni-Mo-Cr	B 564	44	N10276	Закаленный	Все	.....	100	41
Прутки и бруски								
Ni-Cu	B 164	42	N04400	Закаленный	Все	.....	70	25
Ni-Cr-Fe	B 166	43	N06600	C.W. ann. & H.W. ann.	Все	.....	80	35
Ni-Cr-Fe	B 166	43	N06600	H.W., A.W.	квадратные, прямоугольны е и шестигранные	.....	85	35
Ni-Cr-Fe	B 166	43	N06600	H.W., A.W.	> 3 круглые	.....	85	35
Ni-Cu	B 164	42	N04400	H.W.	Пруток, квадратный и прямоугольны й ≤ 12, шестигранны й ≤ 2 1/8	.....	80	40
Ni-Cr-Fe	B 166	43	N06600	H.W., A.W.	от 1/2 до 3 круглые	...	90	40
Ni-Mo-Cr	B 574	44	N10276	.....	Все	.....	100	41
Ni-Cr-Fe	B 166	S-43	N06600	H.W., A.W.	от 1/4 до 1/2 круглые	.....	95	45

Сокращения в колонках "Состояние" и "Диапазон размеров"

ann. = закаленный	rd. = круглый
A.W. = в заводском состоянии	rec. = прямоугольный
C.W. = холодно обработанный	re. = сброшенный
H.W. = горяче обработанный	sq. = квадратный
hex. = шестигранный	str. = напряжение
O.D. = внешний диаметр	

(продолжение следует)

Таблица К-1. (продолжение)

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Номер UNS	Номер технического требования	
100	200	300	400	500	600	650	7000			
										Никель и никелевые сплавы (5)
16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	N04400	B 165	
16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	N06600	B 167	
16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	N06600	B 167	
18.7	16.5	15.4	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	N04400	B 165	
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	N06600	B 167	
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	N06600	B 167	
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	N06600	B 167	
23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	N06600	B 167	
27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.2	24.6	24.0	N10276	B 622	
36.7	32.3	30.2	29.1	29.1	.....	....	...	N04400	B 165	
										Кованые изделия и фитинги
16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	N04400	B 366	
16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	N04400	B 564	
16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	N06600	B 366	
23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	N06600	B 564	
27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.2	24.6	24.0	N10276	B 366	
27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.2	24.6	24.0	N10276	B 564	
										Прутки и бруски
16.7	14.7	13.7	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	N04400	B 164	
23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	N06600	B 166	
23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	N06600	B 166	
23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	N06600	B 166	
26.7	23.5	21.9	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	N04400	B 164	
26.7	24.5	23.1	22.0	21.2	20.7	20.6	20.4	N06600	B 166	
27.3	27.3	27.3	27.3	26.9	25.2	24.6	24.0	N10276	B 574	
30.0	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	N06600	B 166	

(продолжение следует)

Таблица К-1. (продолжение)

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Материал	Номер технического требования	Р-номер или S- номер (7)	Тип или класс	Замечания	Минимальная прочность, ksi В растяжении Текучесть	
Титан и титановые сплавы						
Трубы и трубки (17)						
Ti	B 337	51	2	.....	50	40
Ti	B 338	51	2	.....	50	40
Ti-0.2 Pd	B 337	51	7	.....	50	40
Ti-0.2 Pd	B 338	51	7	.....	50	40
Ti	B 337	52	3	(8)	65	55
Ti	B 338	52	3	(8)	65	55
Кованые изделия и фитинги						
Ti	B 363	51	WPT2	(12)	50	40
Ti	B 381	51	F2	.....	50	40
Ti-0.2 Pd	B 381	51	F7	.....	50	40
Ti	B 363	52	WPT3	(8)	65	55
Ti	B 381	51	F3	.....	65	55

Таблица К-1.

Допустимые напряжения при растяжении для металлов для Главы IX^{1-6, 18}
 Номера в скобках обозначают ссылки на Замечания к Таблицам Приложения К; технические требования являются техническими требованиями ASTM, если не указано иное.

Допустимое напряжение, ksi (умножьте на 1000, чтобы получить psi) для температуры металла, °F, не превышающей								Тип или класс	Номер технического требования
100	200	300	400	500	600	650	7000		
Титан и титановые сплавы Трубы и трубки (17)									
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	2	B 337
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	2	B 338
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	7	B 337
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	7	B 338
36.7	29.8	23.6	17.7	12.4	8.4	.....	.....	3	B 337
36.7	29.8	23.6	17.7	12.4	8.4	.....	.....	3	B 338
Кованые изделия и фитинги									
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	WPT2	B 363
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	F2	B 381
26.7	21.5	16.8	12.4	9.4	7.6	.....	.....	F7	B 381
36.7	29.8	23.6	17.7	12.4	8.4	.....	.....	WPT3	B 363
36.7	29.8	23.6	17.7	12.4	8.4	.....	.....	F3	B 381

ПРИЛОЖЕНИЕ L. Трубные фланцы из алюминиевого сплава.

L300. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Это Приложение охватывает номинальные показатели по давлению-температуре, материалы, размеры и маркировку кованных трубных фланцев из алюминиевого сплава, как альтернатива применению правил, содержащихся в параграфах 304.5.1(b) и 304.5.2(b). Фланцы с размерами от DN 15 (NPS 1/2) до DN 600 (NPS 24) могут быть с приваренной горловиной, съемными, муфтовыми сварными, внахлестку или слепыми при номинальных показателях PN 20, 50 и 110 (Классы 150, 300 и 600).

Включены требования и рекомендации в отношении болтовых креплений и прокладок.

L3001. НОМИНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО ДАВЛЕНИЮ-ТЕМПЕРАТУРЕ.

L301.1. Базис для номинальных показателей.

Номинальные показатели – это максимальные допустимые рабочие избыточные давления при температурах, показанные в Таблицах L301.2M и L301.2U для применимого материала и класса давления. Для промежуточных температур разрешена линейная интерполяция.

L301.2. Номинальные показатели для фланцевых соединений.

(а). В дополнение к вопросам, указанным в параграфе F312.1, следует уделить внимание низкому модулю эластичности алюминиевых сплавов. Внешние моменты должны быть ограничены и может потребоваться контролируемое затягивание болтов или другие техники, чтобы создать и поддерживать непротекающее соединение.

(б). Для номинальных показателей для съемных и муфтовых сварных фланцев, сделанных из сплава 6061-T6, смотрите Таблицу L301.2M и L301.2U (Замечание 3).

L301.3. Вопросы, связанные с температурой.

Применение номинальных показателей, указанных в этом Приложении, к фланцевым соединениям при низких и при высоких температурах должно учитывать риск утечки, вызванной силами и моментами, развиваемыми в присоединенном трубопроводе или оборудовании. Следующие положения нацелены на минимизацию таких рисков.

L301.3.1. Прикрепление фланца. Съемные или сварные муфтовые фланцы не рекомендуются для эксплуатации при температуре ниже -50°F , если

фланцы подвергаются циклическому термическому воздействию.

L301.3.2. Дифференциальное термическое расширение и теплопроводность. Так как алюминиевые сплавы имеют коэффициенты термического расширения равные примерно двукратным коэффициентам термического расширения для стали, а их теплопроводность примерно в три раза превышает теплопроводность стали, может оказаться необходимым учитывать дифференциальное расширение и скорости расширения между компонентами фланцевого соединения. Следует учесть термические градиенты (например при пуске, останове и некатастрофическом отказе) помимо эксплуатационной температуры соединения.

L301.4. Гидростатическое испытание.

Фланец должен быть способным выдерживать гидростатическое испытание при давлении в 1.5 раза большем, чем номинальное давление при 100°F .

L302. МАРКИРОВКА.

Маркировка должна быть в соответствии с MSS SP-25, за исключением следующего. Маркировка должна проставляться штампом на крае каждого фланца.

L302.1. Наименование.

Должно быть указано наименование или торговая марка производителя.

L302.2. Материал.

Должна применяться маркировка по ASTM B 247, за которой должны следовать применимые обозначения сплава и сорта.

L302.3. Номинальные показатели.

Маркировка должна включать применимый класс номинальных показателей: 150, 300 или 600.

L302.4. Коды.

Должна применяться маркировка по B31.3L.

L302.5. Размер.

Должна применяться маркировка NPS. Уменьшающийся размер должен быть закодирован своими двумя номинальными размерами трубы.

Таблица L301.2M
Номинальные показатели по давлению-температуре
Давления указаны в кПа; температура указана в градусах Цельсия.

Материал	PN 20				PN 50				PN 110			
	Температура (Замечание (1))				Температура (Замечание (1))				Температура (Замечание (1))			
	38	66	93	121	38	66	93	121	38	66	93	121
3003-H112	275	275	240	240	725	690	655	655	1415	1380	1345	1275
6061-T6 (Замечание (2))	1895	1860	1825	1795	4965	4895	4825	4655	9930	9790	9655	9345
6061-T6 (Замечание (3))	1265	1240	1215	1195	3310	3265	3215	3105	6620	6525	6435	6230

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Минимальная температура равна -269°C (-425°F). Максимальный номинальный показатель для температуры ниже 38°C (100°F) должен быть номинальным показателем, показанным для температуры 38°C .
- (2). Номинальные показатели применяются к фланцам со сварной горловиной, фланцу внахлестку и слепому фланцу.
- (3). Номинальные показатели применяются к съемным и муфтовым сварным фланцам.

Таблица L301.2U
Номинальные показатели по давлению-температуре
Давления указаны в psig; температура указана в градусах Фаренгейта.

Материал	PN 20				PN 50				PN 110			
	Температура (Замечание (1))				Температура (Замечание (1))				Температура (Замечание (1))			
	100	150	200	250	100	150	200	250	100	150	200	250
3003-H112	40	40	35	35	105	100	95	95	205	200	195	185
6061-T6 (Замечание (2))	275	270	265	260	720	710	700	675	1440	1420	1400	1355
6061-T6 (Замечание (3))	185	180	175	175	480	475	465	450	960	945	935	905

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Минимальная температура равна -269°C (-425°F). Максимальный номинальный показатель для температуры ниже 38°C (100°F) должен быть номинальным показателем, показанным для температуры 38°C .
- (2). Номинальные показатели применяются к фланцам со сварной горловиной, фланцу внахлестку и слепому фланцу.
- (3). Номинальные показатели применяются к съемным и муфтовым сварным фланцам.

Смотрите примеры в Замечании (4) к Таблице 7 в ASME B16.5

L303. МАТЕРИАЛЫ.**L303.1. Материал фланца.**

Фланцы должны быть коваными и удовлетворять требованиям ASTM B 247. Для особых сплавов и сортов металла смотрите таблицу L301.2M и L301.2U. Меры предосторожности смотрите в параграфе 323.5 и Приложении F, параграф F323.

L303.1.1. Устранение дефектов во фланцах с помощью сварки. Устранение дефектов, с помощью сварки, во фланцах, изготовленных в соответствии с данным Приложением, должно ограничиваться фланцами с приваренной горловиной, если иное не будет одобрено покупателем после рассмотрения сложности, места расположения ремонта и влияния на закалку или пластичность. Устранение дефектов с помощью сварки на любом участке, кроме валика сварного шва на фланцах с приваренной горловиной из сплава 6061-T6 должно ограничиваться номинальными показателями по давлению/температуре, указанными для съемных и муфтовых сварных фланцев в Таблицах L301.2M и

L301.2U. Любой ремонт, с помощью сварки, должен выполняться в соответствии с параграфом 328.6.

Таблица L303.2

Алюминиевые материалы для болтового крепления¹

Техническое требование ASTM	Сплав	Сорт
B 211	2014	T6, T261
B 211	2024	T4
B 211	6061	T6, T261

L303.2. Материалы для болтового крепления.

Болтовое крепление, указанное в таблице L303.2 и в таблице 1B в ASME B16.5 может использоваться при следующих ограничениях.

L303.2.1. Высокопрочное болтовое крепление. Материалы болтового крепления, указанные как высокопрочные в Таблице 1B в ASME B16.5, могут использоваться в любых фланцевых соединениях. Смотрите параграф L305.

L303.2.2. Болтовое крепление средней прочности. Материалы болтового крепления, указанные в таблице L303.2 и материалы, указанные как средне прочные в Таблице 1B в ASME B16.5, могут использоваться в любых фланцевых соединениях. Смотрите параграф L305.

L303.2.3. Болтовое крепление низкой прочности. Материалы болтового крепления, указанные как слабо прочные в Таблице 1B в ASME B16.5, могут использоваться во фланцевых соединениях с PN 20 и PN 50 (Классы 150 и 300). Смотрите параграф L305.

L303.3. Прокладки.

Прокладки, указанные в ASME B16.5, Приложение E, Рисунок E1, Группа 1a, могут использоваться с любыми классами номинальных показателей и любым болтовым креплением.

L303.3.1. Прокладки для болтового крепления слабой прочности. Если используется болтовое крепление, указанное как имеющее низкую прочность (смотрите параграф L303.2.3), должны использоваться прокладки, указанные в ASME B16.5, Приложение E, рисунок E1, Группа 1a.

L303.3.2. Прокладки для фланцевых соединений класса PN 20 (Класс 150). Рекомендуется использовать только прокладки, указанные в ASME B16.5, Приложение E, рисунок E1, Группа 1a.

L303.3.3. Прокладки для фланцевых соединений класса 300 и выше. Рекомендуется использовать только прокладки, указанные в ASME B16.5,

Приложение E, рисунок E1, Группа 1a. Для прокладок из Группы 1b линейные фланцы должны быть фланцами с приваренной горловиной или фланцами соединений внахлестку, должны использоваться техники затягивания с контролируемым вращательным моментом.

L304. РАЗМЕРЫ И ТОРЦОВКА.

(a). Фланцы должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к размерам и допускам в ASME B16.5.

(b). Торцовка фланца и полировка поверхности должны быть в соответствии с ASME B16.5, за исключением того, что наружная и внутренняя торцовка (на торцах трубы) не должна использоваться.

L305. ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РАССМОТРЕНИЮ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.

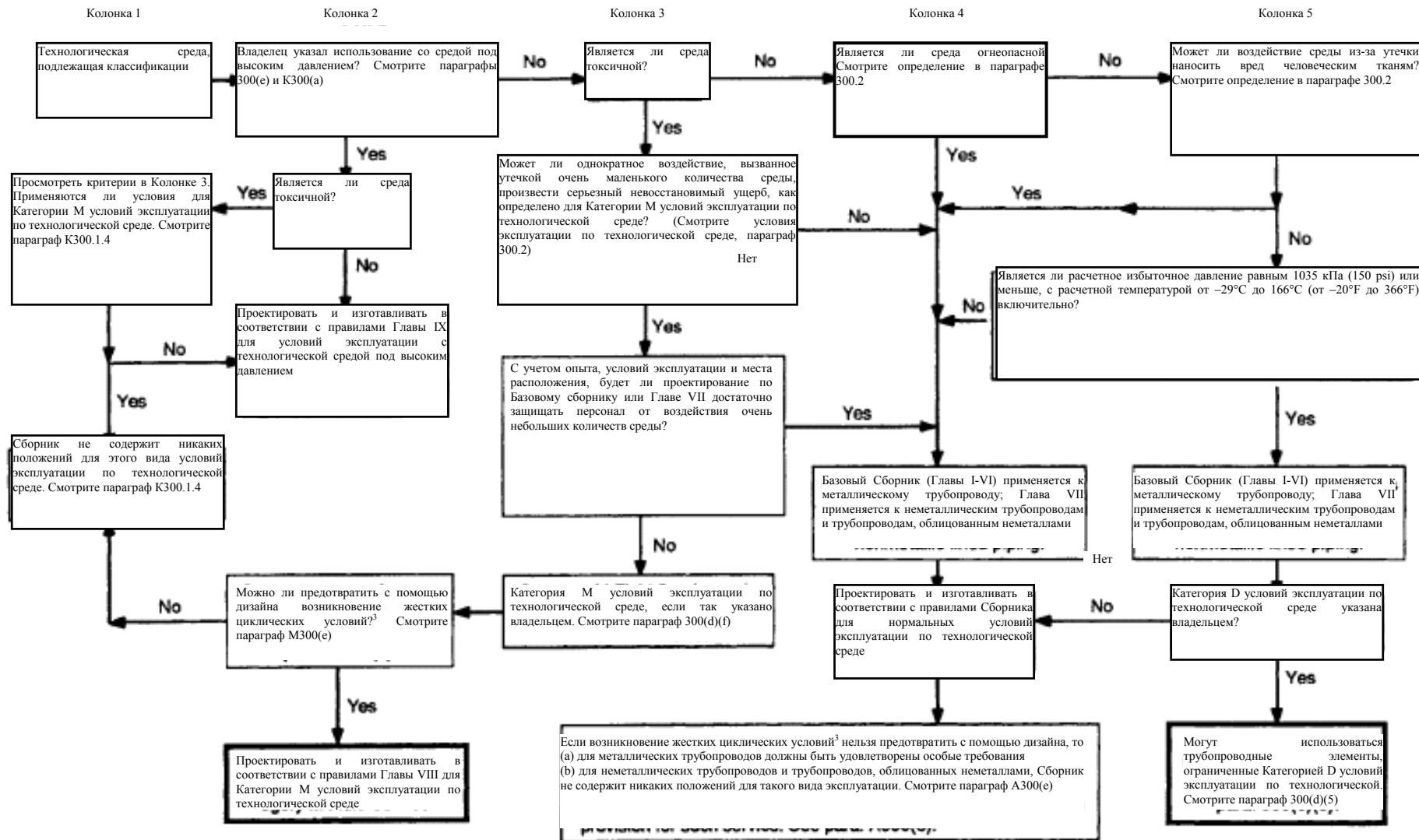
Следующие вопросы, подлежащие рассмотрению при проектировании, применимы ко всем фланцевым соединениям, которые включают в себя фланцы, изготовленные в соответствии с этим Приложением:

(a). необходимо учитывать дифференциальное расширение во фланцевом соединении; также смотрите параграф F312.

(b). Когда указана прокладка, отличная от тех, что рекомендованы в параграфе L303.3, проектировщик должен проверить, с помощью расчетов, способность выбранного болтового крепления садить на место выбранную прокладку и сохранять герметичное соединение при воздействии ожидаемых эксплуатационных условий без перенапряжения компонентов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ М.
РУКОВОДСТВО ПО КЛАССИФИКАЦИИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ^{1,2}**

(Смотрите Рисунок М300)



ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Смотрите параграфы 300(b)(1), 300(d)(4) и (5) и 300(e) в отношении решений, которые должен принять владелец. Другие решения являются ответственностью проектировщика, смотрите параграф 300(b)(2).
- (2). Термин "условие эксплуатации по технологической среде" определен в параграфе 300.2.
- (3). Жесткие циклические условия определены в параграфе 300.2. Требования находятся в Главе II, Части 3 и 4, и в параграфах 323.4.2 и 341.4.3.

Рисунок M300. Общее руководство по классификации условий эксплуатации по технологической среде.

ПРИЛОЖЕНИЕ Q. ПРОГРАММА СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА.

(Это Приложение является требованием Сборника, только если указано владельцем в соответствии с параграфом 300(b)(1)).

Проектирование, строительство, осмотр, исследование, испытание, производство, сборка и монтаж трубопровода в соответствии с этим Сборником, должны выполняться в рамках Программы системы качества, следуя принципам применимого стандарта, такого, как серия стандартов ISO 9000¹. Подробности системы качества должны быть задокументированы и должны предоставляться по запросу. Определение потребности в регистрации и/или сертификации программы системы качества относится на ответственность владельца.

¹ Эту серию стандартов можно получить в Американском институте национальных стандартов (ANSI) и Американском обществе качества (ASQ) в виде Американских национальных стандартов, которые идентифицированы префиксом "Q" вместо "ISO". Каждый стандарт этой серии приведен в Приложении E.

ПРИЛОЖЕНИЕ V. ДОПУСТИМЫЕ ВАРИАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.

V300. ПРИМЕНЕНИЕ.

(a). Это Приложение охватывает применение Линейного правила доли срока службы, которое обеспечивает метод для оценки вариаций при повышенных температурах сверх расчетных условий, когда свойства ползучести материала (смотрите параграф V302(c)) определяют допустимое напряжение при температуре вариации. Это Приложение является требованием Сборника, только когда указано владельцем в соответствии с параграфом 302.2.4(f)(1).

(b). Анализ доли срока службы затрагивает только общую прочность трубопроводных компонентов; он не рассматривает эффекты локального напряжения. Ответственностью проектировщика является обеспечение деталей конструкции, пригодных для проектирования при повышенных температурах.

V300.1. Определения.

рабочее состояние – любое состояние давления и температуры, при которых не превышаются расчетные условия.

отклонение – любое состояние, при котором давление или температура (или оба) превышают расчетные условия.

эксплуатационное состояние – любое рабочее состояние или отклонение.

продолжительность

- (a). длительность любого эксплуатационного состояния, часов;
(b). кумулятивный масштаб всех повторений данного эксплуатационного состояния за срок службы, часов.

срок службы – срок, приписываемый трубопроводной системе для целей проектирования, часов.

V301. БАЗИС ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Анализ доли срока службы должен проводиться в соответствии с одним из следующих базисов проектирования, на выбор владельца:

- (a). Включены все эксплуатационные состояния в диапазоне ползучести и их продолжительности.
(b). Чтобы упростить анализ, менее жесткие эксплуатационные состояния не обязательно должны оцениваться индивидуально, если их

продолжительности включены в продолжительность более жесткого эксплуатационного состояния.

V302. КРИТЕРИИ.

(a). Должны быть удовлетворены все критерии параграфа 302.2.4.

(b). Включаются только углеродистые стали, низколегированные и среднелегированные стали, аустенитные нержавеющие стали и сплавы с высоким содержанием никеля.

(c). Эксплуатационные состояния рассматриваются только при расчете коэффициентов использования в соответствии с параграфом V303, когда допустимое напряжение при температуре условий, указанных в Таблице A-1, основано на критерии ползучести, указанном в параграфе 302.3.2.

(d). Эффекты совместного действия ползучести и усталости должны учитываться, когда количество циклов превышает 100.

V303. ПРОЦЕДУРА.

Кумулятивный эффект всех эксплуатационных состояний за срок службы трубопровода определяется по Линейному правилу доли срока службы в соответствии со следующей процедурой.

V303.1. Расчеты для каждого эксплуатационного состояния i.

Следующие шаги должны быть повторены для каждого рассматриваемого эксплуатационного состояния.

V303.1.1. Эквивалентное напряжение для давления.

(a). С помощью уравнения (V1) рассчитайте эквивалентное напряжение, рассчитанное по давлению, S_{pi} :

$$S_{pi} = S_d P_i / P_{max.} \quad (V1)$$

где:

S_{pi} = эквивалентное напряжение, рассчитанное по давлению, МПа (ksi);

P_i = избыточное давление, кПа (psi) во время эксплуатационного состояния i;

S_d = допустимое напряжение, МПа (ksi) при расчетной температуре, °C (°F)

P_{\max} = максимально допустимое избыточное давление, кПа (psi) для непрерывной работы трубы или компонента при расчетной температуре.

(b). Рассчитайте максимальное продольное напряжение S_L во время эксплуатационного состояния i в соответствии с параграфом 302.3.5(c).

(c). Эквивалентное напряжение S_i для использования в параграфе V303.1.2, равно большей величине из рассчитанных в пунктах (a) и (b), выше.

V303.1.2. Эффективная температура. Из Таблицы A-1 определите температуру, соответствующую эквивалентному напряжению S_i используя линейную интерполяцию, если необходимо. Эта температура T_E является эффективной температурой для эксплуатационного состояния i .

V303.1.3. Параметр Ларсона-Миллера. Рассчитайте LMP для базового расчетного срока службы для эксплуатационного состояния i , используя уравнение (V2):

$$\left. \begin{array}{l} \text{В метрической системе: } LMP = (C + 5)(T_E + 273) \\ \text{В единицах США: } LMP = (C + 5)(T_E + 460) \end{array} \right\} \quad (V2)$$

Где:

T_E = эффективная температура, °C (°F); смотрите параграф V303.1.2;

$C = 20$ (для углеродистой, низколегированной и среднелегированной сталей);

$C = 15$ (для аустенитной нержавеющей стали и сплавов с высоким содержанием никеля).

V303.1.4. Срок службы до разрушения. Рассчитайте срок службы до разрушения t_{ri} , часов, используя уравнение (V3):

$$t_{ri} = 10^a \quad (V3)$$

где:

$$\text{В метрической системе: } a = \frac{LMP}{T_i + 273} - C$$

$$\text{В единицах США: } a = \frac{LMP}{T_i + 460} - C$$

и

t_{ri} = допустимый срок службы до разрушения, часов, связанный с данным эксплуатационным состоянием i и напряжением S_i ;

T_i = действительная температура, °C (°F) во время эксплуатационного состояния i .

LMP и C определены в параграфе V303.1.3.

V303.2. Определение коэффициента использования ползучести-усталости.

Коэффициент использования u является суммой индивидуальных коэффициентов использования t_i/t_{ri} для всех эксплуатационных состояний, рассмотренных в параграфе V303.1. Смотрите уравнение (V4):

$$u = \sum(t_i/t_{ri}) \quad (V4)$$

где:

i = индекс, 1 для преобладающего рабочего состояния, $i=2, 3$ и так далее для каждого другого рассмотренного эксплуатационного состояния;

t_i = общая продолжительность, часов, связанная с любым эксплуатационным состоянием i при давлении P_i и температуре T_i ;

t_{ri} = как определено в параграфе V303.1.4.

V303.3. Оценка.

Рассчитанное значение u указывает номинальное количество срока службы до ползучего разрушения во время срока службы трубопроводной системы. Если $u \leq 1.0$, коэффициент использования приемлем, включая отклонения. Если $u > 1.0$, проектировщик должен либо увеличить расчетные условия (выбрав компоненты трубопроводной системы с более высокими допустимыми рабочими давлениями, если необходимо), либо уменьшить количество и/или тяжесть отклонений до тех пор, пока коэффициент использования не станет приемлемым.

ПРИЛОЖЕНИЕ X. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СИЛЬФОННЫЕ РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ.

Требования к проектированию, указанные в Приложении X, зависят от стандартов EJMA и совместимы с ними. Метрических эквивалентов нет и нет базы для их введения в настоящее время.

X300. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Цель этого Положения установить требования к проектированию, производству и установке и факторы проектирования для раструбных стыков сильфонного типа. Эти требования дополняются стандартами EJMA. Задумано так, чтобы применимые положения и требования Глав с I по VI этого Сборника были удовлетворены за исключением случаев, модифицированных здесь. Это Приложение не указывает подробности проектирования. Подробный проект всех элементов раструбного стыка является ответственностью производителя. Это Приложение не применимо к раструбным стыкам в трубопроводах, спроектированных в соответствии с Главой IX.

X301. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРОЕКТИРОВЩИКА ТРУБОПРОВОДА.

Проектировщик трубопровода должен указать расчетные условия и требования, необходимые для подробного проекта и производства раструбного стыка в соответствии с параграфом X301.1, а также схему трубопровода, якоря, фиксаторы, направляющие и опоры, требуемые в параграфе X301.2.

X301.1. Расчетные условия для раструбных стыков.

Проектировщик трубопровода должен указать все необходимые расчетные условия, включая следующее:

X301.1.1. Статические расчетные условия. Расчетные условия должны включать все возможные вариации давления или температуры (или обоих) сверх рабочих уровней. Использование расчетной температуры металла, отличной от температуры технологической среды, для любого компонента раструбного стыка должно быть проверено расчетами, с использованием принятых процедур теплового переноса, или с помощью испытания или измерения на походе спроектированном оборудовании, находящемся в эксплуатации при эквивалентных эксплуатационных условиях.

X301.1.2. Циклические расчетные условия. Эти условия должны включать совпадающие давления, температуры, вызванные торцевые смещения и термическое расширение самого раструбного стыка для циклов во время эксплуатации. Циклы, вызванные

кратковременными состояниями (пуск, останов и аномальная работа) должны указываться отдельно. (Смотрите стандарты EJMA, C-4.1.5.2 по анализу кумулятивной усталости).

X301.1.3. Другие нагрузки. Другие нагрузки, включая динамические эффекты (такие как ветер, термический удар, вибрация, сейсмические силы и гидравлический удар); и статические нагрузки, такие как вес (изоляция, снег, лед и так далее) должны быть указаны.

X301.1.4. Свойства среды. Свойства текущей среды, имеющие отношение к требованиям проектирования, включая категорию условий эксплуатации, указанную владельцем, скорость потока и направление потока, внутреннюю облицовку и так далее, должны быть указаны.

X301.1.5. Другие расчетные условия. Другие условия, которые могут повлиять на проектирование раструбного стыка, такие как использование защитного чехла, внешней или внутренней изоляции, ограничителей, других фиксаторов и присоединений к корпусу (например, водоспускные или спускные присоединения) должны быть указаны.

X301.2. Требования к проектированию трубопровода.

X301.2.1. Общие положения. Схема трубопровода, якорные устройства, фиксаторы, направляющие и опора должны проектироваться так, чтобы избежать наложение движений и сил на раструбный стык кроме тех, для которых он рассчитан. Например, сильфонный раструбный стык обычно не проектируется на поглощение крутящего момента. Направляющие трубы, фиксаторы и якоря должны удовлетворять требованиям стандартов EJMA. Якоря и направляющие должны быть обеспечены для того, чтобы выдерживать силы осевого давления раструбного стыка, когда он не является самоограничивающимся, за счет тяговых штанг, шарниров, штифтов и так далее (смотрите параграф X302.1). Вертикальное перекашивание трубопровода (например, из-за внутреннего давления среды) также должно быть учтено.

X301.2.2. Проектирование якорей.

(a). *Главные якоря.* Главные якоря должны проектироваться так, чтобы выдерживать силы и моменты, перечисленные в параграфе X301.2.2(b),

и осевую нагрузку, вызванную давлением, определенную, как произведение эффективной площади осевой нагрузки сильфонов и максимального давления, которому может быть подвергнут стык во время эксплуатации. Следует обратить внимание на увеличение осевых нагрузок, вызванных давлением, на якоря в несдерживаемых раструбных стыках во время испытания на утечку, если дополнительные ограничители не используются во время испытания (смотрите параграф 345.3.3). Для соединений скрученного типа, омега-образных или мембранного типа, должна использоваться эффективная площадь осевой нагрузки, рекомендованная производителем. Если эта информация не доступна, то площадь должна базироваться на среднем диаметре сильфонов.

(b). *Промежуточные якоря.* Якоря должны быть способны выдерживать следующие силы и моменты:

(1). силы и моменты, требуемые для того, чтобы сжать, растянуть, сместить или вращать соединение на величину, равную расчетному линейному или угловому смещению;

(2). статическое трение трубы при движении на ее опорах между экстремальными растянутыми и сжатыми положениями (с расчетным движением, основанным на длине трубы между якорем и раструбным стыком);

(3). эксплуатационные и кратковременные динамические силы, вызванные текущим потоком среды, и

(4). другие силы и моменты в трубопроводе.

X302. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ РАСТРУБНОГО СТЫКА.

Производитель раструбного стыка должен предоставить подробные детали по проектированию и изготовлению всех элементов раструбного стыка в соответствии с требованиями этого Сборника и инженерным проектом. Это включает в себя:

(a). весь трубопровод в пределах торцевых присоединений узла, поставляемого производителем, включая трубу, фланцы, фитинги, присоединения, сильфоны и опоры или ограничители трубопровода;

(b). указание на необходимость в опорах и ограничителях, внешних по отношению к узлу, при необходимости, и данные для их проектирования, и

(c). определение расчетных условий для всех компонентов, поставляемых с раструбным стыком, которые не контактируют с текущим потоком среды.

X302.1. Проект раструбного стыка.

Проект раструбных стыков сильфонного типа должен основываться на признанных и принятых методах анализа и расчетных условиях, указанных в параграфе X301.1. Сильфоны изогнутого типа должны проектироваться в соответствии со стандартами EJMA, за исключением случаев, когда требуется или допускается иное в этом Сборнике. Проекты других типов сильфонов должны квалифицироваться, как требуется в параграфе 304.7.2.

X302.1.1. Коэффициенты безопасности. Коэффициент безопасности по давлению в изгибе должен быть не меньше, чем 2.25. Коэффициент безопасности по предельному разрывному давлению должен быть не меньше, чем 3.0.

X302.1.2. Ограничения расчетного напряжения. Для сильфонов изогнутого типа напряжения должны рассчитываться либо по формулам, приведенным в стандартах EJMA, либо другими методами, приемлемыми для владельца.

(a). Кольцевое и меридиональное напряжение мембраны в сильфонах, касательный торец и элементы усилительного кольца (включая напряжение при растяжении в креплениях), вызванное расчетным давлением, не должно превышать значений допустимого напряжения, приведенных в Таблице A-1.

(b). Меридиональное напряжение мембраны и напряжение гибки, при расчетном давлении должны быть такой величины, которая не допустит постоянной деформации искривлений при испытательном давлении. Корреляция с данными предыдущих испытаний может использоваться, чтобы удовлетворить это требование. Для не усиленных сильфонов, закаленных после формовки, меридиональное мембранное напряжения плюс напряжение гибки в сильфонах, не должно превышать 1.5-кратного допустимого напряжения, указанного в Таблице A-1.

(c). Напряжения прямого растяжения, смятия и сдвига в ограничителях (тяговых штангах, шарнирных балках, штифтах и так далее) в самоограничивающихся раструбных стыках и в прикреплениях ограничительных устройств к трубе или фланцам, не должны превышать допустимых ограничений по напряжению, указанных в параграфе 302.3.1. Ограничители должны проектироваться так, чтобы выдерживать полную расчетную осевую нагрузку, вызванную давлением.

(d). Проектирование по давлению секций трубы, фитингов и фланцев должно удовлетворять требованиям параграфов 303 и 304.

(e). Когда эксплуатационная температура металла сильфонного элемента находится в его диапазоне ползучести¹, проекту должно быть уделено особое внимание и в дополнение к тому, что должны быть удовлетворены требования этого Приложения, проект должен быть квалифицирован, как требуется в параграфе 304.7.2.

X302.1.3. Усталостный анализ.

(a). Усталостный анализ¹, который учитывает все расчетные циклические условия, должен выполняться, рассчитанный расчетный срок циклической службы должен быть включен в отчет. Метод анализа для изогнутых U-образных сильфонов должен быть в соответствии со стандартами EJMA.

(b). Кривые расчетной усталостной долговечности материала для сильфонов из аустенитной нержавеющей стали в состоянии формовки приведены на Рисунке

¹ Необходимо уделить внимание разрушительным эффектам совместного действия ползучести и усталости, когда эксплуатационная температура металла сильфонного элемента находится в диапазоне ползучести. Совместное действие ползучести и усталости может стать существенным при температурах выше 800°F для аустенитных нержавеющей сталей.

X302.1.3. Кривые приведены только для использования с уравнениями напряжения EJMA. Испытание на усталость, проводимое индивидуальными производителями, в соответствии с пунктом (d), ниже, требуется для того, чтобы квалифицировать использование соответствующей кривой усталостной долговечности для сильфонов, произведенных ими. Испытание на усталость, в соответствии с пунктом (e), ниже, требуется для составления кривых усталостной долговечности для сильфонов из материалов, отличных от нержавеющей стали в состоянии после формовки. Испытание на усталость и процедуры оценки описаны в пункте (c), ниже. Диапазон допустимых напряжений для U-образных сильфонов должны определяться умножением общего диапазона напряжения из рисунка X302.1.3 на произведение коэффициентов X_f и X_m , определенных в соответствии с пунктами (c), (d) и (e), ниже.

(c). Испытание на усталость для квалификации либо процесса изготовления, либо нового материала должно проводиться в соответствии со следующей процедурой. Испытательные сильфоны должны иметь внутренний диаметр не меньше 3 1/2 дюйма и должны иметь, по крайней мере, три изгиба. Данные по испытаниям сильфонов на усталость должны сравниваться с контрольной кривой усталостной долговечности, чтобы определить коэффициент сборки, уравнение (X1) или коэффициент материала, уравнение (X2):

$$X_f = R_{min}^f \quad (X1)$$

$$X_m = K_f R_{min}^m / X_f \quad (X2)$$

где:

X_f = коэффициент (не больше 1.0), представляющий собой влияние процесса изготовления на усталостную прочность сильфонов;

X_m = коэффициент, представляющий собой влияние материала и термической обработки на усталостную прочность сильфонов. X_m для сильфонов из аустенитной нержавеющей стали в состоянии после формовки равен 1.0. Он не должен превышать 1.0 в других случаях, если только на сильфонах, изготовленных из одного и того же материала, не было проведено, пять или больше испытаний на усталость.

R_{min}^f и R_{min}^m = минимальное отношение испытательного диапазона напряжения к контрольному диапазону напряжения всех испытанных сильфонов. (Верхний индекс f и m указывают на квалификацию процесса изготовления или нового материала соответственно.) Это отношение должно определяться для каждого испытания на усталость делением испытательного диапазона напряжения (рассчитанного в соответствии с уравнениями напряжения EJMA) на контрольный диапазон напряжения. Контрольный диапазон напряжения берется из кривой усталостной

долговечности, лежащей ниже, для данных по испытаниям сильфонов на усталость, и для неусиленных сильфонов равен:

$$(8.4 \times 10^6 / \sqrt{N_{ct}}) + 38,300$$

а для усиленных сильфонов равен:

$$(10.6 \times 10^6 / \sqrt{N_{ct}}) + 48,500$$

K_s = коэффициент (не больше 1.0) для статистической вариации результатов испытаний

$$= 1.25 / (1.470 - 0.044N_t);$$

N_{ct} = количество циклов до аварии, во время испытания сильфона на усталость; под аварией понимается образование трещины сквозь толщину;

N_t = количество испытаний сильфона на усталость, выполненных, чтобы получить коэффициент материала X_m ;

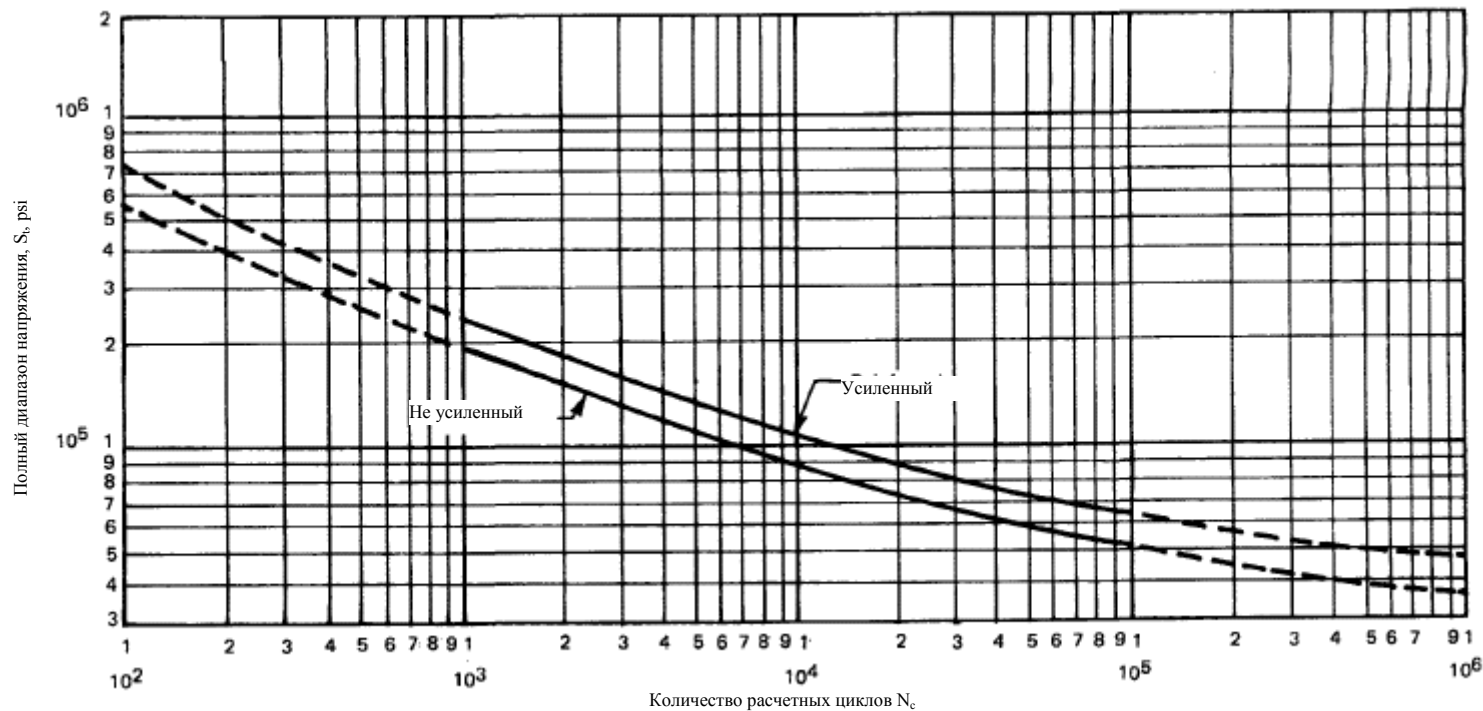
(d). Производитель должен квалифицировать производственный процесс с помощью корреляционного испытания на усталость. Минимум пять испытаний (каждое для усиленных и для не усиленных сильфонов) должно быть выполнено для сильфонов из аустенитной нержавеющей стали в состоянии после формовки, произведенных организацией, проводящей испытания. Испытание должно учитывать влияние всех параметров, необходимых для того, чтобы обосновать корреляцию между кривыми усталостной долговечности, проектными уравнениями и законченным продуктом, включая (в зависимости от применимости): диаметр сильфона, толщину сильфона, профиль изгиба, процесс производства и разницу между одно-изгибной и много-изгибной конструкцией. Коэффициент X_f должен быть определен из данных испытания в соответствии с пунктом (c), выше.

(e). Диапазон допустимого напряжения S_t для U-образных сильфонов, собранных из материала, отличного от аустенитной нержавеющей стали, в состоянии после формовки, должен получаться из данных испытания сильфона на усталость. Минимум два испытания сильфона на усталость, отличающихся по диапазону напряжения на коэффициент, по крайней мере, 2.0, требуются для того, чтобы рассчитать коэффициент материала X_m , в соответствии с пунктом (c), выше. (Коэффициент X_f в уравнении (X2) должен быть для испытанных сильфонов). Материалы, использованные в состоянии после формовки, и материалы, прошедшие термическую обработку после формовки, считаются отдельными материалами.

X302.1.4. Ограничения.

(a). Сильфоны раструбных стыков не должны изготавливаться из трубы или трубки, сваренной внахлестку.

(b). Все материалы, удерживающие давление или осевую нагрузку, вызванную давлением,



$$N_c = \left(\frac{A}{S_f - B} \right)^2$$

$$S_f = 0.7 (S_3 + S_4) + S_5 + S_6$$

Сильфоны	Циклы	A	B
Не усиленные	≤ 40,000	5.2 × 10 ⁶	38,300
	> 40,000	6.7 × 10 ⁶	30,600
Усиленные	≤ 40,000	6.6 × 10 ⁶	48,500
	> 40,000	8.5 × 10 ⁶	38,800

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Эти кривые предназначены для оценки расчетной усталостной долговечности при температуре окружающей среды для сильфонов из аустенитной нержавеющей стали, которые не проходили термическую обработку. Они считаются действительными в основном для количества циклов от 10^3 до 10^5 , из-за ограниченных данных, доступных для очень низких и очень высоких циклических диапазонов.
- (б). Уравнения записаны в форме, предоставленной в "Проектирование сосудов под давлением для низкоциклической усталостной долговечности" (B.F. Kanger, ASME 61-WA-18). Константы были модифицированы, чтобы отражать реальные данные испытаний сильфонов, сведенные в расчетную кривую в соответствии с правилами Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел VIII, Подраздел 2, Приложение 6. Расчеты S_5 и S_6 должны базироваться на модулях эластичности равных 28.3×10^6 psi..
- (с). В отношении условных обозначений смотрите стандарты EJMA.
- (д). Коэффициенты были включены в эти кривые расчетной усталостной долговечности, чтобы учитывать нормальные эффекты размера, полировки поверхности, и разброс данных. Следовательно, расчетный циклический срок службы должен реалистично отражать оценочное количество эксплуатационных циклов. Слишком консервативная оценка циклов может привести к увеличенному количеству изгибов и соединениям, более подверженным нестабильности.

Рисунок X302.1.3. Расчетные кривые усталости для сильфонов из аустенитной нержавеющей стали.

должны удовлетворять требованиям Главы III и Приложения А.

X302.2. Изготовление раструбных стыков.

Раструбные стыки должны изготавливаться в соответствии с техническими требованиями производителя, которые должны включать в себя как минимум следующие требования.

X302.2.1. Сборка.

(а). Все сварные швы должны быть выполнены квалифицированными сварщиками или операторами сварочных автоматов, с использованием сварочных процедур, квалифицированных, как требуется в параграфе 328.2.

(б). Продольный сварной шов в элементах сифонов должен быть полнопроваренным стыковым сварным швом. До формовки, толщина сварного шва должна быть не меньше, чем 1.00-кратная и не больше чем 1.10-кратная толщина материала сифона.

(с). Полный угловой сварной шов может использоваться как первичный сварной шов, чтобы крепить элемент сифона к прилегающему трубопроводному компоненту.

X302.2.2. Исследование. Следующее является минимальными требованиями контроля качества:

(а). Требуемые исследования должны быть в соответствии с параграфом 341 и 344.

(б). Продольный сварной шов в сифонной трубке должен пройти 100%-ое исследование до формовки либо с помощью радиографического исследования, либо, для толщины материала $\leq 3/32$ дюйма, сваренной за один проход, с помощью метода проникающей жидкости, как на внутренней, так и на внешней поверхности. Для целей этого Приложения, любое исследование приемлемо для проектирования с коэффициентом E_j равным 1.00, когда используется в пределах указанных ограничений по толщине.

(с). После формовки, исследование по методу проникающей жидкости должно быть проведено на всех доступных поверхностях сварного шва, внутренних и внешних. Сварные швы, крепящие сифоны к трубопроводу и так далее, должны пройти 100%-ое исследование по методу проникающей жидкости.

(д). Критерии приемлемости для радиографического исследования должны быть в соответствии с Таблицей 341.3.2. Критерии приемлемости для исследования по методу проникающей жидкости должны заключаться в том, что трещины, подсеки и неполное проплавление не допускаются.

X302.2.3. Испытание на утечку.

(а). Каждый раструбный стык должен быть испытан в цеховых условиях с помощью гидростатического давления производителем в соответствии с параграфом

345, за исключением того, что испытательное давление должно быть равно меньшей величине из следующих: давление, рассчитанное по уравнению (24) (параграф 345.4.2), и давление, рассчитанное по уравнению (X3), но не меньше чем 1.5-кратное расчетное давление. Испытательное давление должно поддерживаться в течение, по крайней мере, 10 минут.

$$P_T = 1.5P_S E_t / E \quad (X3)$$

Где:

P_T = минимальное испытательное избыточное давление;
 P_S = ограничительное расчетное давление, рассчитанное по вертикальной нестабильности (для изогнутых U-образных сифонов смотрите C-4.2.1 и C-4.2.2 в стандартах EJMA);

E_t = модуль эластичности при испытательной температуре;

E = модуль эластичности при расчетной температуре;

(б). Раструбный стык, спроектированный на выдерживание осевой нагрузки, вызванной давлением, не должен снабжаться никакими дополнительными осевыми ограничителями во время испытания на утечку. Ограничитель момента, симулирующий жесткость трубопровода, может применяться, если необходимо.

(с). В дополнение к исследованию на утечку и общую структурную целостность во время гидростатического испытания, раструбный стык должен быть исследован до, во время и после испытания, чтобы убедиться, что не произошло неприемлемое искривление. Искривление должно считаться имевшим место, если под действием внутреннего испытательного давления изначально симметричные сифоны деформируются, что приводит к недостаточной параллельности или неравномерному расстоянию между изгибами. Такая деформация должна считаться неприемлемой, когда максимальное отношение наклона сифонов под давлением к наклону после применения давления превышает 1.15 для неусиленных сифонов и 1.20 для усиленных сифонов. Исследование на утечку и деформацию должно проводиться при давлении, не меньшем чем две третьих от испытательного давления после того как будет применено полное испытательное давление.

(д). Исследование на искривление должно быть проведено при полном испытательном давлении. В целях безопасности, это может проводиться с помощью дистанционного наблюдения (например, с помощью оптического увеличения или записи на видео) изменений в расстоянии между изгибами по отношению к временно установленной контрольной модели размеров. Исследование на утечку должно проводиться при давлении, не меньшем чем две третьих от испытательного давления, после приложения полного испытательного давления. Для пневматического испытания следует соблюдать меры предосторожности, указанные в параграфе 345.5.1.

ПРИЛОЖЕНИЕ Z. ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ

Z300. ВВЕДЕНИЕ.

Комитет ASME B31 по сборнику правил для трубопроводов под давлением рассмотрит письменные запросы на толкование и изменение правил Сборника и разработает новые правила, если это будет требоваться технологическим прогрессом. Деятельность Комитета в этом направлении строго ограничивается толкованиями правил и рассмотрением предложений по изменению существующих правил на основе новых данных или технологий. ASME проводит политику, которая заключается в том, что оно не одобряет, не квалифицирует или не рекомендует какие-либо изделия, конструкции, патентованные устройства или деятельность и, соответственно, запросы, касающиеся таких действий, будут возвращены. Более того, ASME не выступает консультантом по специфическим инженерным проблемам или общему применению или пониманию правил Сборника. Если, исходя из представленной информации запроса, мнение Комитета будет таким, что запрашивающее лицо должно поискать профессиональную помощь, этот запрос будет возвращен, с рекомендацией поискать, такую помощь.

Запрос, который не предоставляет информацию, необходимую Комитету для полного понимания, будет возвращен.

Введение указывает, что "ответственностью владельца является выбор Раздела Сборника" для трубопроводной установки. Запросы, касающиеся такого решения, будут возвращены.

Z301. ТРЕБОВАНИЯ.

Запросы должны подаваться только, в отношении толкований правил или рассмотрения изменений к существующим правилам на основе новых данных или технологии. Запросы должны удовлетворять следующим требованиям:

(a). *Сфера запроса.* Включайте одно правило или близко связанные правила из сферы действия Сборника. Запрос, затрагивающий несвязанные темы, будет возвращен.

(b). *Предпосылка.* Укажите цель запроса, которая должна быть либо получением толкования правил Сборника, либо предложением к изменению существующих правил. Предоставьте информацию, необходимую для того, чтобы Комитет понял запрос, и убедитесь, что включили ссылки на применимый Раздел Сборника, Издание, Приложение, параграф, рисунок и таблицу. Если прилагаются схемы, они должны ограничиваться темой запроса.

(c). *Структура запроса.*

(1). *Предлагаемый вопрос (-ы).* Запрос должен быть представлен в виде сжатого и точного вопроса, опускающего избыточную предпосылочную информацию, и когда возможно, он должен быть составлен таким образом, чтобы допускать ответ "да" или "нет" (возможно, с некоторыми оговорками). Предложение запроса должно быть технически и редакционно корректным.

(2). *Предполагаемый ответ (-ы).* Укажите предполагаемый ответ, который требуется, по вашему мнению, в соответствии со Сборником.

Если, по мнению запрашивающего, лица, требуется изменение Сборника, необходимо приложить письменное рекомендуемое изменение в дополнение к информации, оправдывающей такое изменение.

Z302. ПОДАЧА ЗАПРОСА.

Запросы должны подаваться в печатной форме; однако, читаемые рукописные запросы также будут рассмотрены. Они должны включать наименование (имя) и почтовый адрес запрашивающего лица, и должны направляться по следующему адресу:

Secretary
ASME B31 Committee
Three Park Avenue
New York, NY 10016-5990

УКАЗАТЕЛЬ¹

- Сокращения, неметаллы, А326.3 (смотрите также символы)
- Критерии приемлемости, Таблицы 302.3.3С и D, 323.3.5, Таблица 323.3.5, 341.3.2, Таблица 341.3.2, 341.3.3, 341.4, 341.5, 344.6.2, А328.2.1, А341.3, Таблица А341.3.2, А341.4.1, К302.3.3, К323.3.5, Таблица К323.3.5, К341.3, Таблица К341.3.2
- Кислотные материалы, эффекты, F323.4
- Адгезивные соединения (смотрите также растворяющие клеи)
определение (смотрите склеенные соединения)
в металлическом трубопроводе, M318.2, K318.2
в неметаллическом трубопроводе, А328.5.6, МА311.2.
- Конденсация воздуха, 301.1.
- Выравнивание, 328.4.2, 328.4.3, Рисунок 328.4.3, 335.1.1, 341.4.1, 341.4.3, M335.1.1, K328.4.3
- Допустимые давления, неметаллы, Таблицы В-4 и В-5
- Допустимое напряжение
определение, 300.2
значения, Таблица К-1
- Амплитуда допустимого напряжения, К302.3.1, К304.8.3
- Базис допустимого напряжения, 302.3, А302.3, M302.3, К302.3
металлические материалы, 302.3.2, M302.3.2, К302.3.2
неметаллические материалы, А302.3.2
- Диапазон допустимого напряжения, 302.3.5, 319.1, 319.3.4, К302.3.5, К319.1
- Значения допустимого напряжения для болтового крепления, Таблица А-2
плакированных металлов, облицовки, 323.4.3, К323.4.3
металлы, Таблицы А-1 и К-1
опоры, 321.1.3
испытание, 302.3.6, 345.2.1, А302.3.4, К302.3.6
термопластики, Таблица В-1
- Допуски
на коррозию, эрозию, 302.4, 304.1.1, А304.1.1, M302.4, МА302.4, К302.4, К304.1.1.
на вариации давления-температуры, 302.2.4, А302.2.4, M302.2.4, Приложение V
на желобление, нарезку резьбы, 302.4., К302.4
на механическую прочность, 302.4.1
- Изменяющееся напряжение, К304.8.2, К304.8.3
- Альтернативное испытание на утечку, 345.1, 345.9, К345.1
- Алюминий и алюминиевые сплавы
допустимые напряжения, 319.3.4, Таблицы А-1 и А-2
- эффекты, F323.4
- фланцы, технические требования, Приложение L
требования по технологической среде, 323.4.2
меры предосторожности, F323.4
коэффициенты качества, Таблицы А-1А и А-1В
сварка, 323.4.2, Замечания к Приложению А
- Эффекты окружающей среды, 301.4, F301.4
- Анализ
усталостный (смотрите усталостный анализ)
гибкости, 319.4, 321.1.2, А319.4, M319.4, К319
продукт, К323.1.5
свойства анализа, 319.3, А319.3
опоры, 321.1.2, К321
- Якоря, 319.7, 321.2.1, А319.7
- Сурьма, эффекты, F323.4
- А-номера, Таблицы 330.1.1 и 331.1.1
- Приложения (смотрите Содержание)
статус, 300(f), 300.4
- Применение Сборника, Введение
- Узел, сборка, 300.2, 335, А335, M335, К335
- Образование атмосферного льда, 301.4.3
- Прикрепления, 321.1.4, 321.3, К321 (смотрите также опоры)
- Подкладочный присадочный материал (смотрите плавкие вставки)
- Подкладочный материал, 3002., 328.3.2, 328.4.2, M311.2, M328.3.2, К311.2.3, К328.3.2, К328.4.2
- Базовый материал, определение, 300.2
- Базис для допустимых напряжений (смотрите допустимые напряжения)
- Базовое допустимое напряжение
определение, 300.2
значения, Таблица А-1
- Смятие
допустимое напряжение, 302.3.1, К302.3.1
испытание, А302.3.3
- Соединения колпакового типа (смотрите также законопаченные соединения и компактные соединения)
сборка, 335.5, А335.5
требования по технологической среде, 316, 318.1, А318, M318
- Сильфонные ратсрубные стыки, 345.3.3, 345.4.2, F304.7.4, К304.7.4, Приложение X
- Гибка, 332.2, А332.2, M332, МА332, К332
- Сгибающий момент, 319.4.4.
- Температура гибки, 332.2.2

¹ Общие замечание следуют в конце этого Указателя

- Колена
 гофрированные, 306.2.2, 332.2.3, A306.2.2, M332, K306.2.3, K332.2.2, Приложение D
 изготовление, 332.2, A332.2, K332.2
 сплющивание, 332.1.1, K332.2.1
 требования по технологической среде, 306.2, A306.2, M306.2, K306.2
 составные колена, 300.2, 304.2.3, 306.3, A304.2.3, A306.3, M306.3, MA306.3, K304.2.3, K306.4
 трубные, 304.2.1, 306.2, 332.2, A304.2.1, A306.2, M306.2, M332, MA306.2, K304.2.1, K306.2, K332.2
 проектирование по давлению, 304.2.1, 304.2.4, A304.2.1, K304.2.1
 Биметаллические трубы, 301.7.3, 323.4.3, K323.4.3
 Висмут, эффект, F323.4
 Заглушки, 304.5.3, 308.1, M308.5, K308.5
 Слепые фланцы, 304.5.2, A304.5.2, K304.5.2.
 Трубопровод для водогрейных котлов, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
 Базис расчетного напряжения для болтов, 302.3.2, M302.3, K302.3.2
 Значения расчетного напряжения для болтов, Таблица А-2
 Болтовые соединения
 сборка, 335.2, A335.2, K335.2
 проектирование, 304.5.1, 308.4, 309.2, 312, K302.3, K309, F309, F312
 требования по технологической среде, 309, 312, A312, K304.5, K309, K312
 Болтовое крепление, болты, 309, Таблица 326.1, K309, Таблицы K323.3.1 и K326.1, F309.1
 процедура, 309.2.3, F309, F312
 последовательность, 309.2.3, A335.2.5
 затяжка, 309.2.3, 312.1, 312.2, 335.2.2, A335.2.4, A335.8.1
 Склеивание, герметизация, 335.3.2, A311.2.4, A328.6
 Склеенные соединения
 критерии приемлемости, Таблица A341.3.2
 определение, 300.2
 сборка, A328
 требования по технологической среде, A311, MA311.2
 материалы, A328.2.1, A328.3.1, A328.5.3, A328.5.6, A328.7
 процедуры, A328.1, A328.2, A328.5
 квалификация, A328.2
 отчеты, A328.2.4
 устранение дефектов, A328.6, A341.3.3
 повторная квалификация, A328.2.6
 ответственность, A328.1
 Склейщик, определение, 300.2
 Боросиликатное стекло, 323.4.2, A334.1, A335.8.1, Таблица В-5, FA323.4
 Прогибание (трубопровода), 301.7.2, F301.7
 Консоль, опора, 321.3.2
 Фитинги для патрубков
 определение, 300.2
 применение, 304.3.1, K304.3.1
 ограничения, 304.3.2, 304.3.3, 328.5.4, K306.1.2, K328.5.4
 Патрубки (смотрите также фитинги патрубков, прессованные отводы)
 критерии приемлемости, Таблицы 341.3.2 и K341.3.2
 вопросы, требующие рассмотрения, 304.3.5, A304.3.3
 проектирование, 304.2.4, 304.3, A304.3, K304.3
 сборка, 328.4.3, Рисунок 328.4.4, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, A328.5.2, A328.5.3, A328.5.4, A328.5.5, Рисунок A328.5.5, A328.5.6, A328.5.7, K328.5.4, Рисунок K328.5.4
 требования по технологической среде, 306.5, A306.5, M306.5, MA306.5, K306.5
 усиление, 304.3.3, 304.3.4, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, 331.1.3, A328.5.3, A328.5.6, K328.5.4, Приложение Н
 маленькие, 302.4.1, 304.3.5, 322.3.2
 прочность, 304.3.2, A304.3.2, M304.3.2, K304.3.2
 сварные, 304.3.3, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, K328.5.4, Рисунок K328.5.4, Приложение Н
 Патрубки (смотрите также фитинги патрубков, патрубки и прессованные отводы)
 Соединения, паянные твердым припоем
 сборка, 333, M333, K333
 ограничения, 317.2, M317, K317.2
 материалы, 325, 333.2
 Сварка с припоем, 300.2, 317.2, 333, M317, M333, K317.2
 Пайка твердым припоем, 300.2, 317.2, 333, M317, M333, K317.2, K333
 Хрупкий трубопровод (смотрите также пластичность)
 сборка, A335.8
 опоры, A321.5.7
 Стыковое соединение, определение, 300.2
 Стыковой сварной шов
 критерии приемлемости, 341.3.2, Таблица 341.3.2, Рисунок 341.3.2, 341.3.3, K341.3.2, Таблица K341.3.2
 требования по технологической среде, 311.2, A318.3.1, M311, K311.2
 кольцевой, 311, 328.5, M311, M328, K311, K328.5, продольный, 302.3.4, 328.4.3, 328.5, K302.3.4, K328.4.3, K328.5
 подготовка, 328.4, Рисунок 328.4.2, K328.4, Рисунок K328.4.2
 ремонт, 328.6, K328.6
 требования, 328, A329.1, K328

- Кадмий, эффект, F323.4
- Рассчитанные ограничения напряжения, 302.3.5, 302.3.6, A302.3.5, A302.3.6, K302.3.5, K302.3.6.
- Расчеты, усиление патрубка, Приложение Н
- Углеродистая сталь (смотрите сталь, отличная от нержавеющей)
- Коэффициент качества литья E_c 302.3.3, Таблицы 302.3.3C и 302.3.3D, K302.3.3. Таблица A-1A
- Литой чугун
- допустимые напряжения, 302.3.2, Таблица A-1
 - фланцы, болтовое крепление, 309.2.3
 - требования по технологической среде, 323.4.2, M323.4.2, K323.4.2, F323.4.
 - коэффициент качества E_c , Таблица A-1A
 - стандарты, Таблица 326.1
 - опоры, 321.1.4
- Категории, технологическая среда, 300(b), 300.2, Приложение М
- Категория D условий эксплуатации по технологической среде
- определение, 300.2, Приложение М
 - требования, 300(d), 305.2.1, 305.2.2, 306.3.2, 307.2, 311.2.1, 314.1, 314.2.1, 316, 317.1, Таблица 341.3.2, 341.4.2, 345.1, 345.7, A311.2.3, A323.4.2, A341.4.2, A345.7
- Категория M условий эксплуатации по технологической среде
- определение, 300.2, Приложение М
 - трубопровод, 300(d), Глава VIII, K300.1.4
- Законопаченные соединения, 300.2, 316, 335.5., A335.5, M316, M335.5, K316 (смотрите также соединения колпакового типа и компактные соединения)
- Внимание, введение (смотрите также меры предосторожности)
- Склеенные соединения (смотрите также адгезивные соединения, соединения, склеенные растворяющими клеями)
- Клеи, 325, A328.2.1, A328.3.1, A328.5.3, F323.1
- Испытание на ударную вязкость по Шарпи, 323.3, K323.3
- Химический завод, определение, 300.2
- Трубопроводы для химикатов, 300.1.1.
- Плакированные материалы, 323.4.3, K323.4.3
- Хомуты, опоры, 321.2.2, 321.3.1
- Классификация условий эксплуатации по технологической среде, Приложение М
- Очистка, 328.4.1, A328.4, F335.9
- Фиксаторы, опоры, 321.3.2
- Запорные элементы, 304.4, A304.4, M304.4, K304.4
- Сборник правил
- применение, Введение
 - частные случаи, Введение
 - сфера охвата, 300.1.1.1, Рисунок 300.1.1.1
 - описание, 300(a)
 - исключения, 300.1.3
 - запросы, Введение, Приложение Z
 - цель, Введение, 300(c)
 - толкование, Введение, Приложение Z
 - сфера действия, 300.1
- требования по условиям эксплуатации, 300(d)
- Коэффициент расширения (смотрите термическое расширение)
- Холодная деформация, 319.2.4, 335.1.1, 341.4.3, A319.2.3
- Комбинированное испытание на утечку, 345.6
- Компоненты
- критерии для проектирования, 302.2., A302.2, K302.2
 - определение, 300.2
 - размеры (стандарты), 326, A326, M326, K326
 - требования по технологической среде, 300(d), Глава II, Часть 3, A306, A308, M305-M308, MA306, MA308, K306-K309
 - включенные в список, 302.2.1, 302.2.2, 304.7.1, 305.1, 306.1.1, 307.1.1, 308.1.1, 309.1.1., 326.1.1., 326.2.1, Таблица 326.1, A302.2.2, A304.7.1, A306.1.1, M326.1.1, Таблица A326.1, K302.2.1, K302.2.2, K304.7.1, K306.1.1, K307.1.1, K326, Таблица K326.1, Приложение E
 - металлические-неметаллические, 304.7.3, A304.7.3
 - проектирование по давлению, 304, A304, M304, K304
 - номинальные показатели (стандарты), 326, A326, M326, K326
 - стандарты, 326, A326, M326
 - табличные данные, Таблицы 326.1, A326.1 и K326.1
 - не включенные в список, 302.2., 304.7.2, 326.1.2, 326.2.2, A304.7.2, M326.1.2, K302.2.3, K304.7.2
- Составы
- герметизирующие, 325, M325
 - резьбовые, 314.1, 325, 335.3.1, 335.3.2
- Компрессионные соединения, трубки, 315, 335.42, M335.4.2, K315
- Рассчитанный диапазон напряжения, 319.1, 319.4.4.
- Концентрические редукторы, 304.6, A304.6, K304.6
- Бетонные трубы, Таблица B-4
- Конденсация, воздух, 301.11
- атмосферная (влага), 301.4.3
- Условия, проектирование (смотрите условия проектирования)
- Присоединения
- патрубки (смотрите патрубки, фитинги для патрубков)
 - шланги, Таблица 326.1
 - контрольно-измерительные приборы, 322.3.2, K322.3.2
 - конструкционные (опора), 321.4
- Присоединения для трубопровода, 300.1.3, 300.2
- Подвеска постоянной опоры, 321.2.3
- Плавкие вставки, 300.2, 311.2.3, 328.3.3, 328.4.2, M328.3.2, K311.2.3, K328.4.2 (смотрите также подкладочный материал)
- Электропроводность
- электрическая, A335.2.5
 - подкладки, A329.1.2
- Сжатие, термическое (смотрите расширение)

- Трубопровод управления, 322.3, A322.3, M322.3, K322.3
- Охлаждение среды, эффекты, 301.4.1
- Медь и медные сплавы, 319.3.4, Таблицы A-01, A-1A, A-1B и A-2
- эффекты, F323.4
- Коррозия
- допуск, 302.4, 304.1.1, A304.1.1, K304.1.1
- при эксплуатации, 323.5
- Противовесные опоры, 321.2.4
- Соединительные муфты, цилиндрическая резьба, 314.2.1
- Критерии, приемлемость (смотрите критерии приемлемости)
- Критерии, проектирование (смотрите критерии проектирования)
- Критерии, испытание на ударную вязкость, 323.3.5, K323.3.5
- Трубопроводы на пересеченной местности, 300.1.3, Рисунок 300.1.1.
- Задавливание (смотрите испытание на смятие)
- Искривленная труба (смотрите также колена, коленчатые патрубки)
- внешнее давление, 304.2.4, K304.2.4
- Цианиды, эффекты, F323.4
- Циклические эффекты (нагрузки), 301.10
- Циклические условия эксплуатации, 302.3.5, K302.3.5, K304.8.1 (смотрите также жесткие циклические условия)
- Повреждение человеческих тканей, определение, 300.2
- Неподвижная нагрузка, 301.6.2, 304.3.5, 321.1
- Дефекты, Таблица 302.3.3C, 328.6, 341.3.3, 341.3.4, A328.7, A334.2, A341.3.3, K323.1.4, K328.6, K341.3.3
- Определения (в алфавитном порядке), 300.2
- условные обозначения, Приложение J
- Деформация, ограничения по напряжению, 302.3.2
- Отложенная термическая обработка, 331.2.4
- Проектирование
- допуски, 302.2.4, 302.4, A302.2.4, A302.4, M302.2.4, K302.2.4, K302.4, Приложение V
- условия, 301., A301, M301, K301, F301
- критерии, 302, A302, M302, MA302, K302
- минимальная температура, 301.3.1, 323.2.2, A301.3.1, M323.2, K323.2.2
- (особых) систем, 322, A322, M322, K322
- философия, Введение, 300(c)
- давление, 301.2, 322.6.3, M301.2
- требования, 300(c), 300.1.1 (смотрите также ответственность проектировщика, инженерный проект и другие особые термины)
- опоры, 321, A321, K321
- напряжения, болтовое крепление, 302.3.2, M302.3, K302.3.2
- значения напряжения, Таблица A-2
- напряжения, металлы (смотрите напряжения, допустимые)
- напряжения, неметаллы, A302.3, Приложение B
- температура, 301.3, A301.3, M301.3, K301
- Проектировщик
- одобрение по определению, 331.2.1, M323.1.4
- определение, 300.2
- ответственность, 300(b), 300(c), 302.2.3, 319.5, 323.2.1, 323.2.4, 331.2.1, 331.2.2, 345.5.1, A302.1, M323.1.4, K300(b), K302.2.3
- Разрушение во время эксплуатации, 323.5, M323.5
- Устройство, для сброса давления, 301.2.2, 322.6, K322.6.3
- Дифференциальное термическое расширение, 301.7.3, 313
- Стандарты по размерам, 326, A326, M326
- таблицы, Таблицы 326.1, A326.1, K326.1
- Нагнетательная труба, 301.5.5, 322.6.2, G300.2
- Неоднородности, 344.6, K302.3.3, Таблица K302.3.3D (смотрите также критерии приемлемости, индикации)
- Смещение
- деформация, 319.2.1, 319.2.3, 321.1, A319.2.1
- напряжение, 319.2.2, A319.2.2
- диапазон напряжения, 302.3.5, 319.2.3, 319.4.4, K302.3.5
- Непохожие металлы, 330.2.3, 331.2.3
- Пластичный чугун
- допустимые напряжения, Таблица A-1
- требования по технологической среде, 323.4.2, M323.4.2, K323.4.2
- коэффициент качества E_c , Таблица A-1A
- стандарты, Таблица 326.1
- опоры, 321.1.4
- Пластичность
- пониженная, 301.9
- требования (смотрите требования к ударной вязкости)
- Динамические эффекты (нагрузки), 301.5, M301.5, F301.5
- Сейсмические нагрузки, 301.5.3, 302.3.6, A302.3.4, K302.3.6
- Эксцентричные редукторы, 304.6.2, A304.6, K304.6
- Исследование вихревыми токами, Таблица K305.1.2, K344.8
- Модули эластичности, 319.3.2, 319.4.4, 319.5.1, A319.3.2, Приложение C, Приложение D
- Эластомерные уплотнения, A318.4, A335.6.3
- Коленчатые патрубки, 304.2.2, 319.4.4, A304.2.2, K304.2. (смотрите также фитинги)
- Электрическая проводимость, A335.2.6
- Электроплавнение, A328.5.5
- Элементы, трубопроводные, определение, 300.2
- Вытянутые индикации, Таблицы 341.3.2, K341.3.2
- Подготовка торцов (смотрите подготовка к сварке)
- Инженерные меры безопасности, M300(d), Приложение G
- Инженерный проект, 300(b), 300(c), M300(e), K321
- определение, 300.2
- Инженерные требования, 300(c)
- Присоединения оборудования (смотрите присоединения для трубопровода)
- Исключаемое оборудование, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
- Оборудование, компактное, 300.1.2, 300.2
- Монтаж, 300.2, 335, A335, M3335

- Ответственность монтажника, 300(b), 341.2
 Допуски на эрозию, 302.4.
 Исследование
 определение, 341.1
 персонал, 342
 процедуры, 343
 Методы исследования, 344
 вихревые токи, Таблица K305.1.2, K344.8
 во время изготовления, 341.4.1, 341.4.3, 344.7, M341.4.1, K341.4.1
 проникающая жидкость, Таблица 302.3.3C, 341.4.3, 344.4, 345.9.1, K302.3.3, K344.4.
 магнитные частицы, Таблица 302.3.3C, 341.4.3, 344.3, 345.9.1, K302.3.3, K344.3
 квалификация, 342.1, 343
 радиографическое, Таблицы 302.3.3.C и 302.3.4, 341.4.1, 341.4.3, 341.5.1, 344.5, 345.9.1, K302.3.3, Таблица K302.3.3D, K341.3.2, K341.4.1, K344.5
 вспомогательное, 341.5
 ультразвуковое, Таблица 302.3.3C, 341.4.1, 341.4.3, 344.6, K302.3.3, K341.3.2, K341.4.1, K344.6
 визуальное, 302.3.3, 341.4, 344.2, 344.7.2, 345.2.2.
 Исследование, прогрессивное (смотрите прогрессивное исследование)
 Требуемое исследование, 302.3.3, 302.3.4, 323.4.3, 341.3, Таблица 341.3.2, 341.4, 345.2.2, M341.4, K302.3.3, U302.3.4, U323.4.3, K341.3, K341.4
 альтернативное испытание на утечку, 345.1., 345.9.1, K345.9
 патрубок, 341.3.1
 литые изделия, 302.3.3, Таблицы 302.3.3.C и 302.3.3D, K302.3.3, Таблица K302.3.3D
 Категория D условий эксплуатации по технологической среде, Таблица 341.3.2, 341.4.2, A341.4.2
 Категория M условий эксплуатации по технологической среде, M341.4
 плакированная или облицованная труба, 323.4.3, K323.4.3
 условия эксплуатации при высоком давлении технологической среды, Таблица K341.3.2, K341.4
 продольные сварные швы, 302.3.4, Таблица 302.3.4, Таблица 341.3.2, 341.4.1, 341.5.1, K302.3.4, Таблица K341.3.2
 нормальные условия эксплуатации по технологической среде, Таблица 341.3.2, 341.4.1
 пневматическое испытание, 341.4.1, 345.2.2, 345.5
 прогрессивное, 341.3.4, 341.5.1
 жесткие циклические условия, Таблица 341.3.2, 341.4.3
 визуальное (смотрите визуальное исследование)
 Требования к исследованию, 341.3, A341.3, K341.3 (смотрите также требуемые исследования)
 Квалификация персонала, проводящего исследование, 342.1
 Исключаемые трубопроводы, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
 Отклонение, определение, V300.1
 Раструбные стыки, 313, M313, MA313, K313
 Расширение, термическое
 данные, 319.3.1, A319.3.1, Приложение C
 проектирование, 301.7, 304.3.5, 319, A319
 разница, 301.7.3
 эффекты, 301.7, 304.7.2, 313, 315.1, A304.7.2, K304.7.2., F301.7
 технологическая среда, 301.4.2
 трубопровод, 301.7, 319, A319, M319
 Раструбные стыки, 304.7.4, 319.7, 321.2.1, 345.3.3, A319.7, F304.7.4
 сильфонного типа, 345.3.3, 345.4.2, K304.7.2, K304.7.4, Приложение X
 Экспериментальный анализ напряжения, 304.7.2
 Продленная усталостная долговечность, K304.8.6.
 Внешнее давление,
 проектирование, 302.3.5, 304.1.3, 304.2.4, 304.3.3(b), A302.3.3, A304.1.3, A304.3.2, K302.3.5, K304.1.3, K304.23.4
 испытание, 345.2.4, 345.2.5
 Прессованные отводы, 304.3.1, 304.3.4, Рисунок 304.3.4, K304.3.1
 Сборные патрубки
 требования по технологической среде, 306.5, A306.5, K306.5
 проектирование по давлению, 304.3, B304.3, M304.3, K304.3
 Сборные нахлестки, 306.4.1, 306.4.3, 328.5.5, A306.4, M306.4, K306.4, K328.5.5.
 Сборка, 300.2, 323.4.3, 327-333, A328-A334, M328-M333, K323.4.3, K328-K333
 Ответственность сборщика, 300(b), Таблица 323.2.2, 327-333, 341, A328-A334, A341, M328-M333, M341, K328-K333, K341
 Торцовка, фланец (смотрите фланцевая торцовка)
 Коэффициент безопасности, X302.1.1
 Коэффициенты
 литья E_C (смотрите ссылки в Приложении J)
 гибкости, h , 319.3.6, Приложение D
 увеличения напряжения i , 319.3.6, 319.4.4, Приложение D
 уменьшения диапазона напряжений f , 302.3.5
 сварного соединения, E_j (смотрите ссылки в Приложении J)
 Усталость, 301.10, 319.1.1, K302.3.1, K304.7.2, K304.8, 323.1.4, X301.1.2, Рисунок X302.1.3
 Усталостный анализ, K304.8, K319, X302.1.3
 Усталостная долговечность, A304.7.2, K323.1.4
 продленная, K304.8.6
 Присадочный материал, 300.2, Таблица 323.3.1, 328.3.1, 333.2.1, A328.3.1, Таблица K323.3.1, K328.3.1
 Угловой сварной шов, 300.2, 311.2.5, 328.5.2, Рисунки 328.5.2, 328.5.4 и 328.5.5, 331.1.3, Таблица 341.3.2, K311.2.5, K328.5.2, Таблицы K341.3.2 и D300, Приложение H
 Трубопровод системы противопожарной защиты, 300.1.3

- Нагреватель с огневым подводом тепла (смотрите трубопроводы нагревателей)
- Фитинги (смотрите также фитинги патрубков)
- определение (смотрите компоненты)
 - требования по технологической среде, 306, A306, M306, MA306, K306
- Арматура, опора, 321.2
- определение (смотрите элементы трубопроводной опоры)
- Огнеопасный, определение, 300.2 (смотрите также опасный)
- Фланцевая торцовка, 308.3, A308.2, K308.4, F308.4
- Фланцевые соединения (смотрите также болтовые соединения)
- сборка, 302.3.2, 312, 335.2, A335.2, K312, K335.2, F312
 - болтовое крепление (смотрите болты)
 - требования по технологической среде, 312, A312, K312
 - прокладки (смотрите прокладки)
- Фланцы
- алюминиевые, технические требования,
- Приложение L
- слепые, 304.5.2, A304.5.2, K304.5.2
 - раструбные стыки, 308.2.2, M308.2, K308.2.2
 - торцовка, 308.3, A308.2.1, M308.2, K308.4, F308.4
 - с плоским торцом, 309.2.3, 312.2, F308.4 (смотрите также полнолицевые прокладки)
 - требования по технологической среде, 308, A308.2, M308, MA308.2, K308
 - для жестких циклических условий, 308.2.4
 - проектирование по давлению, 304.5, B304.5, A312, K304.5, F312
 - съёмные, 308.2.1, 311.2.5, 328.5.2, Рисунок 328.5.2, Таблица 308.2.1, Таблица 341.3.2, M308.2, K308.2, F308.2
 - резьбовые отверстия, 309.3, A309.3
 - резьбовые, 308.2.3, M308.2, K308.2.1
 - со сварной горловиной, 308.2.4
- Развальцованные нахлестки, 306.4.2, 306.4.3, 308.2.5, 332.1, 323.3, A306.4.2, M306.4, K306.4, K308.2.2
- Развальцованные соединения насосно-компрессорных трубок, 315, 335.4.1, A335.4.1, M335.4.1, K315
- Нерзавальцованные соединения насосно-компрессорных трубок, 315, 335.4.2, M335.4.2, K315
- Мгновенное испарение технологической среды, 301.5.1, F301.5
- Гибкость, 319, A319, M319, K319
- анализ, 319.4, 321.1.2, 345.9.2, A319.4, M319.4, K319
 - характеристика h, Таблица D300
 - коэффициент k, 319.3.6, Таблица D300
 - увеличенная, 319.7, A319.7
 - напряжения, 319.4.4
- Гибкие соединения, 319.7, A319.7
- Технологическая среда
- охлаждение, эффект, 301.4.1
 - мгновенное испарение, 301.5.1, F301.5.1
 - гейзерование, 301.5.1, F301.5.1
 - нестабильность, 300(c), F323(a)
 - реактивность, F323(a)
 - доливка, 301.5.1
 - термическое расширение, 301.2.2, 301.4.2
 - двухфазный поток, 301.5.1, 301.7.2, F301.7
- Условия эксплуатации по технологической среде
- категории, 300(d), 300.2, Приложение M
 - определения, 300.2
 - руководство по классификации, Приложение M
 - меры предосторожности, материалы, F323, FA323.4
 - требования, 305-318, 323.4, A305-A318, A323.4, M305-M318, M323.4, MA305-MA318, MA323.4, K305-K318, K323.4
 - Псевдооживленные материалы, 300.1.1
 - Кованые фитинги, 306.1, M306.1, K306.1
 - Кованые нахлестки, 306.1, 306.4, M306.1, K306.1, K306.4
 - Формовка, 332.1, 332.3, K332.3
 - Полнолицевые прокладки, 304.5.1, 309.2.3, 312.2., A304.5.1, F308.4
- Галлий, эффекты, F323.4
- Газовые трубопроводы
- заводские, 300.1.1
 - транспортные линии, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
- Прокладки, 308.1, 308.4, 325, 335.2.4, A308.4, K308.1, K308.4, F308.4, F312
- полнолицевые (смотрите полнолицевые прокладки)
- Гейзерование среды, 301.5.1, F301.5
- Кольцевой сварной шов
- требования по технологической среде, 311, M311, K311
 - изъяны, 341.3.2, Рисунок 341.3.2, таблица 341.3.2, K341.3.2, Таблица K341.3.2
- Соединения сальникового типа, 318, 335.6, M318, K318
- Стекло, боросиликатное, A321.5.3, A323.4.2, A334.1, A335.8.1
- Правительственная юрисдикция, Введение
- Градиенты, температурные, 301.7.2, F301.7
- Допуск на желобление, 302.4, K302.4
- Руководство по классификации условий эксплуатации по технологической среде, Приложение M
- Направляющие (опоры), 321.2.1.
- Намотанный слой (смотрите стыковое обмотанное соединение)
- Подвеска, трубы (смотрите опоры)
- Твердость
- затвердевание на воздухе, 331.1.3, K331.1.3
 - требования, 331.1.7, Таблица 331.1.1, K331.1.3
 - испытание, 331.1.7, 341.5.2
- Опасность (для персонала), Приложение G
- Опасные свойства среды (смотрите 300(c), Категория D, Категория M, наносящие вред человеческим тканям, огнеопасные, условия эксплуатации по технологической среде, нестабильность среды; смотрите

G301.1; смотрите также требования по технологической среде для конкретных трубопроводных элементов)
 Коллектор, 304.3.4, 319.4.4, Приложение Н (смотрите также напорная труба)
 прессованный отвод, 304.3.4
 Зона термического влияния, 300.2, Таблицы 323.2.2 и 323.ю3.1, 331.1.7, Таблица K323.3.1
 Трубопровод нагревателя, 300.1.3, Рисунок 300.1.1.
 Соединение, сделанное термическим плавлением, A328.5.4
 Термическая обработка, 300.2, Таблицы 323.2.2 и 323.3.1, 323.3.5, 328.2.1, 331, Таблица 331.1.1, M331, K331
 для гибки и формовки, 332.4, K332.4
 для клапаном со сварными торцами, 328.5.1
 локальная (смотрите локальная термическая обработка)
 Трубопровод высокого давления, 300(е), Глава IX сфера применения и применимость, K300
 Чугун с высоким содержанием кремния, 323.4.2, F323.4
 Отверстия, резьбовые, 309.3, A309.3
 Шланговое присоединение (стандарт), Таблица 326.1
 Соединение, сделанное сваркой горячим газом, A328.5.2
 Гидравлический
 удар (смотрите удар, гидравлический)
 опора, 321.2.5
 Водород, эффекты, F323.4
 Гидростатическое расчетное напряжение
 определение, A302.3
 значения, Таблица В-1
 Гидростатическое испытание на утечку, 345.1, 345.4, A345.4, K345.1, K345.4
 Гидростатически-пневматическое испытание на утечку, 345.6, K345.6
 Ледовые нагрузки, 301.6.1, 321.1
 Образование льда, атмосферного, 301.4.3
 Идентификация, склейка, сварка, 328.5.1, A328.5.1
 Ударная вязкость (смотрите также вязкость ударная)
 критерии приемлемости, 323.3.5, Таблица 323.3.5, K323.3.5, Таблица K323.3.5
 силы или нагрузки, 301.5.1, 315.1, 321.1, A302.1, A304.7.2, A323.4.1, M301.5.1, K304.7.2
 гидравлическая, 301.5.1
 испытание, металлы, Таблица 323.2.2, 323.3, Таблица 323.3.1, K323.3, Таблица K323.3.1
 Изъяны, 341.3.3, Рисунок 341.3.2, K341.3.3 (смотрите также критерии приемлемости, индикации)
 иллюстрации, Рисунки 328.4.3, 328.4.4 и 341.3.2
 Увеличивающаяся гибкость, 319.7, A319.7
 Индикации, 300.2, Таблицы 341.3.2 и K341.3.2
 Испытание на утечку при изначальной эксплуатации, 345.7, A345, K345.1

Исследование в процессе изготовления, 341.4.1, 341.4.3, 344.7, M341.4, K341.4.2
 Запросы, Введение, Приложение Z
 Вставки, плавкие, 300.2, 311.2.3, 328.2.1, 328.3.3, Рисунок 328.3.2, 328.4.2, M328.3.2, K311.2.1, K328.4.2
 Осмотр, 300.2, 340
 Инспектор
 одобрение со стороны инспектора, 304.7.2, 328.2.2, 328.2.3, 341.4.1, 341.4.3, A328.2.2, A328.2.3, M341.4.1
 сертификация инспектором, 341.4.1, 345.2.7
 определение, 340.4
 квалификации, 340.4
 ответственность, 300(b), 328.2.2, 328.2.3, 340.2
 права, 340.3
 Нестабильность среды, 300(c), F323(a)
 Трубопровод контрольно-измерительных приборов, 322.3, A322.3, M322.3, K322.3
 компоненты, определение, 300.2
 Трубопровод с изоляцией, 301.3.3, 301.3.4
 Нагрузки изоляции, 301.6.2
 Коэффициенты усиления, 319.3.6, 319.4.4, Приложение D
 Цель Сборника, Введение, 300(c)
 Среднелегированные стали (смотрите сталь отличная от нержавеющей)
 Внутренняя изоляция, 301.3.4
 Внутреннее давление
 проектирование, 302.3.5, 303, 304, A304, M304, MA304, K302.3.5, K303, K304
 испытание на утечку, 345.2.1, 345.4, 345.5, 345.6, 345.7, A345.2.1, A345.4.2, K345.2.1, K345.4.2
 Толкование Сборника, Введение, Приложение Z
 Прерванная сварка, 330.2.4
 Трубопровод в кожухе, 301.7.3, 345.2.5
 испытание на утечку, 345.2.5
 Соединение
 материалы, 325, 328.3, Таблица A326.1, A328.3.1, A328.5.1, A328.5.3, A328.5.5, A328.5.6, K328.3
 металлы, 327, 328, 333, 335, A329, A335, M335, K328, K333
 материалы, облицованные неметаллами, A329, A335.2.5
 неметаллы, A328 A334, A335
 непластиковые неметаллы, A334
 Соединение (смотрите также особые типы соединений)
 выравнивание, 328.4.2, 328.4.3, 335.1.1, M335.1.1
 сборка, 335, A335, M335
 проектирование, определение (сварное), 300.2
 посадка, A328.4
 требования по технологической среде, 300(d), 310-318, A310-A318, M310-M318, MA310-MA318, K310-K318
 проплавление, 328.5.4, 328.5.6, 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица 341.3.2, K341.3.2, Таблица K341.3.2

- подготовка, 328.4, A328.4, A328.5.2, A328.5.3, A328.5.4, K328.4
- Стык разных условий эксплуатации, 302.2.5, A302.2.5, M302.2.5, K302.2.5
- Юрисдикция (смотрите правительственная)
- Обмотанный (смотрите стыковое обмотанное)
- Нахлестка (смотрите сборная нахлестка, развальцованная или кованая нахлестка)
- для жестких циклических условий, 306.4, 306.4.3
- Параметр Ларсона-Миллиера, Приложение V
- Поперечная (посадка), 304.3.1
- Свинец
- эффекты, F323.4
- требования по технологической среде, 323.4.2
- Испытание на утечку, 345, A345, M345, K345, X302.2.3
- Правило доли срока службы, Приложение V
- Ограничения на
- изъяны (смотрите критерии приемлемости)
- температуру (смотрите температурные ограничения)
- Ограничения, температура (смотрите температурные ограничения)
- Облицованный трубопровод, 301.7.3, 323.4.3, A300(a), A300(d), A308.4.1, A312, A318.3, A323.4.3, A329, A335.2.6, M323.4.3, MA323.4.3, K323.4.3
- Сжиженные газы, 300.1.1.
- Исследование проникающей жидкостью, Таблицы 302.3.3C и 341.3.2, 341.4.3, 344.4., 345.9.1, K302.3.3, K344.4, X302.2.
- Трубопроводы для жидкости, 300.1.1, 300.1.3
- Включенные в список
- компоненты (смотрите компоненты, включенные в список)
- определение, 300.2
- соединения, 315.2, 318.1.1.
- материалы, 323.1.1, M321
- технические требования, 323.1.1, Приложения А, В, Е и К
- стандарты, 326.1.1, A326, K326.1, Приложение Е
- стандарты, таблицы, Таблицы 326.1, A326.1 и K326.1
- Подвижная нагрузка, 301.6.1, 304.3.5, 321.1
- Нагрузки (смотрите особые виды нагрузки)
- Локальная термическая обработка, 331.2.6
- Продольные
- соединения, 302.3.4, 328.4.3, Таблица 341.3.2, K302.3.4, K328.4.3, Таблица K341.3.2
- напряжения, 302.2.4, 302.3.5, K302.3.5
- Низколегированная сталь (смотрите сталь, отличная от нержавеющей)
- Низкотемпературные требования, 323.2.2, Таблица 323.2.2, A323.2.2, Таблица A323.2.2, K323.2.2
- Смазка, резьбовая, 325, 335.3.1, A314.2.1
- Магний, эффекты, F323.4
- Исследование магнитными частицами, Таблицы 302.3.3C и 341.3.2, 341.4.3, 344.3, 345.9.1, K302.3.3, K344.3
- Неправильное функционирование, 301.2.1, 301.4.3, 302.2.4
- Ковкий чугун
- допустимые напряжения, 302.3.2, Таблица А-1
- требования по технологической среде, 323.4.2, M323.4.2, K323.4.2, F323.4
- коэффициент качества E_C , Таблица А-1А
- стандарты, Таблица 326.1
- опоры, 321.1.4
- Ответственность производителя, 300(b), 304.3.4, Таблица 323.3.1, 341.2
- Материалы, 323, 325, A323, M323, MA323, K323
- склеивание, A328
- плакированные, 323.4.3, K323.4.3
- разрушение во время эксплуатации, 323.5
- требования по технологической среде, 300(d), 323.4, A323.4, M323.4, MA323.4, K323.4
- включенные в список, 323.1.1
- металлическая облицовка, 323.4.3, K323.4.3
- разные, 325
- неметаллическая облицовка, A323.4.3
- меры предосторожности, F323, FA323.4
- свойства для анализа гибкости, 319.3, A319.3,
- Приложение С
- восстановленные из отходов, 323.1.4, A323.1.4, M323.1.4, K323.1.4
- опоры, 321.1.4, M321
- температурные ограничения, 323.2, A323.2, Таблицы A323.4.2C и A323.4.3, M323.2, K323.2
- неизвестные, 321.1.4, 323.1.3, M321.1.3, K323.1.3
- не включенные в список, 323.1.2
- сварка, 328, A329.1, K328
- Максимальное давление сброса, 322.6.3
- Механические соединения, 300.2, 318, M318, K318
- Механические нагрузки, 313, 314.2.1, 314.2.2, 319.1, 321.1.1, A323.4.1, K314.1
- Допуски на механическую прочность, 320.4.1
- Металлические сильфонные раструбные стыки, 345.3.3, 345.4.2, F304.7.4, Приложение X
- Металлически-неметаллические трубопроводы, 301.7.3, 304.7.3, A304.7.3
- Невыверенность (смотрите выравнивание)
- Разные материалы, 325
- Составное колено, определение, 300.2
- Составное колено
- анализ гибкости, 319.4.4
- требования по технологической среде, 306.3, A306.3, M306.3, MA306.3, K306.3
- проектирование по давлению, 304.2.3, A304.2.3
- Модуль эластичности, 319.3.2, 319.5.1, A319.3.2, Приложение С, Приложение D
- Моменты в трубопроводах, 319.4.4

Движения

присоединенного оборудования, 301.8, 319.2.1
 трубопровода, 304.3.5, 319.6, A319.6
 опор, 301.8, 304.3.5, 319.2.1

Групповые патрубки, 304.3.3, 304.4.3
 Групповые отводные запорные элементы, 304.4.2

Трубопровод для природного газа, 300.1.1, 300.1.3
 Никель и никелевые сплавы, Таблицы А-1, А-1А, А-1В и А-2, F323.4
 Условные обозначения и символы, 300.3, Приложение J
 Номинальный, 300.2
 Номинальный размер трубы (NPS), 300.2, Приложение J
 Трубопровод, облицованный неметаллами, 300(d), Глава VII, MA300, MA323.4.3
 Неметаллический облицовочный материал, A323.4.3
 Неметаллический-металлический трубопровод, 301.7.3, 304.7.3, A304.7.3
 Неметаллы, 300(d), Глава VII, MA300-MA346, Приложение В, Таблицы С-5 и С-8
 Непластиковые неметаллы
 требования по технологической среде, A323.4.2
 соединения, A334
 устранение дефектов, A334.2

Нормальные условия эксплуатации по технологической среде
 определение, 300.2
 требования, 300(d), 305.1, 306.1.1, 306.3.1, 306.4.1, 306.4.2, 306.5.1, 307.1.1, 308.1.1, 309.1.1., 311.1, 314.1, 315.2, 317.2, 318.1.1, Таблица 341.3.2, 341.4.1, A305, A306.1.1, A306.3, A306.5.1, A311.1, A314.1, A318.3, A314.4.1
 Чувствительность к надрезу, 300.2
 Ударная вязкость (смотрите вязкость ударная)
 NPS (смотрите номинальный размер трубы)

Случайные нагрузки, 302.3.6, A302.3.4, K302.3.6
 Случайные вариации (смотрите допуски на вариации температуры-давления)
 Нефтепроводы
 заводские, 300.1.1
 транспортные линии, 300.1.3, Рисунок 301.1.1

Отверстия в запорных элементах, 304.4, A304.4, M304.4
 Операторы, квалификация, 328.2, A328.2, K328.2
 Уплотнительные кольца, 325
 Отводные патрубки, 304.3.1, 304.3.2, 304.4.2, 306.1.3, M306.5
 Отводные коллекторы (смотрите прессованные отводы)
 Владелец
 одобрение со стороны владельца, 328.3.1, 345.4.3, A345.5.1, K302.2.1, K304.8.5, K328.3
 руководство пол классификации условий эксплуатации по технологической среде, Приложение М
 выбор испытаний, 345.1, 345.7

ответственность, 300(b), 300(d), 300(e), 302.2.1, 302.2.4, 340.3, 346.3, M300(a), K300(a), K300(b), K302.2.1, K304.8.5, K328.3.1, K333, Приложение М
 Инспектор, работающий у владельца (смотрите Инспектор)
 Условия эксплуатации с окислительной средой, F323.4, F335.9

Компактное оборудование, 300.1.2, Рисунок 300.1.1, 300.2
 Компактные соединения, 304.7.4, 318, 318.2.3, 321.2.1, 335.6.2, A335.5., A335.6, K318, F323.1 (смотрите также законопаченные соединения)
 Набивка, соединение или клапан, 325, F323.1
 Подушка, усилительная (смотрите усилительное кольцо)
 Задавливание сварных швов, 328.5.1
 Проплавление (смотрите проплавление соединения)
 Испытание в рабочих условиях, A304.7.2, K304.7.2
 Нефтеперерабатывающий завод, определения, 300.2

Труба
 определение, 300.2
 фитинги, 306, A306, M306, K306
 требования по технологической среде, 305, A305, M305, K305
 проектирование по давлению, 304.1, A304.1, K304.1

Трубные колена
 требования по технологической среде, 306.2, A306.2, M306.2, K306.2
 проектирование по давлению, 304.2.1, A304.2.1, K304.2.1

Трубная подвеска, 321.2.2, 321.3.1
 Опоры труб, 300.2, 301.8, 321, A321, M321, K321

Трубопровод
 плакированный, 323.4.3, K323.4.3
 включенные в сферу действия Сборника, 300.1.1, Рисунок 300.1.1
 компоненты (смотрите компоненты)
 присоединения (смотрите присоединения)
 на пересеченной местности, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
 определение, 300.2
 элементы, определение, 300.2
 исключенные из Сборника, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
 для системы противопожарной защиты, 300.1.3
 высокого давления (смотрите трубопровод высокого давления)
 контрольно-измерительных приборов (смотрите трубопровод контрольно-измерительных приборов)
 в кожухе, 301.7.3, 345.2.5
 соединения (смотрите соединения, смотрите также особые типы соединений)
 облицованные (смотрите облицованные трубопроводы)
 моменты, 319.4.4
 движения, 319.6, A319.6
 для сброса давления (смотрите трубопроводы для сброса давления)
 опоры, 321, A321, M321, K321

- транспортные, 300.1.3
Трубопроводная система, определение, 300.2
Слесарные работы, 300.1.3
Пневматическое испытание на утечку, 341.1, 345.1, 345.5, А345.5, К345.1, К345.5
Р-номера, 328.2.1, 328.2.2, 331.1.3, Таблицы 300.1.1 и 331.1.1, 332.4.1, 341.3.1, К330.1.1, К331.1., К332.4.1, Таблица А-1, Таблица К-1
Коэффициент Пуассона, 319.3.3, А319.3.3
Послесварочная термическая обработка (смотрите термическая обработка)
Энергетические котлы, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
Меры предосторожности, Приложение F материалы, F323.4, FA323.4
Предварительный нагрев, 300.2, 330, Таблица 330.1.1, А228.4, К330
Подготовка (смотрите также подготовка соединения) к испытанию, 345.3
Давление, допустимое (смотрите допустимое давление) расчетное (смотрите расчетное давление)
Удержание давления, 301.2.1, 301.2.2, 301.2.3
Проектирование по давлению, 303, 304, А303, А304, К304, К305
 колена, 304.2.1, А304.2.1, К304.2.1
 заглушки, 304.5.3, К304.5.3
 слепые фланцы, 304.5.2, А304.5.2, К304.5.2
 патрубки, 304.3, А304.3, К304.3
 запорные элементы, 304.4, А304.4, К304.4
 крестовины, 304.3.1, А304.3.2
 коленчатые патрубки, 304.2.2, А304.2.2, К304.2.2
 внешнее давление, 302.3.5, 304.1.3, 304.2.4, 304.3.3, 304.3.6, А302.3.3, А304.1.3, А304.3.2, К304.1.3, К304.2.4
 прессованные отводы, 304.3.1, 304.3.4
 усталостный анализ, К304.8.4
 фланцы, 304.5, А304.5, К304.5
 общие положения, 303, А303, ;303
 поперечный, 304.3.1, А304.3.2
 составные колена, 304.2.3, А304.2.3
 групповые патрубки, 304.3.3, 304.3.4
 другие компоненты, 304.7, А304.7, К304.7
 трубы, 304.1, А304.1, К304.1
 редукторы, 304.6, А304.6, К304.6
 тройники, 304.3.2, А304.3.2
 сварные отводы, 304.3.2, 304.4.2
Устройства сброса давления, 301.2.2, 322.6, К322.6.3
Системы сброса давления, 301.2.2, 301.5.5, 302.2.4, 322.6, А322.6, М322.6, МА322, К322.6.3, F322.6
Испытание давлением, сильфонные раструбные стыки, Х302.2.3
Испытание давлением (смотрите испытание на утечку)
Давление-температура критерии проектирования, 302.2., А302.2, М302, К302.2
номинальные показатели, 302.2.1, 303,326, А326, К302.2.1, К303, Таблица К326.1
вариации (смотрите допуски на вариации)
Процедуры
 гибка, К332.1
 склеивание, А328.2
 паяние твердым припоем, 331.1.1
 исследование, 343
 формовка, К322.3
 соединение, А344
 эксплуатация, для трубопровода, G300.2
 квалификация (смотрите квалификация)
 паяние мягким припоем, 333.4.1
 сварка, 328.2, А329.1.2, К328.2
Технологическая установка, 300.2
Прогрессивное исследование, 341.3.4, 341.5.1
Запреты, Введение
Испытание на герметичность, G300.2, G300.3
Квалификация
 склейщики, операторы склеивания, А328.2
 процедуры склеивания, А328.2
 паяние твердым припоем, 333.1.1
 проведенная другими лицами, 328.2.2, 328.2.3, А328.2.2 А328.2.3, К328.2.2, К328.2.3
 метод исследования, 343
 персонал, проводящий исследования, 342.1
 инспектор, работающий у владельца, 340.4
 отчеты (смотрите отчеты)
 испытания, 328.2.1, А328.2.5, К328.2.1
 сварщики, операторы сварочных автоматов, 328.2.1, А329.1.2, К328.2.1
 сварочные процедуры, 328.2, А329, К328.2
Гарантия качества, сварной шов, 319.4.5
Коэффициент качества
 литья, 302.3.1, 302.3.3, К302.3.3, Таблица А-1А
 сварного соединения, 302.3.1, 302.3.4, К302.3.4, Таблица А-1В
Количество технологической среды, G300.1, G300.3
Радиографическое исследование, 344.5, К344.5
 литых изделий, Таблицы 302.3.3С и 302.3.3D, К302.3.3, Таблица К302.3.3D
 продольных сварных швов, Таблицы 302.3.4, 341.3.2 и К341.3.2
 полное (100%-ое), Таблицы 302.3.3С и 302.3.3D, 302.3.4, 341.4.3, 344.5.3, 345.9.1, К341.4.1
 случайное, 341.4.1, 344.5.3, М341.4.1
 точечное (смотрите точечное радиографическое исследование)
Диапазон, допустимые напряжения (смотрите диапазон допустимых напряжений)
Номинальные показатели
 на стыки двух разных условий эксплуатации, 302.2.5, А302.2.5, М302.2.5

- давление-температура, 302.2.1, 303, 326, A302.2.1, A312, A326, K302.2.1, K303, Таблица K326.1
- Реакции, трубопровод, 319.5.2
- Материалы, восстановленные из отходов, 323.1.4, A323.1.4, M323.1.4, K323.1.4
- Отчеты, 346
- по склеиванию, A328.2.4
 - исследования, 341.4.1, 341.4.3
 - квалификация процедуры (PQR), 300.2
 - квалификация, 328.2.4, 342.1, A328.2.4
 - испытание, 345.2.7
 - сварка, 328.2.4
- Редукторы, 304.6, A304.6, K304.6
- Ссылочные технические требования, Приложения А, В, Е и Е
- Ссылочные стандарты, 326, A326, M326, Таблица K326.1, Приложение Е
- таблицы, Таблицы 326.1, A326.1 и K326.1
- Трубопроводы холодильных установок, 300.1.1, 300.1.2, Рисунок 300.1.1.
- Армированный пластиковый строительный раствор (RPM)
- сборка, A335.3.5
 - склеивание, A328.5.1, A328.5.6, A328.5.7
 - расчетное напряжение, A302.3.2, Приложение В
 - требования по технологической среде, A314.2.2, A323.4.2
- Армированная термореактивная смола (RTR)
- сборка, A335.3.5
 - склеивание, A328.5.1, A328.5.6, A328.5.7
 - расчетное напряжение, A302.3.2, Приложение В
 - требования по технологической среде, A314.2.2, A323.4.2
- Усиление
- патрубков, 300.2, 304.3.3, Рисунок 304.3.3, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, K304.3.3, Приложение Н
 - прессованных отводных коллекторов, 304.3.4, Рисунок 304.3.4
 - сварных швов, 300.2, Таблица 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица K341.3.2
- Усилительное кольцо (или подушка, или седло), 304.3.3, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, 331.1.3, Приложение Н
- Сброс, давление (смотрите сброс давления)
- Устранение дефектов, Таблица 302.3.3С, 328.6., 335.2.1, 335.4.1, 341.3.3, A328.7, A329.1.2, A334.1, A335.8, A341.3.3, K328.6, K341.3.3
- Повторная квалификация
- склейщик, оператор склеивания, A328.2.6
 - сварщик, оператор сварочного автомата, 328.1, K328.2.1
- Запрос на пересмотр, Приложение Z
- Требуемое исследование, 341.4, A341.4, M341.4, K341.4
- Требования к сварке (смотрите требования к сварке)
- Эластичная опора, 321.2.3
- Ответственность
- склеивание, A328.1
 - проектирование, 300(b), 300(c), 300(d), 300.4, K300(b)
 - монтаж, 300(b), 341.2
 - исследование, 341.2
 - сборка (смотрите ответственность сборщика)
 - инспекция (смотрите ответственность инспектора)
 - производство, 300(b), Таблица 323.2.2, 341.2
 - владелец (смотрите ответственность владельца)
 - сварка, 328.1, K328.1
- Ограничитель
- определение, 319.2.1
 - эффекты, 319.2.1
 - арматура, 321.2.1
 - нагрузки, вызванные ограничителями, 301.7.1
 - материалы, 321.1.4
- Корень
- изъяны, Таблицы 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица K341.3.2
 - отверстие, 300.2, Рисунки 328.4.2, 328.4.3 и 328.4.4
 - проплавление, 328.5.4, Таблица 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица K341.3.2
 - расстояние (смотрите подготовка к сварке)
- RPM (смотрите армированный пластиковый строительный раствор)
- RTR (смотрите армированная термореактивная смола)
- Напорная труба, 304.3, 319.2.2, 319.4.1, 319.4.4, 328.5.4, Приложение Н (смотрите также коллектор)
- Седло, 321.3.1, A306.5.2, A328.5.3, A328.5.4, A328.5.5, A328.5.6 (смотрите также усилительное кольцо)
- Меры безопасности, 300(d), 300.2, 305.2.2, 308.2.4, 313, Таблица 314.2.1, 314.2.2, 315.2, 317.2, 318.2.3, 323.4.2, A323.4.1, A323.4.2, M300(d), FA323, Приложение G
- Предохранительный сброс (смотрите сброс давления)
- Сфера действия Сборника, 300.1
- диаграмма сферы действия Сборника, Рисунок 300.1.1.
- Герметичное склеивание, 300.2, A311.2.4, A328.7
- Герметизирующий сварной шов, 300.2, 311.2.6, 314.1, 328.5.3, 331.1.3, 335.3.2, K311.2.6
- Чувствительное испытание на утечку, 345.8, 345.9.3, M345.1, K345.1
- Сепаратор, 307, M307, K307
- Установка по давлению, 322.6.3
- Жесткие циклические условия, 300(d), 300.2, 305.2.3, 306.1.4, 306.2.3, 306.3.3, 306.4.3, 306.5.2, 308.2.1, 308.2.4, 309.2.4, 311.2.2, 311.2.3, 314.1, 317.2, 318.2.2, 323.4.2, Таблица 341.3.2, 341.4.3, A300(e), M300(e), K302
- Сдвиг, допустимое напряжение, 302.3.1, K302.3.1
- Испытание на сдвиг, 323.4.3
- Экранирование трубопровода, G300.3
- Удар, гидравлический, 301.5.1, 315.1, 321.1, A302.1, A304.7.2, A323.4.1, K304.7.2
- термический, A202.1, A304.7.2, A323.4.2, A335.8.1

- Размер сварного шва, 300.2, Рисунок 328.5.2, 328.5.4, Рисунок 328.5.4, 328.5.5, Рисунок 328.5.5
- Шлак, 300.2, Таблицы 341.3.2 и К341.3.2
- Скользкая опора, 321.2.
- Съемные фланцы (смотрите фланцы)
- Снеговые нагрузки, 301.6.1, 321.1
- Муфтовый сварной шов, 311.2.4, 311.2.5, 328.5.2, Рисунок 328.5.2, 331.1.3, Таблица 341.3.2, 341.4.3, М311.1, К311.2.3
- Соединения, паянные мягким припоем, 317, 325, 333, М317, К317.1, К333, F323.1
- Паяние мягким припоем, 300.2, 333
- Соединения, сделанные растворяющим клеем, А328.5.3
- Разнесение (смотрите подготовка к сварке) особые соединения, 318, 335.6, А318, А335.6, М318, М335.6, К318, К335.4
- Особые виды испытания, 345.7, 345.8, 345.9
- Технические требования (смотрите также стандарты)
- указатель, Приложения А, В и К
 - включенные в список, 302.1.1, 302.2.2, 323.1.1
 - ссылочные, Приложения А, В, Е и К
 - не включенные в список, 302.2.3, 323.1.2
- Спиральный сварной шов (смотрите продольные соединения)
- Точечное радиографическое исследование, Таблица 302.3.4, 341.5.1, 344.5.2
- Пружинная опора, 321.2.3
- Искривление (смотрите сильфонный раструбный стык), Х302.2.3
- Нержавеющие стали, Таблицы А-1, А-1А, А-1В, А-2, С-1, С-3 и С-6, F323.4
- Стандарты (смотрите также технические требования)
- компоненты, 302.2.1, 302.2.2, 302.2.3, 303, 326, А326, М326, К326
 - по размерам, 326.1, М326.1
 - номинальные показатели, 302.2.1, 303, 326.2
 - ссылочные, Таблицы 326.1, А326.1, К326.1,
- Приложение Е
- не включенные в список, 302.2.3
- Статическое искривления, А335.2.5
- Статус приложений, 300(f), 300.4
- Трубопроводы пара, 300.1.1, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
- Сталь, отличная от нержавеющей, Таблицы А-1, А-1А, А-1В, А-2, С-1, С-3 и С-6, F323.4
- Жестчение, труба под внешним давлением, 304.1.3
- Запорные клапаны, 322.6.1, F332.6
- Цилиндрическая резьба, 314.2.2, 335.3.3, М314.2.2, М335.3.3, К314.3.2, К 341.4.1
- Фильтр грубой очистки, 307, М307, К307
- Деформация (смотрите деформация смещения)
- Прочность патрубкового присоединения, 304.3.2, А304.3.2, К304.3
- Амплитуда напряжения (меняющегося), К304.8.2, К304.8.3
- Анализ напряжения, 319.4, 321.1.3, 345.9.2, А319.4, М319.4, К319
- экспериментальный, 304.7.2
 - усталостный, К304.8
 - жесткий, 319.4.1, М319.4, К319
 - упрощенный, 319.4.1, 319.4.2, М319.4
- Оценка напряжения, К304.8.4
- Коэффициент усиления напряжения, 319.3.6, 319.4.4, Приложение D
- Коэффициент уменьшения диапазона напряжения, 302.3.5, Таблица 302.3.5
- Напряжения
- допустимые, 302.3.1, А302.3.1, К302.3.1, Приложения А, В и К
 - анализ (смотрите анализ напряжений)
 - базис, 302.3, А302.3, М302.3.2, К302.3.2
 - расчетное для болтов, 302.3.2(a), Таблица А-2
 - расчетное (неметаллы), А302.3, Приложение В
 - смещение, 319.2.2, А319.2.2
 - диапазон смещения, 302.3.5, 319.1, 319.3.4, К302.3.5
 - допустимый, 302.3.5, К302.3.5
 - рассчитанный, 319.4.4
 - гибкость, 319.2.2, 319.4.4, А319.2.2
 - пределы, 302.3.1, 302.3.5, 302.3.6, 321.1.3, А302.3.1, А302.3.3, А302.3.4, К302.3.1, К302.3.5, К302.3.6
 - продольное, 302.3.5, К302.3.5
 - случайные нагрузки, 302.2.4, 302.3.6, А302.2.4, А302.3.4, М302.2.4, МА302.2.4, К302.2.4, К302.3.6
 - давление, 304, А304, М304, МА304, К304
 - долговременные нагрузки, 302.3.5, А302.3.3, К302.3.5
 - табулированные, Таблицы А-1, А-2, В-1 и К-1
 - термины, определения, 300.2
- Конструкционные прикрепления, 321.3
- определение (смотрите элементы трубопроводной опоры)
- Конструкционные присоединения, 321.4
- Конструкции, опоры, 321.4 (смотрите также трубопровод, определение)
- Вещества с содержанием серы, эффекты, F323.4
- Вспомогательное исследование, 341.5, А341.5, К341.5
- Опоры, 321, А321, М321, К321
- якоря, 319.5.1, 319.7, 321.21, А319.7
 - прикрепления, 311.2.5, 321.3, 328.5.2, 331.1.3, Таблицы 341.3.2 и К341.3.2
 - скобы, 321.3.2
 - хрупкий трубопровод, А321.5.3
 - постоянный вес, 321.2.3
 - противовес, 321.2.4
 - определения (смотрите элементы трубопроводной опоры)
 - проектирование, 321.1, А321.5, К321
 - арматура, 321.2
 - направляющие, 321.2.1
 - подвеска, 321.2.2, 321.3.1
 - гидравлические, 321.2.5
 - нерастяжимые, 321.2.2
 - нагрузки, 321.1
 - материалы, 321.1.4, М321.1.4
 - движения, 301.8, 319.2.1

- неметаллы, A321.5
 эластичные, 321.2.3
 скользящие, 321.2.2
 пружинные, 321.2.3
 конструкция, 321.4 (смотрите также
 трубопровод, определение)
 резьба, 321.1.5
 Текстура/полировка поверхности, Таблицы 326.1,
 341.3.2, K341.3.2
 Долговременные нагрузки, 302.3.5, A302.3.3,
 K302.3.5
 Вертлюжные соединения, 319.7, A319.7
 Символы, 300.3, Приложение J (смотрите также
 сокращения, неметаллы)
 Система, трубопроводная
 определение, 300.2
 Системы (особые), проектирование, 322, M322,
 K322

 Прихваточные сварные швы стежками, 300.2,
 328.5.1, K328.5.1
 Трубопроводы нефтебаз, 300.1.1, Рисунок 300.1.1
 Тантал, F323.4
 Коническая резьба, 314.2.1, 335.3, A314.2.1,
 M314.2.1, M335.3.4, K314.3.1, K344.4.1
 Резьбовые отверстия для болтов, 309.3, A309.3
 Тройники, 304.3, 319.4.4, A304.3.2 (смотрите также
 патрубки и фитинги)
 Температура
 циклы, 302.3.5, 319.2.3, K304.8.1
 расчетная (смотрите расчетная температура)
 градиенты, 301.7.2, K304.7.2, F301.7
 пределы, ограничения, 323.2, A323.2.2, Таблица
 A323.4.3, M323.2, K323.2
 минимальная (смотрите расчетная минимальная
 температура)
 Испытательный, 345, A345, M345, K345
 сборка, A328.2.5
 соединение, 328.2.2, K328.2.1
 нагрузка, 302.3.6, 321.1. K302.3.6
 отчеты, 345.2.7
 требования, 323.4.3, 328.2.2, 345.1, K328.2.1,
 K345.1
 напряжения, 302.3.6, 345.2.1, A302.3.4
 Испытание,
 альтернативное, 345.9, K345.1
 разрывным внутренним давлением, A328.2.5(b)
 на твердость, 331.1.7, 341.5.2
 гидростатическое, 345.1, 345.4, A328.2.5(c),
 A345.1, A345.4, K345.1, K345.4
 на ударную вязкость, Таблица 323.2.2, 323.3,
 Таблица 323.3.1, K323.3, Таблица K323.3.1, F323.4
 на утечку, 345.1, A345.1, K345.1
 в рабочих условиях, A304.7.2, K304.7.2
 пневматическое, 341.4.1, 345.1, 345.5, K345.1
 давлением, 345, K345
 на герметичность, 304.7.2
 квалификационное, 328.2.1, A328.2.5, K328.2.1
 чувствительное на утечку, 345.8, M345, K345.1
 на сдвиг, 323.4.3
 на ударную вязкость (смотрите на ударную
 вязкость)
 Термический
 анализ (смотрите анализ гибкости)
 цикл, 301.10, 302.3.5, 319.2, A319.2, K302.3.5,
 K304.8
 градиент, 301.7.2, K304.7.2, F301.7
 Термическое расширение
 коэффициенты, 319.3.1, A319.3.1, Приложение С
 данные, Приложение С
 дифференциальное, 301.7.3
 эффекты (смотрите эффекты расширения)
 среды, 301.4.2
 трубопровода, 301.7, 319, A319, M319, K319
 сброс, 301.2.2
 напряжения, 319.2.2, 319.4, A319.2.2
 Нагрузки, вызванные термически, 301.7, F301.7
 Термопластики
 склеивание, A328.5.1, A328.5.2, A328.5.3,
 A328.5.4
 определение, 300.2
 расчетные напряжения, A302.3.2, Приложение
 В
 требования по технологической среде, A314.2.1,
 A323.4.2
 меры предосторожности, FA323.4
 Термореактивная смола (включая RPM, RTR)
 определение, 300.2
 Толщина
 допуски, 302.4, 304.1.1, 304.4.1, 304.5.2, 304.5.3,
 A304.1.1, K304.1.1, K304.5.2
 влияние на термическую обработку, 331.1.3,
 K331.1.3
 Резьбовые соединения
 сборка, 335.3, 341.4.1, 341.4.3, A335.3, M335.3,
 K341.4.1
 требования по технологической среде, 314,
 A314, M314, MA314, K314
 герметизирующая клейка, A311.2.4, A328.6,
 A335.3.2
 герметизирующие сварные швы, 311.2.6, 314.1,
 328.5.3, 335.3.2, K311.2.6, K335.6
 Резьба
 допуск, 302.4, 304.1.1, A304.1.1, K304.1.1
 замазка, 314.1, 325, 335.3.1, 335.3.2, A335.3.2
 состояние, M335.3.4, K341.4.1
 для опор, 321.1.5
 смазка, 325, 335.3.1, A314.2.1
 герметик, A314.2.1, A335.3.2, A335.3.5
 стандарты, Таблицы 326.1, A326.1 и K326.1
 Тяговые штанги, 319.7, A319.7
 Олово
 эффекты, F323.4
 требования по технологической среде, 323.4.2
 Титан, Таблицы A-1 и A-1B, F323.4

- Допуски, 328.4.3, Рисунки 328.4.3 и 328.4.4, A328.2.1
- Затяжка, болты (смотрите затяжка болтов)
- Ударная вязкость, 301.9 (смотрите также испытания на ударную вязкость)
- требования, 314.2.1, 323.2.2, 323.3, K323.2.2, K323.3
- Транспортные трубопроводы, 300.1.3, Рисунок 300.1.1
- Ловушка, 307, K307
- Соединения насосно-компрессорных трубок, Таблица 341.3.2
- Двухфазный поток, 301.7.2, F301.7
- Ультразвуковое исследование, Таблицы 302.3.3С, 341.4.1, 341.4.3, 344.6, K305.1, K341.4.1, K344.6
- Несбалансированная трубопроводная система, 319.2.2, 319.7, A319.2.2, A319.7
- Неизолированный трубопровод, 301.3.2
- Неизвестные материалы, 321.1.4, 323.1.3, M323.1.3, K323.1.3
- Не включенные в список компоненты (смотрите компоненты, не включенные в список)
- соединения, 315.3, 318.1.2
- материалы, 323.1.2
- Нестабильные среды, 300(с), F323(a)
- Использованные материалы, 323.1.4, A323.1.4, M323.1.4, K323.1.4
- Набивка клапанов, 300(с), 325, F307, F323.1
- Клапаны
- требования по технологической среде, 302.2.5, 307, 323.4.2, A302.2.5, M302.2.5, M307, K307, F307
- термическая обработка, 328.5.1
- предохранительные, 301.2.2, 322.6.3 (смотрите также устройство)
- быстродействующие запорные, 322.6.1, F322.6
- Вариации, давление-температура (смотрите допуски)
- Вентиляция (трубопровод) (смотрите трубопровод сброса давления)
- Вентиляция (сварные швы), 328.5.4, F308.2
- Эффекты вибрации, 301.5.4, 304.7.2, 313, 315.1, 321.1, A304.7.2, A323.4.1, M301.5.4, K301.5.4, K304.7.2
- Визуальное исследование, 302.3.3, Таблица 341.3.2, 341.4, 344.2, Таблица K341.3.2, K341.4.1
- Толщина стенки
- допуск, 302.4, 304.1.1, A304.1.1, K304.1.1
- определяющая, 331.1.1, K331.1.1
- проектирование по давлению, 304, A304, K304
- более тонкий компонент \bar{T}_w , Таблица 341.3.2, 344.6.2, Таблица K341.3.2, Приложение J
- Гидравлический удар, 301.5.1
- Водопроводные трубы, 300.1.1, 300.1.3
- Весовые нагрузки, 301.6, 321.1
- Сварной шов (смотрите также сварные соединения, сварные швы, сварка)
- определение, 300.2
- ограничения по технологической среде, 311, A318.3, M311, K311
- ограничения по твердости, 331.1.7
- идентификация, 328.5.1
- гарантия качества, требуемая, 319.4.5
- коэффициент качества E_j , 302.3.4, Таблицы 302.3.4 и A-1B, K309.3.4
- усиления (исключая толщину), 300.2, Таблица 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица K341.3.2
- размер, 300.2, Рисунки 328.5.2, 328.5.4 и 328.5.5
- Сварные соединения
- критерии приемлемости (изъяны), Таблица 341.3.2, Рисунок 341.3.2, Таблица K341.3.2
- сборка, 328, A328.5.2, A329, M328, K328
- требования по технологической среде, 311, A318.3, M311, K311
- Сварщик, 300.2, 328.2, A329.1.2, K328
- Сварка
- выравнивание, 328.4.3, K328.4.3
- окружающая среда, 328.5.1
- термическая обработка, 331, M331, K331
- горячим газом, A328.5.2
- изъяны (смотрите сварные соединения)
- прерванная (смотрите прерванная сварка)
- материалы, 328.3, M328.3, K328.3
- трубы, облицованные неметаллами, A318.3, A329
- алюминия, 323.4.2
- металлов, 328, K328
- оператор сварочного автомата, 300.ю2, 328.2, A329.1.2, K328.2
- предварительный нагрев, 300, Таблица 330.1.1, K330
- подготовка, 328.4, K328.4
- процедуры, 300.2., 328.2, A329.1.2, K328.2
- квалификация, 328.2, A329.1.2, K328.2
- гарантия качества, 319.4.5, 341.3
- отчеты, 328.2.4, K328.2.4
- ремонт, Таблица 302.3.3С, 328.6., 341.3.3, A329.1.2, K328.6, K341.3.3
- требования, 328.5, A329, K328.5
- ответственность, 328.1, K328.1
- разведение, 328.4.3
- Фланцы со сварной горловиной (смотрите фланцы)
- Сварные фитинги отводов, 304.3.1, 304.4.2, 306.1.2, M304.3.2

Сварные швы
 патрубки, 328.4.3, Рисунок 328.4.4, 328.5.4,
 Рисунок 328.5.4, К328.4.3, К328.5.4, Рисунок
 К328.5.4.
 кольцевые, 328.4.2, 328.4.3, 328.5.1, К328.4.2,
 К328.4.3, К328.5.1
 запорные элементы, 345.2.3(с)
 разнородные металлы, 331.2.3
 угловые (смотрите угловой сварной шов)
 нахлестки (смотрите сборные нахлестки)
 продольные (смотрите продольные соединения)
 в ус, 328.4.3
 герметизирующие, 328.5.3
 муфтовые, 328.5.2, Рисунок 328.5.2С
 прихваточный, 328.5.1, К328.5.1

Ветровые нагрузки, 301.5.2, 302.3.6, 321.1,
 А320.3.4, К302.3.6
 Обернутый (смотрите стыковой обернутый)

Рентгеновское исследование (смотрите
 радиографическое исследование)

Модули Янга, 319.3.2, А319.3.2, Приложение С,
 Приложение D
 Y-значения (для металлической трубы), 304.1.1,
 Таблица 304.1.1.

Цинк
 покрытия, К323.4.2
 эффекты, F323.4
 Цирконий и циркониевые сплавы, F323.4

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ К УКАЗАТЕЛЮ:

- (а) Не делаются ссылки на параграфы, которые просто указывают, что применяется предыдущий параграф
- (б) Чтобы понять ссылку по букве префикса:

Префикс	Размещение	Префикс	Размещение	Префикс	Размещение
A*	Глава VII	G	Приложение G	M	Глава VIII
B	Приложение B	H	Приложение H	MA	Глава VIII
C	Приложение C	K	Глава IX, Приложение K	X	Приложение X
D	Приложение D				
F	Приложение F				

*Таблицы A-1, A-1A, A-1B и A-2 смотрите в Приложении A

СБОРНИК ПРАВИЛ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ASME B31

V31.1	Трубопроводы для энергетики	2001
V31.2 ¹	Трубопроводы топливного газа	1968
V31.3	Технологические трубопроводы	2002
V31.4	Транспортные трубопроводные системы для жидких углеводородов и других жидкостей	1998
V31.5	Трубопроводы для холодильных установок и компонентов теплового переноса	2001
V31.8	Трубопроводные системы транспортировки и распределения газа	1999
V31.9	Трубопроводы для коммунальных служб	1996
V31.11	Трубопроводные системы для транспортировки жидкого цемента	1989 (R1998)
V31G-1991	Руководство по определению остаточной прочности корродированных трубопроводов: Дополнение к Сборнику правил для трубопроводов, находящихся под давлением, ASME B31	

Замечание:

(1) USAS B31.2-1968 был снят, как Американский национальный стандарт, 18 февраля 1988 года. ASME будет продолжать использоваться имеющийся документ USAS B31.2-1968, как исторический документ в течение некоторого времени.

