

СООБЩЕНИЕ О ПРИНЯТИИ СТАНДАРТА.

Стандарт ASME B31.1 "Трубопроводы, энергетические" был принят для использования Министерством Обороны 3 октября 1994 года. Предложения по изменению стандарта, поступающие от служб Министерства Обороны, должны направляться в службу, проводившую адаптацию стандартов: главному офицеру, Naval Construction Battalion Center, Code 156, 1000 23rd Avenue, Port Hueneme, CA 93043-4301. Службы Министерства Обороны могут получить копии этого стандарта в Офисе обработки заказов на документы по стандартизации, 700 Robbins Avenue, Building 4D, Philadelphia, PA 19111-5094. Частные лица и другие правительственные агентства могут приобрести копии данного стандарта в the American Petroleum Institute 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005.

Хранители:

Армия – ME
ВМФ – YD-1
ВВС – 99

Служба, проводившая адаптацию:

ВМФ – YD-1

FSC 4710

Статус открытости А. Одобрено для публичного распространения; распространение не ограничено.

Копирайт 2002 American Petroleum Institute

Документ предоставлен лицензиатом HIS = Agip КОС/5950653001, Пользователь = 09/10/2002 09:03:07 MDT. Вопросы или комментарии в отношении этого документа: пожалуйста, звоните в Группу управления документарной политикой по телефону 1-800-451-1584

ASME B31.1-2001
(пересмотренная версия
ASME B31.3-1998)

ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

СБОРНИК ПРАВИЛ ДЛЯ НАПОРНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ ASME B31
АМЕРИКАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ



The American Society of
Mechanical Engineers

Копирайт 2002, American Society of Mechanical Engineers

Документ предоставлен лицензиатом ИИС = Agip КОС/5950653001, User = 09/10/2002
09:03:07 MDT. Вопросы или комментарии по этому документу: пожалуйста, звоните в
Группу управления документарной политикой по телефону 1-800-451-1584



The American Society of
Mechanical Engineers



Американский национальный стандарт

Трубопроводы для энергетической промышленности

**Сборник правил ASME для трубопроводов,
работающих под давлением, B31
ASME B31.1-2001
(пересмотренная редакция ASME B31.1-1999)**

Дата выпуска 10 декабря 2001 года.
Дата вступления в силу 10 июня 2002 года.

Эта редакция была одобрена Американским институтом национальных стандартов и получила номер ASME B31.1-2001 2 июля 2002 года.

Издание 2001 года выпускается в рамках программы автоматического обновления, которая включает Приложения, Толкования и Частные случаи. Следующая редакция этого Сборника правил запланирована на 2004 год.

Использование Приложения позволяет проводить изменения в ответ на комментарии со стороны общественности или в ответ на действия комитета, которые будут публиковаться на регулярной основе; изменения, опубликованные в Приложениях, будут вступать в силу, спустя 6 месяцев, после даты выпуска Приложения.

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.

Пользователь этого Сборника должен отметить, что метрические эквиваленты для традиционных единиц измерения США появляются в этом издании Сборника (кроме Приложения II). Значения, указанные в традиционных единицах измерения США, должны считаться стандартом.

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 какой-либо 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		x
Персонал		xi
Введение		xv
Резюме изменений		xix
Глава I. Сфера действия и определения		1
100	Общие положения	1
100.1	Сфера действия	1
100.2	Определения	5
Рисунки		
100.1.2(A)	Ограничения юрисдикции Сборника по трубопроводам – Парогенератор принудительного потока без фиксированных линий пара и воды	2
100.1.2(B)	Ограничения юрисдикции Сборника по трубопроводам – Водогрейные котлы барабанного типа	3
100.1.2(c)	Ограничения юрисдикции Сборника по трубопроводам – Впрыскивающий парохладитель	4
Глава II. Проектирование		
Часть 1. Условия и критерии		10
101	Расчетные условия	10
101.1	Общие положения	10
101.2	Давление	10
101.3	Температура	10
101.4	Влияние окружающей среды	10
101.5	Динамические эффекты	10
101.6	Весовые эффекты	11
101.7	Нагрузки термического расширения и сжатия	11
102	Критерии проектирования	11
102.1	Общие положения	11
102.2	Номинальные показатели по давлению-температуре для трубопроводных компонентов	11
102.3	Значения допустимого напряжения и другие ограничения по напряжению для трубопроводных компонентов	12
102.4	Допуски	13
Часть 2. Проектирование трубопроводных компонентов по давлению		15
103	Критерии для проектирования трубопроводных компонентов по давлению	16
104	Проектирование компонентов по давлению	16
104.1	Прямая труба	16
104.2	Искривленные сегменты трубы	19
104.3	Пересечения	19
104.4	Запорные элементы	26
104.5	Проектирование фланцев и заглушек по давлению	27
104.6	Редукторы	28
104.7	Другие компоненты, содержащие давление	29
104.8	Анализ трубопроводных компонентов	29

Часть 3.	Выбор и ограничения для трубопроводных компонентов	31
105	Труба	31
105.1	Общие положения	31
105.2	Металлическая труба	31
105.3	Неметаллическая труба	31
106	Фитинги, колена и пересечения	32
106.1	Фитинги	36
106.2	Колена и пересечения	32
106.3	Соединительные муфты	32
106.4	Узлы гибких металлических шлангов	32
107	Клапаны	32
107.1	Общие положения	32
107.2	Маркировка	33
107.3	Торцы	33
107.4	Резьба штока	33
107.5	Соединения крышки	33
107.6	Байпассы	33
107.8	Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны	33
108	Трубные фланцы, заглушки, фланцевая торцовка, прокладки и болтовое крепление	33
108.1	Фланцы	33
108.2	Заглушки	34
108.3	Фланцевая торцовка	34
108.4	Прокладки	34
108.5	Болтовое крепление в традиционной системе единиц США	34
108.6	Болтовое крепление в метрической системе	34
Часть 4.	Выбор и ограничения по трубопроводным соединениям	35
110	Трубопроводные соединения	35
111	Сварные соединения	35
111.1	Общие положения	35
111.2	Стыковые сварные швы	35
111.3	Муфтовые сварные швы	35
111.4	Угловые сварные швы	35
111.5	Герметизирующие сварные швы	35
112	Фланцевые соединения	35
113	Раструбные стыки или вальцованные соединения	35
114	резьбовые соединения	35
114.1		35
114.3		40
115	Развальцованные, неразвальцованные и компрессионные соединения	40
115.1		40
115.2		40
115.3		40
115.4		40
116	Законопаченные соединения	41
116.1		41
116.2		41
117	Соединения, паянные твердым и мягким припоем	41
117.1		41
117.2		41
117.3		41
118	Втулочные муфтовые соединения и другие патентованные соединения	41

Часть 5.	Расширение, гибкость и опоры	41
119	Расширение и гибкость	41
119.1	Общие положения	41
119.2	Диапазон напряжений	41
119.3	Локальные перенапряжения	42
119.5	Гибкость	42
119.6	Свойства	42
119.7	Анализ	42
119.8	Движения	43
119.9	Холодная деформация	43
119.10	Реакции	44
120	Нагрузки на элементы трубопроводной опоры	44
120.1	Общие положения	44
120.2	Опоры, якоря и направляющие	44
121	Проектирование элементов трубопроводной опоры	45
121.1	Общие положения	45
121.2	Значения допустимого напряжения	45
121.3	Температурные ограничения	46
121.4	Регулировка подвески	46
121.5	Разнос подвески	46
121.6	Пружины	46
121.7	Арматура	46
121.8	Конструкционные крепления	48
121.9	Нагрузки и опорные конструкции	48
121.10	Требования к сборке трубопроводных опор	49
Часть 6.	Системы	49
122	Требования к проектированию, касающиеся особых трубопроводных систем	49
122.1	Внешние трубы водогрейных котлов; в соответствии с параграфом 100.1.2(A) – пар, питательная вода, продувка и водоспуск	49
122.2	Продувочные и вытяжные трубы во внешнем трубопроводе не водогрейных котлов	54
122.3	Трубопроводы контрольно-измерительных приборов, управления и взятия образцов	54
122.4	Трубопроводы впрыскивающего пароохладителя для использования в парогенераторах и вторичном перегреве пара	56
122.5	Клапаны-редукторы давления	57
122.6	Трубопровод для сброса давления	57
122.7	Трубопроводы для огнеопасных или горючих жидкостей	59
122.8	Трубопровод для огнеопасных газов, токсичных газов или жидкостей или неогнеопасных нетоксичных газов	60
122.9	Трубопровод для коррозионных жидкостей и газов	62
122.10	Временные трубопроводные системы	62
122.11	Трубопроводы паровых ловушек	63
122.12	Выхлопные трубопроводы и всасывающие трубопроводы насосов	63
122.13	Нагнетательные трубопроводы насосов	63
122.14	Системы коммунального обогрева и распределения пара	63
Рисунки		
104.3.1(D)	Усиление патрубков	21
104.3.1(G)	Усиленные прессованные отводы	24
104.5.3	Типы постоянных заглушек	28
104.8.4		30
122.1.7(C)	Типичные проходные запорные вентили	53
122.4	Схематическое устройства пароохладителя	58

Таблицы		
102.3.2(С)	Коэффициенты уменьшения диапазона напряжения	13
102.4.3	Коэффициенты эффективности продольных сварных соединений	15
102.4.5		16
102.4.6(В.1.1)		17
102.4.5(В.2.2)		17
104.1.2(А)	Значения u	18
112	Требования к болтовому креплению, торцовке и прокладкам трубных фланцев	36
114.2.1		40
121.5	Предлагаемое разнесение трубопроводных опор	46
121.7.2(А)	Несущая способность резьбовых ASTM А 36, ASTM А 575 и ASTM А 576, горячекатаных углеродистых сталей	47
122.2		54
122.8.2(В)	Требования к минимальной толщине стенки для трубопроводов, работающих с токсичной средой	61

ГЛАВА III. Материалы

123	Общие требования	65
123.1	Материалы и технические требования	65
123.2	Трубопроводные компоненты	65
123.3	Элементы трубопроводных опор	66
124	Ограничения на материалы	66
124.1	Общие положения	66
124.2	Сталь	66
124.4	Серый литой чугун	66
124.5	Ковкий чугун	66
124.6	Пластичный (узловатый) чугун	67
124.7	Цветные металлы	67
124.8	Неметаллические трубы	67
124.9	Разрушение материалов во время эксплуатации	67
125	Материалы, применяемые для других деталей	67
125.1	Прокладки	67
125.2	Болтовое крепление	67

Глава IV. Требования к размерам

126	Технические требования к материалам и стандарты для стандартных и нестандартных трубопроводных компонентов	68
126.1	Стандартные трубопроводные компоненты	68
126.2	Нестандартные трубопроводные компоненты	68
126.3	Ссылочные документы	68

Таблица

126.1	Технические требования и стандарты	69
-------	------------------------------------	----

Глава V. Изготовление, сборка и монтаж

127	Сварка	75
127.1	Общие положения	75
127.2	Материал	75
127.3	Подготовка к сварке	75
127.4	Процедура	76
127.5	Квалификация	82
127.6	Отчеты по сварке	84
128	Паяние твердым припоем	84
128.1	Общие положения	84
128.2	Материалы	84

128.3	Подготовка	84
128.4	Процедура	84
128.5	Квалификация	84
128.6	Отчеты по пайке твердым припоем	85
129	Гибка и формовка	85
129.1	Гибка	85
129.2	Формовка	85
129.3	Термическая обработка колен и формованные компоненты	85
130	Требования к изготовлению и креплению трубопроводных опор	86
130.1		86
130.2		86
130.3		86
131	Предварительный нагрев для сварки	86
131.1		86
131.2		86
131.3		86
131.4	Температура предварительного нагрева	87
131.5		87
131.6		87
132	Послесварочная термическая обработка	87
132.1		87
132.2		87
132.3	Исключения из обязательных требования к послесварочной термической обработке	88
132.4	Определение толщины, определяющей послесварочную термическую обработку	88
132.5	Требования к нагреву и охлаждению при послесварочной термической обработке	92
132.6	Нагрев в печи	92
132.7	Локальный нагрев	92
133	Проставление штампов	93
135	Сборка	93
135.1	Общие положения	93
135.2	Выравнивание	93
135.3	Болтовые фланцевые присоединения	93
135.4	Компактные соединения и законопаченные соединения	93
135.5	Резьбовые трубопроводы	93
135.6	Соединения насосно-компрессорных труб	94
Рисунки		
127.3	Стыковая сварка трубопроводных компонентов с внутренней невыверенностью	76
127.4.2	Трансформация свариваемого края – максимальная огибающая	77
127.4.4(A)	Размер углового сварного шва	79
127.4.4(B)	Детали сварки для съемных и муфтовых сварных фланцев; некоторые приемлемые типы сварных швов для прикрепления фланцев	80
127.4.4(C)	Минимальные сварочные размеры, требуемые для компонентов, свариваемых муфтовым сварным швом, отличных от фланцев	80
127.4.8(A)	Типичное сварное патрубковое присоединение без дополнительного усиления	80
127.4.8(B)	Типичное сварное патрубковое присоединение с дополнительным усилением	81
127.4.8(C)	Типичное сварное угловое патрубковое присоединение без дополнительного усиления	81
127.4.8(D)	Некоторые приемлемые типы прикрепления сварных патрубков, показывающие минимальной приемлемые сварные швы	82
127.4.8(E)	Типичные полнопроваренные сварные патрубковые присоединения для полумуфт или адаптеров размера NPS 3 и меньше	83

127.4.8(F)	Типичные полнопроваренные сварные патрубковые присоединения для фитингов размера NPS 2 и меньше	83
135.5.3	Типичные резьбовые соединения, использующие цилиндрическую резьбу	94

Таблицы

127.4.2	Усиление для кольцевых и продольных стыковых сварных швов	78
129.3.2	Примерные нижние критические температуры	85
132	Послесварочная термическая обработка	88
132.1	Альтернативные требования к послесварочной термической обработке для углеродистых и низколегированных сталей	93

Глава VI. Осмотр, исследование и испытание

136	Осмотр и исследование	95
136.1	Осмотр	95
136.2	Осмотр и квалификация уполномоченного инспектора для внешнего трубопровода водогрейного котла	95
136.3	Исследование	96
136.4	Методы исследования сварных швов	96
137	Испытания давлением	99
137.1	Общие требования	99
137.2	Подготовка к испытанию	100
137.3	Требования для особых трубопроводных систем	100
137.4	Гидростатическое испытание	100
137.5	Пневматическое испытание	101
137.6	Испытание с помощью масс-спектрометра и галида	101
137.7	Испытание при начальной эксплуатации	102
137.8	Повторное испытание после ремонта или добавлений	102

Таблицы

136.4	Обязательные минимальные исследования неразрушающими методами для сварных швов под давлением и сварных швов на компонентах, удерживающих давление	97
136.4.1	Изыяны сварных швов показанные для различных типов исследований	98

Обязательные приложения

Приложение А.		
	Таблица А-1. Углеродистая сталь	104
	Таблица А-2. Низколегированная и среднелегированная сталь	120
	Таблица А-3. Нержавеющие стали	136
	Таблица А-4. Никель и сплавы с высоким содержанием никеля	176
	Таблица А-5. Литой чугун	184
	Таблица А-6. Медь и медные сплавы	186
	Таблица А-7. Алюминий и алюминиевые сплавы	192
	Таблица А-8. Температуры 1200°F и выше	202
	Таблица А-9. Титан и титановые сплавы	208
Приложение В.		
	Таблица В-1. Данные по термическому расширению	213
	Таблица В-1 (СИ). Данные по термическому расширению.	216
Приложение С		
	Таблица С-1. Модуль эластичности для черных металлов	221
	Таблица С-1 (СИ). Модуль эластичности для черных металлов	222
	Таблица С-2. Модуль эластичности для цветных металлов	223
	Таблица С-2 (СИ). Модуль эластичности для цветных металлов	225
Приложение D.		
	Таблица D-1. Коэффициенты гибкости и усиления напряжения	228
	Рисунок D-1. Коэффициент гибкости k и коэффициент увеличения напряжения i	232
	Рисунок D-2. Поправочный коэффициент c	233
Приложение F. Ссылочные стандарты		235

Приложение G. Условные обозначения	238
Приложение H. Подготовка технических запросов	244
Приложение J. Требования к контролю качества для внешнего трубопровода водогрейных котлов (ВЕР)	245
Необязательные приложения	
Приложение II. Правила проектирования узлов предохранительных клапанов	247
Приложение III. Правила для неметаллических трубопроводов	269
Приложение IV. Контроль коррозии для систем энергетических трубопроводов, выполненных в соответствии со Сбоником ASME B31.1	289
Приложение V. Рекомендуемая практика для эксплуатации, технического обслуживания и модификации систем энергетических трубопроводов	293
Приложение VI. Одобрение новых материалов	304
Приложение VII. Процедуры проектирования ограниченных подземных трубопроводов	306
Указатель	318

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Общая философия, лежащая в основе этого Сборника правил для энергетических трубопроводов, параллельная положениям Раздела I "Энергетические котлы" Сборника правил ASME для водогрейных котлов и сосудов под давлением, так как они могут применяться к системам энергетических трубопроводов. Значения допустимого напряжения для энергетического трубопровода в основном совпадают со значениями, присвоенными энергетическим котлам. Этот Сборник является более консервативным, чем другие сборники правил для трубопроводов, что отражает потребность в длительном сроке службы и максимальной надежности на установках энергетических предприятий.

Сборник правил для энергетических трубопроводов, в текущем виде, не делает разницы между требованиями к проектированию, изготовлению и монтажу для **критических** и **некритических** трубопроводных систем, за исключением некоторых расчетов напряжений и обязательные испытания, с помощью, неразрушающих методов для сварных швов в толстых стенках при высокотемпературных условиях эксплуатации. **Сложная проблема** заключается в том, чтобы попытаться достичь согласия по тому, как оценить критичность и как избежать умозаключений, согласно которым некритические системы не требуют компетенции при проектировании, изготовлении и монтаже. Когда-нибудь такие уровни качества поддадутся определению, так что может возникнуть необходимость в разработке нескольких различных сборников правил для трубопроводов.

Имеется много случаев, когда Сборник служит **предостережением для проектировщика**, изготовителя или монтажника в отношении возможных ошибок и просчетов; но этот Сборник **не является учебником**, и не может заменить собой образование, опыт и здравое инженерное рассуждение.

Необязательные приложения включены в этот Сборник. Каждое из них содержит информацию по особому вопросу и постоянно обновляется, чтобы соответствовать Сборнику. Хотя эти приложения написаны обязательным языком, эти Приложения предлагаются к использованию на усмотрение пользователя.

Сборник **никогда специально не устанавливает верхние пределы для консерватизма**. Проектировщик может применяться более жесткие требования, если он чувствует, что они могут быть оправданы. **И наоборот, проектировщик, который способен** провести более жесткий анализ, чем указано в этом Сборнике, может оправдать менее консервативный проект и все же удовлетворять базовой цели этого Сборника.

Комитет по энергетическим трубопроводам стремится идти в ногу с текущими технологическими улучшениями в новых материалах, практиках изготовления и техниках проведения испытаний, и стремится сохранять этот Сборник современным, чтобы допускать использование приемлемых новых достижений.

СБОРНИК ПРАВИЛ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ASME B31.

РУКОВОДСТВО.

L.E. Hayden, Jr., Председатель
B. Holbrook, Вице-Председатель
P. Stumpf, Секретарь

ПЕРСОНАЛ КОМИТЕТА

R A. Ainsworth, Консультант, Sudbury, Massachusetts
R J. Appleby, Exxon Mobile Upstream Res. Co., Houston, Texas
A. E. Beyer, Bechtel Corp., Houston, Texas
K. C. Bodenhamer, Williams Energy Services, Tulsa, Oklahoma
J. D. Byers, Mobile E & P Technology, Highland Village, Texas
J. S. Chi, ANR Pipeline Co., Detroit, Michigan
D. M. Fox, Texas Utilities-Pipeline Services, Dallas, Texas
J. W. Frey, Reliant Energy Co., Houston, Texas
D. R. Frikken, Solutia, Inc., Gerald, Missouri
P. H. Gardner, Консультант, Wilmington, Delaware
R R Hoffmann, Federal Energy Regulatory Commission, Washington, District of Columbia
G. A. Jolly, Edward Vogt Valve Co., Jeffersonville, Indiana
J. M. Kelly, Willbros Engineers, Inc., Tulsa, Oklahoma
W. J. Kovg UOP LLC. Des Plaines, Illinois
K. K. Kyser, Frick York International, Waynesboro, Pennsylvania
J. E. Meyer, Middough Association, Inc., Cleveland, Ohio
E. Michalopoulos, General Engineering and Commercial Co., Komi, Greece
T. J. O'Grady II, Veco Alaska, Inc., Anchorage, Alaska
R G. Payne, ABB-Combustion Engineering, Windsor, Connecticut
P. Perhit III, Black Mesa Pipeline, Inc., Flagstaff, Arizona
J. T. Powers, Parsons Energy & Chemicals, Houston, Texas
E. H. Rinaca, Virginia Power Co., Gien Allen, Virginia
M. J. Rosenfeld, Kiefner & Associates, Inc., Worthington, Ohio
R J. Savia, Process Engineers and Constructors, Inc., Warwick, Rhode Island
W. J. Sperko, Sperko Engineering Services, Inc., Greensboro, North Carolina
G. W. Spohn III, Coleman Spohn Corp., Cleveland, Ohio
R W. Straiton, Консультант, Spring, Texas
A. L. Watkins, The Perry Nuclear Power Plant, Perry, Ohio
R. B. West, State of Iowa, Div. of Labor Services, Des Moines, Iowa
P. A. Bourquin, Экс-член руководства, Консультант, Pleasantville, New York
P. D. Flenner, Экс-член руководства, Consumers Energy Co, Covert, Michigan
R. W. Haupt, Ex-Oficio Member, Pressure Piping Engineering Associates, Inc., Foster City, Wifornia
W. B. McGehee, Экс-член руководства, Консультант, Houston, Texas
A. D. Nana, Ex-mcio Member, A. D. Nance Associates, Inc., Evans, Georgia
W. V. Richards, Экс-член руководства, Консультант, Lincolnshire, Illinois

В31.1. СЕКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ТРУБОПРОВОДАМ, В31.1.

A. D. Nance, Председатель, A.D. Nance Associates Inc., Evans, Georgia
E. F. Summers, Jr., Вице- Председатель, Babcock & Wilcox Construction Inc., Barberton, Ohio

P. D. Stumpf, Секретарь, ASME International, New York, New York
H. A. Ainsworth, Sudbury, Massachusetts
P. S. Barham, City Public SerВице-, San Antonio, Texas
W. R. Bmz, McGowan Bmz Engineers, Inc., Bellevue, Washington
J. H. CasipUa, The Detroit Edison CO., Detroit, Michigan
R. D. Delpizzo, ABS Americas, Alexandria, Virginia
G. J. Delude, Entek Engineering LLP, Troy, New York
P. D. Flenner, Kalamazoo, Michigan
J. W. Frey, Reliant Resources Inc., Houston, Texas
E. F. Gemin, Williamsport, Pennsylvania
E. C. Goodling, Jr., Seigler Machine Corp., Mohnton, Pennsylvania
R. W. Haupt, Pressure Piping Engineering Associates. Inc., Foster City, California
E. F. Holbrook, Babcock k Borsing Power inc., Worcester, Massachusetts
D. J. Leulinger, Parsons Engrg. & Chemicals, Reading, Pennsylvania
W. M. Lundy, US. Coast Guard, Washington, District of Columbia
W. J. Mauro, AEP ProServe, Columbus, Ohio
D. C. Moore, Southern Company SerВице- Inc., Birmingham, Alabama
M. L. Nayyar, Bechtel Power Corporation, Frederick, Maryland
R. D. Patel, GE Nuclear Energy, San Jose, California
R. G. Payne, Alstom Power Inc., Windsor. Connecticut
D. R. M. o i, CCM 2000, Rockaway, New Jersey
I. I. Rapkin, Florida Power & Light Co., Juno Beach, Florida
R. K. Reamey, Entergy SerВице-s, Inc., Westlake, Louisiana
E. K. Rinaca, Dominion Virginia Power Co., Gien Allen, Virginia
J. J. Sekely, Eichleay Corp., Pittsburgh, Pennsylvania
H. R. Simpson, AEP ProServe NE, South Portland, Maine
S. K. Sinha, Lucius Pitkin Inc., New York, New York
A. L. Watkins, First Energy Corp., Perry, Ohio
R. B. West, Division of Labor SerВице-s, Des Moines, Iowa

ВЗ1.1. ПОДГРУППА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

P. W. Bird, Siemens Westinghouse Power Corp., Orlando, Florida
P. T. Cene, Exelon Nuclear, Downers Grove, Illinois
M. J. Cohn, Artech Engineering SerВице-s, Sunnyvale, California
R. P. Deubler, Shaw GroupSronek Co., Englewood, New Jersey
A. S. Drake, Calvert Cliffs Nuclear Power Plant, Lusby, Maryland
S. J. Findlan, EPRI, Charlotte, North Carolina
J. P. Gephart, Halliburton Energy Svces.. Houston, Texas
R. F. Heisler, Air Products & Chemical, Inc., Mentown, Pennsylvania
C. L. Henley, Black & Veatch, Overland Park, Kansas
J. Myadan, Wisconsin Public Serv. Corp., Kewaunee, Wisconsin
S. P. Licud, PSEG Nuclear, Hancocks Bridge, New Jersey
J. F. Meyer, Middough Association Inc., Cleveland, Ohio
G. J. Pap-, Landsdale, Pennsylvania
K. I. Rapkin, Florida Power & Light Co., Juno Beach, Florida
R. D. Scheler, Jr., National Board of Boiler and Ressure Vessel Inspectors, Columbus, Ohio
R. C. Sommerfeld, Katy, Texas
H. J. Thielsch, Jr., AEC Engineering Inc., Richmond, Virginia
K. A. Vilminot, Black & Veatch, Ann Arbor, Michigan

ВЗ1. АДМИНИСТРАТИВНЫЙ КОМИТЕТ.

L. E. Hayden, Jr., Председатель, Victuolic Co. of America, Easton, Pennsylvania
B. P. Holbrook, Вице- Председатель, D. B. Riley, Inc., Worcester, Massachusetts
P. D. Stumpf, Секретарь, ASME International, New York, New York
K. C. Bodenhamer, Williams Energy SerВице-s, Tulsa, Oklahoma
J. D. Byers, Mobil E & P Tech, Highland Village, Texas
P. D. Flenner, Consumers Energy Co., Covert, Michigan
D. M. Fox, Texas Utilities-Pipeline SerВице-s, Dallas, Texas

D. R. Frikken, Solutia, Inc., Gerald, Missouri
P. H. Gardner, Консультант, Wiimington, Delaware
R. R. Hoffmann, Federal Energy Regulatory Commission, Washington, District of Columbia
G. A. Jolly, Edward Vogt Valve Co., Jeffersonville, Indiana
E. Michalopoulos, General Engineering and Commercial Co., Kozani, Greece
A. D. Nance, A. D. Nance Associates, Inc., Evans, Georgia
R G. Payne, ABB-Combustion Engineering, Windsor, Connecticut
G. W. Spohn III, Coleman Spohn Corp., Cleveland, Ohio
R B. West, State of Iowa, Div. of Labor SerВице-s, Des Moines, Iowa
P. A. Vouquin, Экс-член руководства, Консультант, Pleasantville, New York
R. W. Haupt, Экс-член руководства, Pressure Piping Engineering Associates, Inc., Foster City, California
W. B. McGehee, Экс-член руководства, Консультант, Houston, Texas
W. V. Richards, Экс-член руководства, Консультант, Lincolnshire, Illinois

В31. КОМИТЕТ ПО СБОРКЕ И ИССЛЕДОВАНИЮ.

P. D. Flenner, Председатель, Consumers Energy Co., Covert, Michigan
P. Stumpf, Secretmy, ASME International, New York, New York
J. P. Ellenberger, WFi International, Inc., Houston, Texas
D. J. Fetzner, Arco Alaska, Inc., Anchorage, Alaska
E. Michalopoulos, General Engineering and Commercial Co., Kozani, Greece
W. G. Scruggs, E.I. du Pont de Nemours & Co., Wilmington, Delaware
R I. Seals, Консультант, Berkeley, California
R. J. Silvia, Process Engineering & Constructors, Inc., Warwick, Rhode Island
W. J. Sperko, Sperko Engineering SerВице-s, Inc., Greensboro, North Carolina
E. F. Summers, Jr., Babcock & Wilcox, Barberton, Ohio

В31. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО МАТЕРИАЛАМ.

M. L. Nauyar, Председатель, Bechtel Power Corp., Frederick, Maryland
M. R. Argenziano, Secrerury, ASME International, New York, New York
M. H. Barnes, Sebesta Blomberg & Associates, Roseville, Minnesota
R P. Deubler, Shaw GroupFronek Co., Englewood, New Jersey
C. L. Henley, Black & Veatch, Overland Park, Kansas
D. W. Raho, CCM 2000, Rockaway, New Jersey
R A. Schmidt, Trinity-Ladish, Russeilville, Arkansas

В31. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО МЕХАНИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ.

R W. Haupt, Председатель, Pressure Piping Engineering Associates, Inc., Foster City, California
S. J. Rossi, Secretuty, ASME International. New York, New York
G. A. Antaki, Westinghouse Savannah River Site, Aiken, South Carolina
C. Becht IV, Becht Engineering Co., Liberty Corner, New Jersey
J. P. Breen, Pressure Sciences, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania
J. P. Ellenberger, Wn International, Inc., Houston, Texas
D. J. Fetzner, Arco Alaska, Inc., Anchorage, Alaska
J. A. Graziano, Tennessee Valley Authority, Chattanooga, Tennessee
J. D. Hart, SSD, Inc., Walnut Creek, California
B. P. Holbrook, D. B. Riley, Inc., Worcester, Massachusetts
W. J. Koves, UOP LLC, Des Plaines, Illinois
G. Mayers, Naval Sea Systems Comm., Arlington, Virginia
T. Q. McCawley, Консультант, Charlotte, North Carolina
E. Michalopoulos, General Engineering and Commercial Co., Kozani, Greece
J. C. Minichiello, J. C. Minichiello Consulting, Inc., Lake Bluff, Illinois
A. D. Nance, A. D. Nance Associates, Inc., Evans, Georgia
T. J. O'Grady II, Veco Alaska, Inc., Anchorage, Alaska
A. W. Paulin, Paulin Research Group, The Woodlands, Texas
P. S. Rampone, Hart Design Group, Greenville, Rhode Island
R. A. Robleto, Kellogg Brown & Root, Houston, Texas
M. J. Rosenfeld, Kiefner & Associates, Inc., Worthington, Ohio

G. Stevick, Berkeley Engineering & Research, Inc., Berkeley, California
Q. N. Truong, Kellogg Brown & Root, Inc., Houston, Texas
E. A. Wak, Wais and Associates, Inc., Atlanta, Georgia
G. E. Woods, Brown & Root, Houston, Texas
E. C. Rodabaugh, Honorary Member, Консультант, Dublin, Ohio

V31. СОГЛАСИТЕЛЬНАЯ ГРУППА.

T. A. Bell, Pipeline Safety Engineer, Olympia, Washington
G. Bynog, Texas Department of Labor and Standards, Austin, Texas
R. A. Coames, State of Kentucky, Department of Housing/Boiler Section, Frankfort, Kentucky
J. W. Sorenson, Jr., Oklahoma Department of Labor, Oklahoma City, Oklahoma
D. H. Hanrath, North Carolina Department of Labor, Raleigh, North Carolina
C. J. Harvey, Alabama Public Service Commission, Montgomery, Alabama
D. T. Jagger, Ohio Department of Commerce, Reynoldsburg, Ohio
M. Kotb, Regie du Batiment du Quebec, Montreal, Quebec, Canada
K. T. Lau, Alberta Boilers Safety Association, Edmonton, Alberta, Canada
R. G. Marini, New Hampshire Public Utilities Commission, Concord, New Hampshire
I. W. Mault, Manitoba Department of Labour, Winnipeg, Manitoba, Canada
A. W. Meiring, Fire and Building Boiler and Pressure Vessel Division, Indianapolis, Indiana
R. F. Muirhead, Boiler and Pressure Vessel Safety Branch, Vancouver, British Columbia, Canada
W. A. Owen, North Dakota Public Service Commission, Bismarck, North Dakota
P. Sher, State of Connecticut, New Britain, Connecticut
M. E. Skarda, State of Arkansas, Department of Labor, Little Rock, Arkansas
D. A. Starr, Nebraska Department of Labor, Lincoln, Nebraska
D. J. Stursma, Iowa Utilities Board, Des Moines, Iowa
R. P. Sullivan, The National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors, Columbus, Ohio
J. E. Troppman, Division of Labor/State of Colorado Boiler Inspections, Denver, Colorado
C. H. Waiters, National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors, Columbus, Ohio
W. A. West, ACI Central, Charlottetown, Prince Edward Island, Canada
T. F. Wickham, Rhode Island Department of Labor, Providence, Rhode Island

V31. ГРУППА УЧЕТА НАЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ.

American Pipe Fitting Association - H. Thiesch
American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers - H. R. Komblum
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. Handschurnacher

ВВЕДЕНИЕ.

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 B31.1. Сборника правил для трубопроводных систем, работающих под давлением. В дальнейшем, в этом Введении и в тексте этого Раздела B31.1. 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):

ASME, Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Раздел III "Трубопроводы ядерных электростанций"

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;

NFPA 8503 Стандарт для распылительных топливных систем : трубопроводы для растертого угля от угольных мельниц до топок;

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 к 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).

Особые требования к проектированию, заключенные в этом Сборнике, обычно используют упрощенный инженерный подход к предмету. Замысел разработчиков Сборника заключается в том, что проектировщик, способный провести более полный и тщательный анализ особых и редких задач должен быть свободным в вопросах разработки таких проектов и оценки комплексных или комбинированных напряжений. В таких случаях проектировщик несет ответственность за доказательство действительности его подхода .

Этот Раздел Сборника содержит:

- (1). ссылки на приемлемые технические требования к материалам и стандарты для компонентов, включая требования по размерам и номинальные характеристики по давлению-температуре;
- (2). требования к проектированию компонентов и блоков, включая опоры трубопроводов;
- (3). требования и данные для оценки и ограничения напряжений, реакций и смещений, связанных с изменением давления и температуры и другими силами;
- (4). руководство и ограничения по выбору и применению материалов, компонентов и методов соединения;
- (5). требования к изготовлению, сборке и монтажу трубопроводной системы, и
- (6). требования к исследованию, осмотру и испытанию трубопроводных систем.

Предполагается, что это издание Раздела Сборника V31.1 не будет иметь обратную силу. Если между договаривающимися сторонами не будет достигнуто особое соглашение использовать другое издание, или если контролирующий орган, имеющую соответствующие полномочия, не предпишет использование другого издания, то последнее издание, выпущенного, 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.

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.

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. Комитет V31 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. Приложения публикуются периодически. Новые издания публикуются с интервалом от трех до пяти лет.

Когда ни один из Разделов Сборника правил для трубопроводов под давлением ASME не охватывает какую-либо трубопроводную систему, пользователь может, по своему усмотрению, выбрать любой Раздел, который будет наиболее применимым. Однако предупреждаем, что вспомогательные требования к выбранному Разделу могут оказаться необходимыми,

чтобы получилась безопасная трубопроводная система для запланированного вида эксплуатации. Технические ограничения в различных Разделах, требования законодательства и возможная применимость других сборников правил или стандартов – вот некоторые из факторов, которые должны быть учтены пользователем при определении применимости какого-либо раздела этого Сборника.

Комитет установил упорядоченную процедуру по рассмотрению запросов на толкование и пересмотр требований Сборника. Чтобы запрос был рассмотрен, он должен быть подан в письменном виде и должен содержать полную информацию (смотрите обязательное Приложение Н, которое описывает подготовку технических запросов). Комитет не будет отвечать на запросы, касающиеся применимости какого-либо Раздела Сборника к конкретной трубопроводной установке.

Одобренный ответ на запрос будет выслан напрямую запрашивающему лицу. Кроме того, вопрос и ответ будут опубликованы, как часть дополнения с толкованиями. Кроме того, вопрос и ответ будут опубликованы как часть Дополнения-толкования, выпускаемого для применимого Раздела Сборника.

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 дальнейшее использование его положений, то у него истечет срок действия. Однако, положения Частного случая могут использоваться после истечения срока его действия или исключения, при условии, что Частный случай был в силе на дату подписания контракта или был принят до завершения работ, договаривающиеся стороны должны согласовать его использование.

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).

Запросы на толкования и предложения по изменению должны направляться секретарю – Secretary, ASME B31 Committee, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990.

РЕЗЮМЕ ИЗМЕНЕНИЙ.

Изменения, указанные ниже, помечены на полях страниц **01** рядом с затронутой частью текста.

<i>Страница</i>	<i>Размещение</i>	<i>Изменение</i>
vi, viii	Содержание	Обновлено, чтобы отражать 01
1, 4	100.1.2	Удален подпараграф (B)
4	100.1.3	Изменен подпараграф (B)
18	104.1.2	Изменен подпараграф (C)
22	104.31	Изменено первое уравнение в подпараграфе (C.1)
29, 30	104.8.1	Изменен первый параграф
	104.8.2	Изменено условное обозначение для M_B
	104.8.3	Изменено первое предложение
31, 32	105.3	Изменен подпараграф (E)
34	108.6.1	Добавлен подпараграф (E)
	108.6.2	Изменен подпараграф (C)
37	Таблица 112	В разделе "Прокладки" изменен пункт (f)(2)
40	Таблица 114.2.1	Замечание (1) стало Общим замечанием
44	119.10.1	Условное обозначение E_c исправлено (опечатка)
45	121.2	Изменен подпараграф (A)
52	122.1.7	Изменен первый абзац подпараграфа (A.3)
56, 57	122.4	(1) Изменено подпараграф (A.8) (2) Добавлен подпараграф (A.10)
58	Рисунок 122.4	Изменена графика и добавлено Общее замечание
61, 62	122.8.2	Изменен подпараграф (C.3)
65, 66	123	Изменено по 123.1.2
	123.1.6	Добавлено
72, 73	Таблица 126.1	(1) Изменены стандартные практики MSS (2) В разделе сборников правил и стандартов ASME, добавлено B16.48
84	127.5.4	Добавлено
88-92	Таблица 132	Общие замечания перенумерованы с (I)(A), (I)(B) и так далее, (II)(A), (II)(B) и так далее, на (A)(1), (A)(2) и так далее, (B)(1), (B)(2) и так далее

<i>Страница</i>	<i>Размещение</i>	<i>Изменение</i>
97	Таблица 136.4	(1) В заголовках колонок "Условия эксплуатации трубопровода и так далее" заменено на "Расчетные условия для трубопровода и так далее") (2) В Общих замечаниях (D) удалено, (E) и (F) перенумерованы как (D) и (E)
104	Таблица A-1	В разделе "Бесшовные трубы и трубки" добавлена ссылка на Замечание (1) для A 333 6
106-114, 118	Таблица A-1	На страницах с четными номерами, ссылки на Замечания с (16) по (24) перенумерованы на (15) – (23)
107	Таблица A-1	В разделе "Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением", второй класс для A178 был исправлен (опечатка)
115	Таблица A-1	В разделе "Пластина" оба значения напряжения при 800°F для A 299 исправлены (опечатка)
119	Таблица A-1	Замечания с (16) по (24) исправлены на (15)- (23)
120-130	Таблица A-2	На страницах с четными номерами, ссылки на замечания с (12) по (21) перенумерованы на (11) – (20) соответственно
128	Таблица A-2	В разделе "Кованые изделия" исправлен номинальный состав для A 182 F! (опечатка)
133, 134	Таблица A-2	Замечания с (12) по (21) перенумерованы на (11) – (20) соответственно
140	Таблица A-3	В разделе "Бесшовные трубы и трубки, аустенитные," ссылка на Замечание (32) добавлена к двум последним строкам A 312
142	Таблица A-3	В разделе "бесшовные трубы и трубки, ферритные/мартенситные" ссылка на Замечание (32) добавлена к A 268 TRXM27, TP446-1 и TRXM33 и A 731 TRXM27 и TRXM33
144, 154, 156, 166- 172	Таблица A-3	На страницах с четными номерами, ссылки на Замечания с (18) по (27) перенумерованы на (17) – (26) соответственно, и с (29) по (33) на (27) – (31) соответственно
146	Таблица A-3	В разделе "Сварные трубы и трубки – без присадочного металла, аустенитные" ссылка на Замечание (32) добавлена к последним двум строкам A 249
150	Таблица A-3	В разделе "Сварные трубы и трубки – без присадочного металла": (1) В разделе "Аустенитные", ссылка на замечание (32) добавлена к последним двум строкам A 312

<i>Страница</i>	<i>Размещение</i>	<i>Изменение</i>
150	Таблица А-3	(2) В разделе "Ферритные/мартенситные", ссылка на Замечание (32) добавлена к А 268 ТР446-1, ТРХМ27 и ТРХМ33 и А 731 ТРХМ27 и ТРХМ33
154	Таблица А-3	В разделе "Сварные трубы – с присадочным металлом, аустенитные" ссылка на Замечание (32) добавлена к последним четырем строкам А 358
158	Таблица А-3	(1) В разделе "Пластины, листы и полосы": (а) в разделе "Аустенитные" ссылка на Замечание (32) добавлена к последним двум строкам А 240 (б) в разделе "Ферритные/мартенситные" ссылка на Замечание (32) добавлена к А 240 ХМ27 и ХМ33
175	Таблица А-3	(2) В разделе "Кованые изделия, аустенитные" ссылка на Замечание (32) добавлена к А 182 F44 в двух местах (1) Замечания с (18) по (27) перенумерованы на (17) – (26) соответственно (2) Замечания с (29) по (33) перенумерованы на (27) – (31) соответственно
176	Таблица А-4	В разделе "Бесшовные трубы и трубки" ссылка на Замечание (13) добавлена к В 622 N06022 в двух местах и к В 690 N08367 в двух местах
178	Таблица А-4	В разделе "Сварные трубы и трубки" ссылка на Замечание (13) добавлена к В 675 N08367 в двух местах, В 676 N08367 в двух местах и В 804 N08367 в двух местах
180, 182	Таблица А-4	(1) В разделе "Пластины, листы и полосы" ссылка на замечание (13) добавлена к В 688 N08367 в шести местах (2) В разделе "Бруски, прутки, профили, кованые изделия" ссылка на Замечание (13) добавлена к обеим строкам В 564 N08367 и обеим строкам В 691 N08367 (3) В разделе "Бесшовные фитинги" ссылка на Замечание (13) добавлена к В 366 N06022 в двух местах и В 462 N083467 в двух местах (4) В разделе "Сварные фитинги" ссылка на Замечание (13) добавлена к В 366 N06022 в двух местах
183	Таблица А-4	Добавлено замечание (13)
188, 189	Таблица А-6	В разделе "Бесшовные трубы и трубки" добавлено В 280
213-215	Таблица В-1	Данные по термическому расширению превращены в Таблицу В-1 и изменены

<i>Страница</i>	<i>Размещение</i>	<i>Изменение</i>
216-219	Таблица В-1 (СИ)	Данные по термическому расширению (СИ) превращены в Таблицу В-1 (СИ) и изменены
222	Таблица С-1 (СИ)	Изменена
223, 224	Таблица С-2	(1) Ссылка на замечание (1) перенесена из основного заголовка в заголовок столбца для Е (2) Изменен заголовок первого столбца (3) В разделе "Сплавы с высоким содержанием никеля": (а) значение напряжения при 1100°F изменено для N06002(X) (б) ссылка на Замечание (2) добавлена для N08800 (800) и N08810 (800H) (4) В разделе "Алюминий и алюминиевые сплавы" значение напряжения для 500°F изменено для третьей группы в скобках (5) Изменен заголовок для "Чистого титана" (6) Добавлено Замечание (2)
225, 226	Таблица С-2 (СИ)	Изменена
236	Приложение F	(1) Изменены стандартные практики MSS (2) В разделе "Сборники правил и стандарты ASME" добавлено В16.48
238	Приложение G	В разделе ссылок на А добавлено 104.3.1
287	III-5.1.3	Вторая строка подпараграфа (В.4.В) исправлена (опечатка)
323	Указатель	Обновлен, чтобы учитывать 01

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Толкования ASME В31.1, изданные в период с 01 января 2000 года по 30 июня 2000 года, следуют за последней страницей этого Приложения как отдельное дополнение, Толкования № 35. Толкования ASME В31.1, изданные в период с 01 июля 2000 года по 31 декабря 2000 года следуют за последней страницей Толкования №35, как отдельное дополнение, Толкования №36.

(2), После Толкований следует Частный случай №27 как отдельное дополнение.

ГЛАВА I. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

100. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Этот Сборник правил для энергетических трубопроводов, является одним из нескольких Разделов Сборника правил для трубопроводов под давлением B31 Американского общества инженеров-механиков. Этот Раздел публикуется как отдельный документ для удобства.

Стандарты и технические требования, особо включенные в этот Сборник через ссылки, показаны в Таблице 126.1. Считаем, не практичным ссылаться на датированное издание каждого из этих стандартов и технических требований в тексте Сборника. Вместо этого, ссылки на датированные издания включено в одно из Приложений, которое пересматривается ежегодно.

100.1. Сфера действия.

Правила этого Раздела Сборника были разработаны с учетом потребностей для видов эксплуатации, которые включают трубопроводы, обычно находящиеся на станциях, вырабатывающих электрическую энергию, на промышленных заводах, геотермальных отопительных системах и системах коммунального обогрева и охлаждения.

1001.1.1. Этот Сборник устанавливает требования к проектированию, материалам, изготовлению, монтажу, испытанию и осмотру трубопроводных систем.

Трубопроводы, в том смысле, в каком они используются в этом Сборнике, включают в себя трубы, фланцы, болтовое крепление, клапаны, предохранительные устройства, фитинги и части других трубопроводных компонентов, содержащих давление, независимо от того, были ли они изготовлены в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, или было спроектированы особым образом. Они также включают подвески и опоры и другие единицы оборудования, необходимые для того, чтобы предотвратить перенапряжение компонентов, содержащих давление.

Правила, регулирующие трубопроводы для разнородных дополнительных приспособлений, таких как водомерные колонки, дистанционные уровнемеры воды, манометры, измерительные окошки и так далее, включены в сферу действия этого Сборника, но требования к дополнительным приспособлениям водогрейных котлов должны быть в соответствии с Разделом I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, PG-60.

Пользователям этого Сборника напоминает, что в некоторых регионах законодательство может установить государственную юрисдикцию на предметы, рассматриваемым в этом Сборнике. Однако любое такое

законное требование не должно освобождать владельца от его ответственности, указанной в параграфе 136.1.

100.1.2. Системы энергетических трубопроводов, охватываемые этим Сборником, применяются ко всем трубопроводам и деталям их компонентов, за исключением случаев, указанных в параграфе 100.1.3. Они включают, но не ограничиваются перечисленным: системы для пара, воды, нефти, газа и воздуха.

(А). Этот Сборник охватывает внешний трубопровод водогрейных котлов, как определено ниже, для энергетических котлов и водогрейных котлов высокой температуры и высокого давления, в которых: пар генерируется под давлением более 15 psig (100 кПа избыточного давления); и вода высокой температуры генерируется при давлениях, превышающих 160 psig (1103 кПа избыточного давления) и/или температуре, превышающей 250°F (120°C).

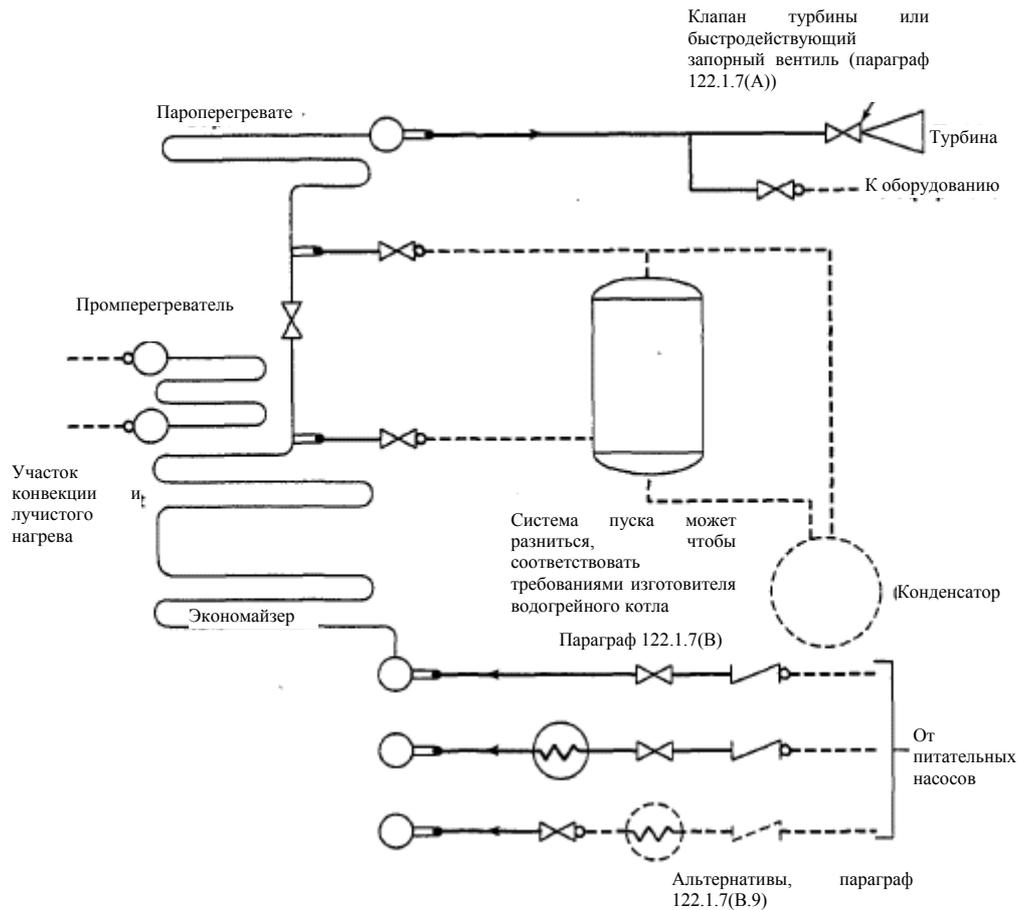
Внешний трубопровод водогрейных котлов должен рассматриваться как трубопровод, который начинается там, где заканчивается водогрейный котел:

- (1). на первом кольцевом соединении для присоединений, свариваемых на торце; или
- (2). на грани первого фланца в болтовом фланцевом присоединении; или
- (3). на первом резьбовом соединении в таком типе присоединения, и которое тянется до клапана и включает клапан или клапаны, требуемые в соответствии с параграфом 122.1

Терминальные точки сами по себе рассматриваются как часть внешнего трубопровода водогрейного котла. Терминальные точки и трубопровод, внешний по отношению к энергетическим котлам, показаны на Рисунках 100.1.2(A), 100.1.2(B) и 100.1.2(C).

Трубопровод между терминальными точками и клапаном или клапанами, требуемыми в соответствии с параграфом 122.1, должны обеспечиваться отчетами, рассматриваться и маркироваться штампами, как этого требует Раздел I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Вся сварка и пайки твердым припоем, этого трубопровода должна выполняться производителями или подрядчиками, уполномоченными на использование соответствующего символа, показанного на Рисунках PG-105.1 – PG-105.3 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Установка внешнего трубопровода водогрейных котлов, с помощью механических средств может выполняться организацией, не имеющей штампа с символом Сборника. Однако, владелец действительного сертификата авторизации S, A или PP, должен нести ответственность за ведение документации и проведение гидростатического испытания, независимо от метода сборки. Требования к системе контроля качества,

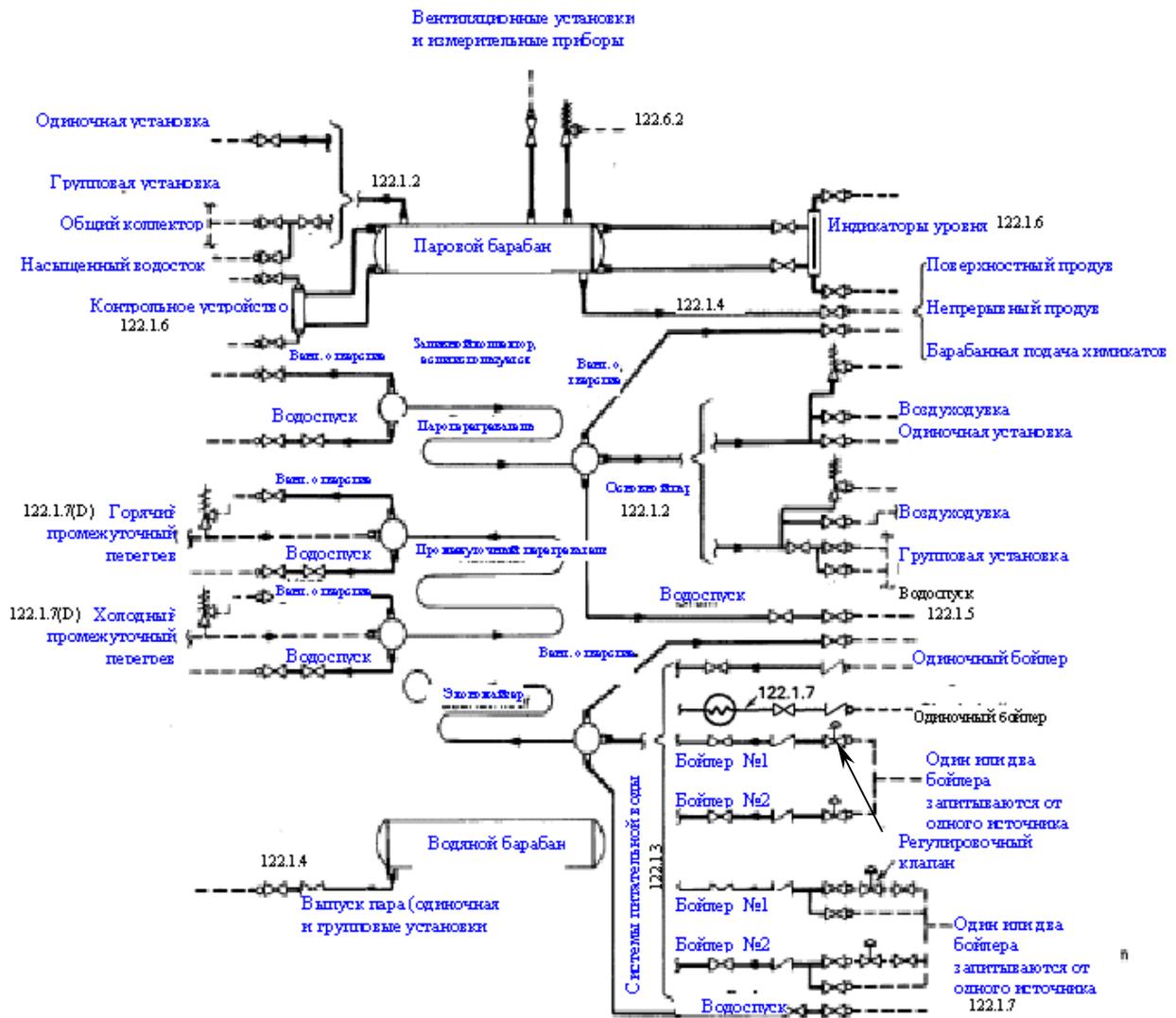
01



Административная юрисдикция и техническая ответственность

- Собственно водогрейный котел – Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (ASME BPVC) имеет полную административную юрисдикцию и техническую ответственность. Смотрите Преамбулу Раздела I ASME BPVC
- Внешний трубопровод и соединения водогрейного котла (ВЕР) – ASME BPVC имеет полную административную юрисдикцию (обязательная сертификация с помощью штампа Символа Сборника, формуляры данных ASME и авторизованная инспекция) над ВЕР. Секционный комитет ASME B31.1 получил техническую ответственность. Смотрите преамбулу к Разделу I ASME BPVC и "Сферу действия" ASME B31.1, параграф 100.1.2(A). Ссылки на применимые издания ASME B31.1 и Приложения приведены в ASME BPVC, Раздел 1, PG-58.3
- - - Внешний трубопровод и соединения не водогрейного котла (NBEP) – Комитет по трубопроводам под давлением ASME B31 имеет полную административную и техническую ответственность

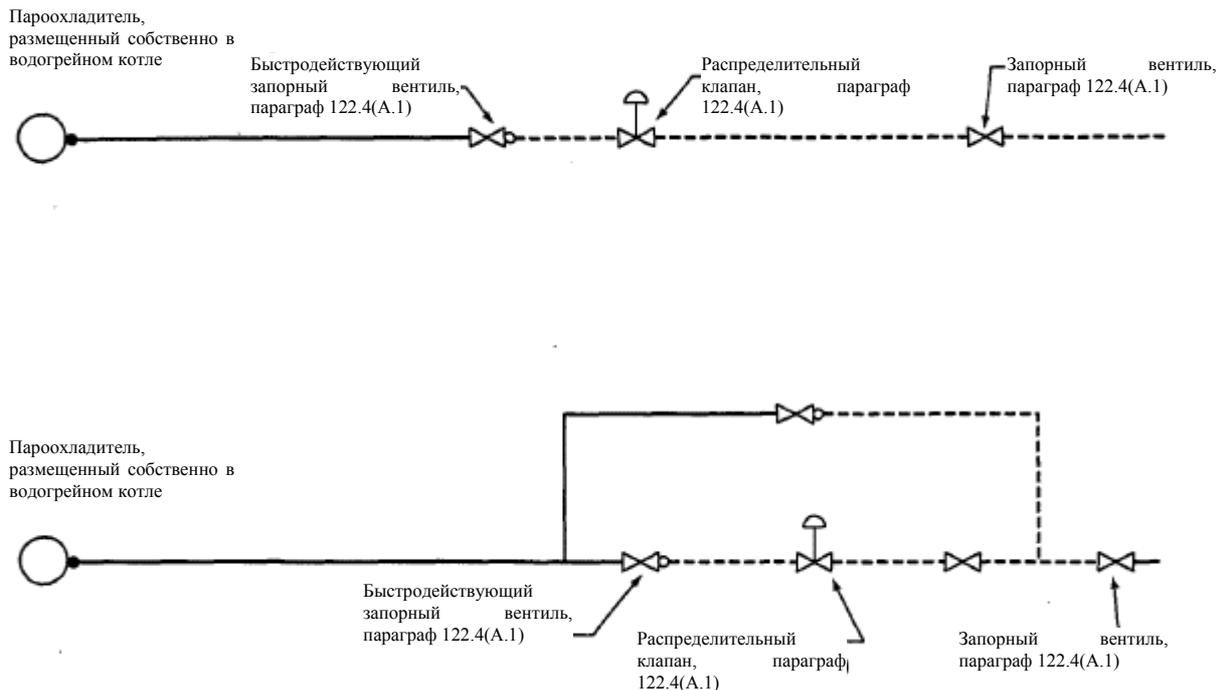
Рисунок 100.1.2(A). Ограничения по юрисдикции Сборников для трубопроводов – Парогенератор принудительного потока без фиксированных линий пара и воды.



Административная юрисдикция и техническая ответственность

- Собственно водогрейный котел – Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (ASME BPVC) имеет полную административную юрисдикцию и техническую ответственность. Смотрите Преамбулу Раздела I ASME BPVC
- Внешний трубопровод и соединения водогрейного котла (ВЕР) – ASME BPVC имеет полную административную юрисдикцию (обязательная сертификация с помощью штампа Символа Сборника, формуляры данных ASME и авторизованная инспекция) над ВЕР. Секционный комитет ASME B31.1 получил техническую ответственность. Смотрите преамбулу к Разделу I ASME BPVC и "Сферу действия" ASME B31.1, параграф 100.1.2(A). Ссылки на применимые издания ASME B31.1 и Приложения приведены в ASME BPVC, Раздел 1, PG-58.3
- Внешний трубопровод и соединения не водогрейного котла (NBEP) – Комитет по трубопроводам под давлением ASME B31 имеет полную административную и техническую ответственность

Рисунок 100.1.2(B). Ограничения по юрисдикции Сборников для трубопроводов – Водогрейные котлы барабанного типа.



Административная юрисдикция и техническая ответственность

- Собственно водогрейный котел – Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (ASME BPVC) имеет полную административную юрисдикцию и техническую ответственность. Смотрите Преамбулу Раздела I ASME BPVC
- Внешний трубопровод и соединения водогрейного котла (ВЕР) – ASME BPVC имеет полную административную юрисдикцию (обязательная сертификация с помощью штампа Символа Сборника, формуляры данных ASME и авторизованная инспекция) над ВЕР. Секционный комитет ASME B31.1 получил техническую ответственность. Смотрите преамбулу к Разделу I ASME BPVC и "Сферу действия" ASME B31.1, параграф 100.1.2(A). Ссылки на применимые издания ASME B31.1 и Приложения приведены в ASME BPVC, Раздел 1, PG-58.3
- - - - Внешний трубопровод и соединения не водогрейного котла (НВЕР) – Комитет по трубопроводам под давлением ASME B31 имеет полную административную и техническую ответственность

Рисунок 100.1.2(С). Ограничения по юрисдикции Сборников для трубопроводов – Пароохладители впрыскивающие .

Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением должны применяться. Эти требования показаны в Приложении J к этому Сборнику.

Клапан или клапаны, требуемые в соответствии с параграфом 122.1, являются частью внешнего трубопровода бойлера и не требуют маркировки штампом и осмотра, предусмотренных Разделом I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением предохранительных, предохранительных перепускных и перепускных клапанов, смотрите параграф 107.8.2. Смотрите PG-11.

Трубопроводные присоединения, отвечающие всем другим требованиям этого Сборника, но не превосходящие по размерам NPS 1/2, могут привариваться к трубе или коллекторам водогрейного котла без проведения осмотра и проставления штампов, требуемых Разделом I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

Внешний трубопровод не водогрейного котла включает в себя все трубопроводы, охватываемые этим Сборником, за исключением той части, которая была определена выше как внешний трубопровод водогрейного котла.

100.1.3. Этот Сборник правил не применяются к следующему:

- (А). экономайзеры, нагреватели, сосуды под давлением и компоненты, охватываемые Разделами Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением AS<E;
- (В). трубопроводы обогрева и распределения пара и конденсата в зданиях, рассчитанные на давление 15 psig (100 кПа избыточного давления) или меньше, или системы обогрева горячей водой, рассчитанной на 20 psig (200 кПа избыточного давления) или меньше;
- (С). трубопроводы для гидравлических или пневматических инструментов и их

компонентов со стороны подачи от первого запорного вентиля или быстродействующего запорного клапана за пределами распределительного коллектора системы;
(D). трубопроводы для морских или других установок, находящихся под федеральным контролем;
(E). башни, каркасы зданий, резервуары, механическое оборудование, инструменты и фундаменты.

100.2. Определения.

Некоторые из терминов, касающихся трубопроводных систем, определены ниже. Термины, связанные со сваркой, обычно согласуются с терминами, указанными в AWS A3.0. Некоторые сварочные термины определены с учетом особенностей их применения к трубопроводам. Для сварочных терминов, не показанных здесь, должны применяться определения в соответствии со Стандартом AWS A3.0.

якорь – жесткий ограничитель, обеспечивающий по существу полную фиксацию, не допускающую не поступательных, ни вращательных смещений трубы.

закалка – смотрите *термическая обработка*.

дуговая сварка – группа сварочных процессов, которые производят коалесценцию (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, законопачивания, пайки твердым припоем, пайки мягким припоем, склеивания или использования резьбы, 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.

подкладочное кольцо – подкладка в форме кольца, которая может использоваться при сварке трубопроводов.

шаровой шарнир – компонент, который допускает универсальное вращательное движение трубопроводной системы.

базовый материал – материал, который должен свариваться, паяться твердым припоем, паяться мягким припоем или разрезаться.

патрубковое присоединение – прикрепление трубы патрубка к пролету основной трубы с использованием фитингов или без них.

сварка с припоем – метод сварки, при котором стыковой, угловой, пробочный или прорезной сварной шов образуется с использованием цветного присадочного металла, имеющего температуру плавления ниже температуры плавления базовых металлов, но выше 800°F (425°C). Присадочный металл не распределяется в соединении с помощью капиллярного движения. (Бронзовая сварка – ранее использованный, неправильный термин для этого процесса)

пайка твердым припоем – процесс соединения металлов, при котором коалесценция (соединение) производится с помощью использования цветного присадочного металла, имеющего температуру плавления выше 800°F (425°C), 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.

компонент – компонент в смысле данного Сборника определяется, как состоящий из следующих изделий (но не ограничиваясь перечисленным): труба, трубопроводные суб-блоки, детали, клапаны, фильтры грубой очистки, устройства сброса, фитинги и так далее.

стандартный компонент: компонент, изготовленный в соответствии с одним или более стандартами, перечисленными в Таблице 126.1.

особо спроектированный компонент: компонент, спроектированный в соответствии с параграфом 104.7.2

дефект – изъян (несовершенство или непреднамеренная неоднородность) такого размера, формы, ориентации, размещения или свойств, которые делают его причиной отбраковки.

неоднородность – недостаточная однородность или сцепление; нарушение в нормальной физической структуре материала или продукта.

работодатель – владелец, производитель, сборщик, подрядчик или монтажник, ответственные за сварку, пайку твердым припоем или проведение исследования неразрушающими методами, выполняемые его организацией, включая квалификацию процедур и работ.

инженерный проект – детальный проект, разработанный в соответствии и на основе требований процесса и удовлетворяющий требованиям Сборника, включая все необходимые чертежи и спецификации, определяющие трубопроводную установку.

присоединение оборудования – интегральная часть такого оборудования, как сосуды под давлением, теплообменники, насосы и так далее, спроектированные для прикрепления к трубе или трубопроводным компонентам.

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.

исследование – обозначает процедуры для всех исследований неразрушающими методами. Смотрите параграф 136.1 и определение для визуального исследования.

трубный компенсатор – гибкий трубопроводный компонент, который поглощает термическое и/или терминальное движение.

изготовление – в первую очередь соединение трубопроводных компонентов в интегральные единицы, готовые к сборке. Это включает в себя гибку, формовку, нарезку резьбы, сварку или другие операции

над этими компонентами, если они не являются частью сборки. Оно может проводиться 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 сварке, пайке мягким припоем, пайке твердым припоем или сварке с припоем.

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.

опасность пожара – ситуация, в которой материал с горючестью или взрывоопасностью выше средней находится в присутствии источника потенциального возгорания.

изъян – несовершенство или непреднамеренная неоднородность, которая обнаруживается, с помощью исследования неразрушающими методами

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.

газовая сварка – группа сварочных процессов, в которых коалесценция достигается за счет нагрева, с помощью газового пламени с использованием давления или без него и с использованием присадочного металла или без него.

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, паяния твердым или мягким припоем, формовкой или резкой.

термическая обработка

закалка, полная – нагревание металла или сплава до температуры выше диапазона критической температуры и удерживание его при температуре сверх указанного диапазона в течение достаточного количества времени, за которым следует охлаждение до температуры ниже указанного диапазона. (Разупрочнение часто проводится при температуре чуть ниже критического диапазона, и тогда это называется **отжигом** в подкритическом интервале).

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

послесварочная термическая обработка – любая термическая обработка, следующая за сваркой

предварительный нагрев – применение тепла к базовому металлу непосредственно перед сваркой или резкой

снятие напряжения – однообразное нагревание структуры или ее части до соответствующей температуры,

чтобы снять большую часть остаточного напряжения, после чего следует однообразное охлаждение

несовершенство – состояние несовершенства; отклонение характеристики качества от должного состояния

индикация – реакция или свидетельство после применения исследования неразрушающими методами

дуговая сварка с инертным газом и металлическим сварочным электродом – процесс дуговой электросварки, при котором коалесценция достигается за счет нагревания с помощью электрической дуги между металлическим электродом и рабочей деталью. Экранирование достигается за счет использования инертного газа, такого как гелий или аргон. Давление может использоваться, а может не использоваться, и присадочный металл может использоваться, а может не использоваться.

осмотр – обозначает проверку качества исследования и испытания инспектором.

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

проплавление соединения – минимальная глубина стыкового сварного шва, на которую он выступает из поверхности внутрь соединения, за исключением усиления.

конденсаторная сварка низкой энергии – процесс сварки сопротивлением, в котором коалесценция достигается за счет быстрого разряда сохраненной электрической энергии от системы накопления низкого электростатического напряжения.

ручная сварка – сварка, в которой вся сварочная операция выполняется и контролируется вручную.

максимально допустимое напряжение – максимальное значение напряжения, которое может использоваться в проектных формулах для данного материала и расчетной температуры.

максимально допустимое рабочее давление (MAWP) – давление при одновременной температуре, которому, может быть, подвергнут водогрейный котел или сосуд под давлением без превышения максимально допустимого напряжения материала или номинального показателя давления-температуры оборудования. В целях данного Сборника, термин MAWP определяется в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Разделы I и VIII.

может – "может" используется, чтобы обозначать разрешение, а не требованием или рекомендацию.

механическое соединение – соединение с целью увеличения механической прочности или уменьшения 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 и заливочной смеси, прокладок, раскатанных торцов, законопачивания или обработанных на станке

и подогнанных сопряженных поверхностей. Эти соединения используются особенно там, где требуется легкость разборки.

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

номинальная толщина – толщина, указанная в техническом требовании к материалу, или стандарте, к которому применяются производственные допуски.

нормализация – смотрите *термическая обработка*.

кислородная резка – группа процессов термической резки, которая снимает или удаляет металл посредством химической реакции между кислородом и базовым металлом при повышенной температуре. В случае металлов, устойчивых к окислению, реакция облегчается за счет использования флюса.

кислородная строжка – применение кислородной резки, при которой образуется желобок.

задавливание – механическая обработка металлов посредством ударов молотом.

труба и трубка – фундаментальное различие между трубой и трубкой – это стандарт размера, по которому они изготовлены.

Труба – это трубка с круглым поперечным сечением, удовлетворяющая размерным требованиям к номинальному размеру трубы, как указано в ANSI B36.10, Таблицы 2 и 4, и в ANSI B39.19, Таблица 1. Для особой трубы, имеющей диаметр, не указанный в этих Таблицах, а также для круглой трубки, номинальный диаметр соответствует внешнему диаметру.

Трубка – это полое изделие круглого или любого другого поперечного сечения, имеющее непрерывную периферию. Размер круглой трубки может указываться в отношении любых двух (но не всех трех) характеристик: внешний диаметр, внутренний диаметр, толщина стенки; типы K, L и M, медных трубок могут также указываться только по номинальному размеру и типу. Размеры и допустимые вариации (допуски) указаны в соответствующих стандартных технических требованиях ASTM и ASME.

Типы труб, в соответствии с методом их изготовления, 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 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**

(B.1). **труба, сваренная стыковым сварным швом в печи, конусная сварка** – труба, изготовленная в виде отдельных изделий 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 полосовой заготовки через ряд конических сварочных роликов (известных как "сварочные конусы"), который служит одновременно для формовки и сварки.

(B.2). **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 полосовой заготовки через ряд круглых сварочных роликов.

(C). **труба, сваренная электрической сваркой плавлением** – труба, имеющая продольное стыковое соединение, в котором коалесценция 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. Спирально сваренная труба также производится с помощью процесса электрической сварки плавлением, с помощью, либо стыкового соединения, либо соединения внахлестку, либо соединения в замок.

(D). **труба, сваренная стыковой электрической сваркой оплавлением** – труба, имеющая продольное стыковое соединение, в котором коалесценция достигается одновременно по всей площади смыкающихся поверхностей за счет тепла, полученного в результате сопротивления потоку электрического тока между двумя поверхностями, и применения давления после завершения нагревания. Оплавление и осадка сопровождается выгоранием металла из соединения.

(E). **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.

(F). **бесшовная труба** – труба, изготовленная одним или несколькими из следующих процессов:

(F.1). **катаная труба** – труба, произведенная из ковальной заготовки, которая протыкается коническим пробойником между двумя диаметрально противоположными валками. Прошитая гильза трубной заготовки затем раскатывается и натягивается на пробойники все большего и большего диаметра. Когда требуется более строгое совпадение по размеру, катаная труба протягивается в холодном или горячем виде через валики и проходит машинную обработку.

(F.2). **кованая и расточенная труба** – труба, изготовленная с помощью расточки и прорезки ковальной заготовки.

(F.3). **выдавленная труба** – труба, полученная из полых или сплошных круглых кованых заготовок, обычно в гидравлическом экструзионном прессе. В этом процессе ковальная заготовка помещается в цилиндрическую головку экструдера. Сначала перфоратор с торца

экструзионного плунжера протыкает кованую заготовку. Экструзионный плунжер затем продавлиывает загруженную биллет заготовку между цилиндрической головкой и перфоратором, чтобы получилась труба, причем перфоратор служит пробойником.

(F.4). центробежно-литая труба – труба, формованная за счет затвердевания расплавленного металла во вращательной форме. Используются и металлические и песчаные формы для литья. После литья труба проходит машинную обработку, чтобы добиться качественного металла по внутреннему и внешнему диаметрам до степени полировки поверхности и размеров, требуемых в применимом техническом требовании к материалу.

Одна из вариаций этого процесса использует автофреттирование (гидравлическое расширение) и термическую обработку при температуре выше температуры рекристаллизации материала, чтобы получилась катаная структура.

(F.5) статично литая труба – труба, образованная за счет затвердевания расплавленного металла в песчаной форме для литья.

элементы опоры трубопроводной системы – элементы опоры трубопроводной системы состоят из подвески, арматуры и конструкционных креплений:

подвеска и опоры – подвеска и опоры включают 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

конструкционные крепления – конструкционные крепления включают в себя элементы, которые привариваются, крепятся болтами или зажимаются на трубе, такие как зажимы, уши, кольца, скобы, хомуты, карабины, стропы и юбки

пористость – неоднородности каверного типа, образованные за счет захвата газа во время затвердевания металла.

послесварочная термическая обработка – смотрите *термическая обработка*.

предварительный нагрев – смотрите *термическая обработка*.

давление – применение силы на единицу площади; давление среды (применение внутренней или внешней силы среды на единицу площади на границе давления трубопроводных компонентов).

отчет по квалификации процедуры (PQR) – документ, перечисляющий данные сварки, использованные для сварки пробного образца. PQR – это отчет по параметрам, записанным во время сварки пробных образцов. Он также содержит результаты испытаний испытательных образцов. Записанные параметры обычно попадают в небольшой диапазон реальных параметров, которые будут использоваться при производственной сварке.

с легким доступом – для визуального исследования, внутренние поверхности с легким доступом определяются

как те внутренние поверхности, которые можно исследовать без помощи оптических устройств. (Это определение не запрещает использовать оптические устройства для визуального исследования; однако, выбор устройства должен быть предметом взаимного соглашения между владельцем и сборщиком или монтажником).

упругость паров по Рейду – упругость пара огнеопасной или горючей жидкости, как определено в стандартном методе испытаний ASTM D 323 "Упругость паров нефтепродуктов (Метод Рейда)".

усиление сварного шва – металл сварного шва на лицевой поверхности стыкового сварного шва сверх металла, необходимого для указанного размера сварного шва.

фиксатор (ограничитель) – любое устройство, которое предотвращает, сопротивляется или ограничивает движение трубопроводной системы.

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

корневое проплавление – глубина стыкового сварного шва, на которую он проникает вглубь корня соединения, измеренная от осевой линии корневого поперечного сечения.

герметизирующий сварной шов – сварной шов, используемый в трубном соединении в первую очередь для того, чтобы обеспечить герметичность от утечек среды, а не для достижения механической прочности.

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

должен – должен и не должен; используется для того, чтобы указать, что это положение или запрет являются обязательными.

экранированная дуговая сварка с металлическим электродом – процесс дуговой сварки, который производит коалесценцию 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 – следует и рекомендуется, используется, чтобы указать на то, что, положение не является обязательным, но рекомендуется, как хорошая практика

размер сварного шва:

стыковой сварной шов: проплавление соединения (глубина фаски плюс корневое проплавление, когда указано).

угловой сварной шов: для угловых сварных швов с одинаковыми катетами - длины катетов наибольшего равнобедренного прямоугольного треугольника, который может быть вписан в поперечное сечение углового сварного шва. Для угловых сварных швов с неравными катетами, длины катетов наибольшего прямоугольного треугольника, который может быть вписан в поперечное сечение углового сварного шва.

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 достигается за счет нагревания до соответствующей температуры и использования цветного сплава, плавкого при температурах ниже 800°F (425°C) 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.

сталь - сплав железа и углерода с содержанием углерода не больше 2% по весу. Другие легирующие элементы могут включать марганец, серу, фосфор, кремний, алюминий, хром, медь, никель, молибден, ванадий и другие, в зависимости от типа стали. Приемлемые технические требования к стали, смотрите в Главе III "Материалы"

сброс напряжения – смотрите *термическая обработка*

дуговая сварка под флюсом – процесс дуговой сварки, который производит коалесценцию 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 сварочный прутка.

вспомогательная арматура – стальные элементы, которые устанавливаются между существующими элементами, как опоры для трубопровода или трубопроводного оборудования.

вертлюжное соединение – компонент, который допускает вращательное движение в трубопроводной системе в одной плоскости

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

полезный вылет углового сварного шва:

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

действительный полезный вылет: кратчайшее расстояние от корня углового сварного шва до его лицевой поверхности.

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

трубка – смотрите *труба и трубка*.

вольфрамовый сварочный электрод – сварочный электрод непроводящего металла, используемый в дуговой сварке или резке, сделанный в основном из вольфрама.

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

визуальное исследование – наблюдение какой-либо части компонентов, соединений и других трубопроводных элементов, которые подвергаются такому наблюдению либо до, либо во время, либо после производства, изготовления, сборки, монтажа или испытания. Это исследование может включать проверку применимых требований к материалам, компонентам, размерам, проплавлению соединения, выравниванию, сварке и производству соединений, опорам, сборке и монтажу.

сварной шов – локализованная коалесценция материала, в которой коалесценция производится за счет либо нагревания до нужной температуры, с использованием или без использования давления или только с помощью давления, и с использованием или без использования присадочного материала. Присадочный металл должен иметь температуру плавления примерно такую же, как у базового металла.

сварщик – тот, кто выполняет ручную или полуавтоматическую сварку.

Квалификация работы сварщика/оператора сварочного автомата (WPQ) – демонстрация способности сварщика выполнять сварные швы так, как описано в техническом требовании к сварочной процедуре, которые отвечают предписанным стандартам.

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

технические требования к сварочной процедуре (WPS) – письменная квалифицированная сварочная процедура, подготовленная для того, чтобы обеспечивать руководство при производстве сварных швов, соответствующих требованиям Сборника. WPS или другие документы могут использоваться, чтобы обеспечить сварщику или оператору сварочного автомата руководство, необходимое, чтобы гарантировать соответствие требованиям Сборника.

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

ГЛАВА II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ.

ЧАСТЬ 1. УСЛОВИЯ И КРИТЕРИИ.

101. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ.

101.1. Общие положения.

Эти расчетные условия определяют давления, температуры и различные силы, применимые к проектированию систем энергетических трубопроводов. Системы энергетических трубопроводов должны проектироваться по самому жесткому условию одновременного давления, температур и нагрузки, за исключением указанных случаев. Наиболее жесткое условие должно быть таким, которое приводит к наибольшей требуемой толщине стенки трубы и наибольшему номинальному показателю фланца.

101.2. Давление.

Все давления, указанные в этом Сборнике, выражены в фунтах на квадратный дюйм и килопаскалях сверх атмосферного давления, то есть в psig (кПа избыточного давления), если иное не указано специально.

101.2.2. Внутреннее расчетное давление. Внутреннее расчетное давление должно быть не меньше, чем максимальное непрерывное рабочее давление (MSOP) внутри трубопроводной системы, включая эффекты статического напора.

101.2.4. Внешнее расчетное давление. Трубопровод, подвергающийся воздействию внешнего давления, должен проектироваться на максимальный перепад давления, ожидаемый во время условий эксплуатации, останова или испытания.

101.3. Температура.

101.3.1. Все температуры, указанные в этом Сборнике, являются средними температурами металлов соответствующих материалов, выраженными в градусах Фаренгейта, то есть °F (Цельсия, то есть °C), если не указано иное.

101.3.2. Расчетная температура.

(А). Трубопровод должен проектироваться на температуру металла, представляющую собой максимальное ожидаемое непрерывное условие. Расчетная температура должна предполагаться такой же, как температура технологической среды, если только расчеты или испытания не оправдывают использование других данных; в этом случае расчетная температура должна быть не меньше, чем среднее арифметическое температуры технологической среды и температуры внешней стенки.

(В). Когда технологическая среда проходит через теплообменники, работающие последовательно, расчетная температура трубопровода в каждой секции системы должна соответствовать наиболее жесткому условию по температуре, которое, как ожидается, будет создано теплообменниками в этой секции системы.

(С). Для трубопровода пара, питательной воды и горячей воды, ведущих от оборудования с огневым подводом тепла (такого как водогрейный котел, промперегреватель, пароперегреватель, экономайзер и так далее), расчетная температура должна основываться на ожидаемом продолжительном рабочем состоянии плюс максимальный допуск по температуре, гарантированный производителем оборудования. Для эксплуатации при температурах, превышающих такое состояние, должны применяться ограничения, описанные в параграфе 102.2.4.

(D). Ускоренное ползучее разрушение, приводящее к избыточным деформациям ползучести и потенциальный разрыв трубы, вызванный продолжительной эксплуатацией при температуре выше расчетной температуры, должны учитываться при выборе расчетной температуры для трубопровода, который будет работать при температуре выше 800°F.

101.4. Влияние окружающей среды.

101.4.1. Влияние охлаждения на давление. Когда охлаждение технологической среды может снизить давление в трубопроводе до давления ниже атмосферного давления, трубопровод должен проектироваться так, чтобы выдерживать внешнее давление, или должны быть обеспечены средства для нарушения вакуума.

101.4.2. Влияние расширения технологической среды. Когда расширение технологической среды может увеличить давление, трубопроводная система должна проектироваться так, чтобы выдерживать увеличенное давление, или должны быть обеспечены средства для сброса избыточного давления.

101.5. Динамические эффекты.

101.5.1. Удар. Ударные силы, вызванные любыми внешними и внутренними условиями, должны учитываться при проектировании трубопровода. Одна форма внутренней ударной силы вызывается прохождением волн давления, вызванных неожиданными изменениями в кинетической энергии технологической среды. Этот феномен часто называется гидравлическим ударом или паровым "молотом". Он может быть вызван быстрым открыванием или закрытием какого-либо клапана в системе.

Проектировщик должен осознавать, что это только один из примеров этого феномена и что существуют другие причины ударной нагрузки.

101.5.2. Ветер. Трубопровод, подверженный воздействию ветра, должен проектироваться так, чтобы выдерживать ветровые нагрузки, при этом должны использоваться метеорологические данные, чтобы определить силы ветра. Когда государственные или муниципальные акты, регулирующие проектирование строительных конструкций существуют, действуют и указывают ветровые нагрузки, эти значения должны рассматриваться как минимальные расчетные значения.

101.5.3. Землетрясения. Влияние землетрясений (там, где это применимо) должно учитываться при проектировании трубопровода, опор трубопровода и ограничений, с использованием данных для конкретного участка как общее руководство при оценке вовлеченных сил. Однако, землетрясения можно не рассматривать как действующие одновременно с ветром.

101.5.4. Вибрация. Трубопровод должен устраиваться и снабжаться опорами с учетом вибрации (смотрите параграфы 120.1(c) и 121.7.5).

101.6. Весовые эффекты.

Следующие весовые эффекты вместе с нагрузками и силами, вызванными другими источниками и причинами, должны учитываться при проектировании трубопровода. Трубопровод должен поддерживаться регулирующими подвесками или должны образом выровненными жесткими подвесками или опорами и должен снабжаться подходящими пружинами, горизонтальными стяжками, глушителями вибрации и так далее, если необходимо.

101.6.1. Подвижная нагрузка. Подвижная нагрузка состоит из веса транспортируемой технологической среды. Снеговая и ледовая нагрузки должны учитываться в местах, в которых существуют такие погодные условия.

101.6.2. Неподвижная нагрузка. Неподвижная нагрузка состоит из веса трубопроводных компонентов, изоляции, защитной облицовки и покрытия, и других наложенных постоянных нагрузок.

101.6.3. Нагрузка испытательной или чистящей среды. Нагрузка испытательной или чистящей среды состоит из веса испытательной или чистящей среды.

101.7. Нагрузки термического расширения и сжатия.

101.7.1. Общие положения. Проект трубопроводных систем должен принимать во внимание силы и моменты, происходящие в результате термического расширения и сжатия и от эффектов трубных компенсаторов.

Термическое расширение и сжатие должны быть компенсированы предпочтительно за счет трубных колен, коленчатых патрубков, S-образных колен или изменения направления трубопровода.

Подвески и опоры должны допускать расширение и сжатие трубопровода между якорями.

101.7.2. Трубные компенсаторы, вертлюжные или шарнирные соединения и блоки гибких металлических шлангов. Соединения гофрированного сильфонного типа, телескопического типа, муфтового типа, шарнирного типа или вертлюжного типа и блоки гибких металлических шлангов могут использоваться, если их материалы отвечают требованиям этого Сборника, их конструкционные и рабочие детали имеют крупные пропорции, а их дизайн предотвращает полное расцепление рабочих частей во время эксплуатации. Однако, блоки гибких металлических шлангов и трубные компенсаторы гофрированного сильфонного типа, телескопического типа или муфтового типа не должны использоваться в трубопроводных системах, соединяющих водогрейный котел и первый запорный клапан в такой системе.

102. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

102.1. Общие положения.

Эти критерии охватывают номинальные показатели по давлению-температуре для стандартных и особо спроектированных компонентов, допустимые напряжения, ограничения по напряжению и различные допуски, которые должны использоваться при проектировании трубопровода и трубопроводных компонентов.

102.2. Номинальные показатели по давлению-температуре для трубопроводных компонентов.

102.2.1. Компоненты, имеющие индивидуальные номинальные показатели. Номинальные показатели по температуре-давлению для некоторых трубопроводных компонентов были рассчитаны и содержатся в некоторых стандартах, перечисленных в Таблице 126.1.

Когда трубопроводные компоненты имеют установленные номинальные показатели по температуре-давлению, которые не выходят за пределы верхних ограничений по температуре материала, допускаемые в этом Сборнике, номинальные показатели по давлению-температуре в промежутке от установленных показателей до верхнего предела температуры материала могут быть определены в соответствии с правилами этого Сборника, но номинальные показатели, выходящие за указанные пределы, подвергаются ограничениям, налагаемым стандартами (если такие ограничения имеются).

Стандартные компоненты не могут использоваться при условиях по давлению и температуре, которые выходят за пределы, установленные этим Сборником.

102.2.2. Компоненты, не имеющие индивидуальные номинальные показатели. Некоторые из стандартов, перечисленных в Таблице 126.1, такие как, стандарты для стыковых сварных фитингов, указывают, что компоненты должны изготавливаться с номинальной толщиной. Если в этом Сборнике не имеется ограничений в каком-либо параграфе, такие компоненты должны

классифицироваться на то же допустимое давление, что и бесшовная труба с такой же номинальной толщиной, как определено в параграфах 103 и 104 для материала, имеющего такое же допустимое напряжение.

Трубопроводные компоненты, такие как трубы, для которых допустимые напряжения были рассчитаны в соответствии с параграфом 102.3, но которые не имеют установленных индивидуальных номинальных показателей по давлению, должны классифицироваться в соответствии с правилами проектирования по давлению, указанными в параграфе 104, модифицированные другими применимыми положениями этого Сборника.

Если имеется желание использовать методы производства или проектирования компонентов, которые не охвачены этим Сборником или не перечислены в ссылочных стандартах, предполагается, что производитель должен удовлетворить требования параграфов 103 и 104 и другие применимые требованиям этого Сборника, налагаемые на затрагиваемые расчетные условия. Когда используются компоненты, отличные от тех, что были обсуждены выше, такие как трубы или фитинги, которым не присвоены номинальные показатели по давлению-температуре ни в одном Американском национальном стандарте, нельзя превышать номинальные показатели по давлению-температуре, рекомендованные производителем.

102.2.3. Номинальные показатели: Нормальные условия эксплуатации. Трубопроводная система должна считаться безопасной для эксплуатации, если максимальное продолжительное рабочее давление и температура, которые могут воздействовать на любую часть или компонент системы, не превышает максимального давления и температуры, допускаемого этим Сборником для конкретной части или компонента. Расчетное давление и температура не должны превышать номинальный показатель по давлению-температуре для конкретного компонента и материала, определенного в применимом техническом требовании или стандарте, указанного в Таблице 126.1.

102.2.4. Номинальные показатели: допуски на отклонения от нормальных условий. Максимальное допустимое внутреннее давление и температура должны включать допуски на случайные нагрузки и кратковременные давления и температуры.

Здесь признается, что вариации давления и температуры возникают неизбежно, и следовательно трубопроводная система, за исключением ограничений, налагаемых стандартами по компонентам, на которые делается ссылка в параграфе 102.2.1, или производителями стандартов, на которые делается ссылка в параграфе 102.2.2, должна считаться безопасной для случайных кратковременных периодов эксплуатации при давлении и температуре выше чем расчетное давление и температура. Для таких вариаций, либо давление, либо температура (либо оба показателя сразу) могут превышать расчетные величины, если рассчитанное кольцевое напряжение давления не превышает максимально допустимого напряжения из Приложения А для одновременной температуры на:

(А). 15%, если продолжительность события не превышает 8 часов за раз и не больше 800 часов в год, или

(В). 20%, если продолжительность события не превышает 1 часа за раз и не больше 80 часов в год.

102.2.5. Номинальные показатели в точках перехода. Когда трубопроводные системы, работающие при различных расчетных условиях, соединяются вместе, должен быть установлен разделительный клапан, имеющий номинальный показатель по давлению-температуре, равный или превышающий более жесткие условия. Смотрите параграф 122, в отношении требований к проектированию, касающихся особых трубопроводных систем.

102.3. Значения допустимого напряжения и другие ограничения напряжения для трубопроводных компонентов.

102.3.1. Значения допустимого напряжения.

(А). Значения допустимого напряжения, которые должны использоваться для проектирования систем энергетических трубопроводов, приведены в Таблицах в Приложении А, которые также называются в этом Разделе Сборника как Таблицы допустимого напряжения. Эти Таблицы приводят значения допустимого напряжения для широко используемых материалов при температурах, соответствующих энергетическим трубопроводам. В каждом случае под температурой понимается температура металла. Когда применимо, коэффициенты эффективности сварного соединения и коэффициенты качества литья включены в табулированные значения. Таким образом, табулированные значения являются S, SE или SF в зависимости от применимости.

(В). Значения допустимого напряжения при сдвиге не должны превышать 80% от значений, определенных в соответствии с правилами параграфа 102.3.1(А). Значения допустимого напряжения при смятии не должны превышать 160% от определенных величин.

(С). Базис для расчета значений допустимого напряжения в этом Разделе Сборника такой же, как базисы, указанные в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел II, Часть D, Приложение 1; за исключением того, что допустимые напряжения для литого чугуна и пластичного чугуна находятся в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1, Приложение Р для таблицы UCI-23 и UCD-23 соответственно.

102.3.2. Ограничения на рассчитанные напряжения, вызванные продолжительными нагрузками и термическим расширением.

(А). **Напряжения внутреннего давления.** Рассчитанные напряжения, вызванные внутренним давлением, не должны превышать значения допустимого напряжения, показанные в Таблицах допустимого напряжения в Приложении А. Этот критерий удовлетворяется, когда толщина стенки трубопроводного компонента, включая любое усиление, отвечает требованиям, указанным в параграфах 104.1 – 104.7, за исключением параграфа 104.1.3, но включая допуски, допускаемые в параграфах 102.2.4, 102.3.3(В) и 102.4.

(В). **Напряжение внешнего давления.** Трубопровод, подвергаемый воздействию внешнего давления, должен считаться безопасным, когда толщина стенки и средства жестчения отвечают требованиям параграфа 104.1.3.

Таблица 102.3.2(С).
Коэффициенты уменьшения диапазона напряжения

Количество эквивалентных полных температурных циклов, N	f
7,000 и меньше	1.0
от 7,000 до 14,000	0.9
от 14,000 до 22,000	0.8
от 22,000 до 45,000	0.7
от 45,000 до 100,000	0.6
100,000 и больше	0.5

(С). **Диапазон допустимого напряжения для напряжений расширения.** За исключением случаев, допускаемых в параграфе 102.3.2(D), диапазон напряжений термического расширения S_E (смотрите параграфы 104.8.3 и 119.6.4) не должны превышать диапазон допустимого напряжения S_A , задаваемый следующей формулой:

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

где:

S_c = базовое допустимое напряжение материала при минимальной (холодной) температуре из Таблиц допустимого напряжения;

S_h = базовое допустимое напряжение материала при максимальной (горячей) температуре из Таблиц допустимого напряжения;

f = коэффициент уменьшения диапазона напряжения для циклических условий для общего количества N полных температурных циклов в течение общего количества лет, в течение которых, как ожидается, система будет находиться в эксплуатации, из Таблицы 102.3.2(С).

При определении базовых допустимых напряжений материала S_c и S_h не следует применять коэффициенты эффективности соединений. Значения допустимого напряжения в Таблицах допустимых напряжений для сварной трубы, можно поделить на коэффициенты эффективности сварного соединения, указанные в параграфе 102.4.3.

Коэффициенты уменьшения напряжения применяются в основном к некоррозийным условиям эксплуатации и материалам, устойчивым к коррозии, когда они используются, чтобы минимизировать уменьшение циклического срока службы, вызванное действием коррозии.

Если диапазон температурных изменений варьируется, то эквивалентные полные температурные циклы могут быть рассчитаны следующим образом:

$$N = N_E + r_1^5 N_1 + r_2^5 N_2 + \dots + r_n^5 N_n \quad (2)$$

где:

N_E = количество циклов при полном температурном изменении ΔT_E , для которого был рассчитан S_E ;

N_1, N_2, \dots, N_n = количество циклов при изменениях меньшей температуры $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_n$

r_1, r_2, \dots, r_n = отношение циклов с меньшей температурой к циклам, для которых было рассчитано напряжение расширения S_E
 $= \Delta T_1 / \Delta T_E, \Delta T_2 / \Delta T_E, \dots, \Delta T_n / \Delta T_E$.

(D). **Продольные напряжения.** Сумма продольных напряжений S_L , вызванных давлением, весом или другими долговременными нагрузками, не должно превышать допустимого напряжения в горячем состоянии S_h . Когда сумма этих напряжений меньше чем S_h , разница может использоваться как дополнительный допуск на термическое расширение, который является вторым слагаемым в правой части уравнения (13) в параграфе 104.8.3.

Продольное напряжение давления S_{ip} должно определяться с помощью любого из следующих уравнений:

$$S_{ip} = \frac{PD_o}{4t_n}$$

или

$$S_{ip} = \frac{Pd_n^2}{D_n^2 - d_n^2}$$

102.3.3. Ограничения на рассчитанные напряжения, вызванные случайными нагрузками.

(A). **Во время эксплуатации.** Сумма продольных напряжений, вызванных внутренним давлением, подвижными и неподвижными нагрузками, и продольных напряжений, вызванных случайными нагрузками, такими как временное выдерживание дополнительного веса, могут превышать значения допустимого напряжения, указанные в Таблицах допустимого напряжения, на количества и в течение времени, указанных в параграфе 104.8.2.

(B). **Во время испытания.** Во время испытания давлением, выполняемого в соответствии с параграфом 137, кольцевое напряжение не должно превышать 90% от предела текучести (0.2% отклонение) при испытательной температуре. Кроме того, сумма продольных напряжений, вызванных испытательным давлением и подвижными и неподвижными нагрузками во время испытания, за исключением случайных нагрузок, не должна превышать 90% от предела текучести при испытательной температуре.

102.4. Допуски.

102.4.1. Коррозия или эрозия. Когда ожидается коррозия или эрозия, увеличение толщины стенки трубопровода должно быть обеспечено сверх того, что требуется другими

требованиями к проектированию. Этот допуск, по мнению проектировщика, должен соответствовать ожидаемому сроку службы трубопровода.

102.4.2. Нарезка резьбы и желобление. Рассчитанная минимальная толщина трубы (или трубки), которая должна быть нарезана резьбой, должна быть увеличена на допуск, равный глубине резьбы; должен применяться размер h в ASME B1.20.1 или его эквивалент. Для поверхностей, обработанных на станке, и для желобков, когда допуск не указан, допуск должен полагаться равным 1/64 дюйма (0.40 миллиметров) в дополнение к указанной глубине среза. Также должны применяться требования параграфа 104.1.2(C).

102.4.3. Коэффициенты эффективности сварного соединения. Использование коэффициентов эффективности сварного соединения для сварной трубы требуется этим Сборником. Коэффициенты в Таблице 102.4.3 основаны на полнопроваренных сварных швах. Эти коэффициенты включены в значения допустимого напряжения, данные в Приложении А. Коэффициенты в Таблице 102.4.3 применяются к трубам, сваренным прямым сварным швом и спиральным сварным швом.

102.4.4. Механическая прочность. Когда для механической прочности необходимо предотвратить ущерб, обрушение, избыточное провисание или перекашивание трубы из-за наложенных нагрузок со стороны опор или других источников и причин, толщина стенки трубы должна быть увеличена; или же, если это непрактично или может вызвать избыточные локальные напряжения, налагаемые нагрузки или другие причины должны быть снижены или исключены, с помощью других методов проектирования. Также должны применяться требования параграфа 104.1.2(C).

102.4.5. Гибка. Минимальная толщина стенки в любой точке законченного колена не должна быть меньше, чем требуется в формулах (3) или (3А) параграфа 104.1.2(A).

(А). Таблица 102.4.5 является общим руководством для проектировщика, который должен указать толщину стенки для заказа трубы. В общем, опыт показал, что когда применяются хорошие цеховые практики, минимальные толщины прямой трубы, показанные в Таблице 102.4.5, будут достаточными для гибки и все еще будут отвечать требованиям к минимальной толщине, установленным в параграфе 104.1.2(A).

(В). Допуск на утоньшение при гибке в Таблице 102.4.5 может закладываться в любые части поперечного сечения окружности трубы без каких-либо вредных эффектов.

102.4.6. Коэффициенты качества литья.

(А). **Общие положения.** Использование коэффициента качества литья требуется для всех литых компонентов, которые используют значения допустимого напряжения из Приложения А, как базис проектирования. Коэффициент 0.80 включен в значения допустимого напряжения для всех литых изделий, указанных в Приложении А.

Этот требуемый коэффициент не применяется к стандартам по компонентам, перечисленным в Таблице

126.1, если такой стандарт устанавливает допустимые номинальные показатели по давлению-температуре или указывает допустимые напряжения, которые должны использоваться как базис проектирования для таких компонентов.

(В). Для стальных материалов, коэффициент качества литья, не превышающий 1.0, может использоваться, когда удовлетворены следующие требования:

(В.1). Все стальные изделия, имеющие номинальную толщину корпуса 4 1/2 дюйма (114 миллиметров) или меньше (отличные от трубных фланцев, фланцевых клапанов и фитингов, и клапанов с торцом для стыковой сварки, которые отвечают требованиям ASME B16.5 или B16.34), должны быть осмотрены следующим образом:

(В.1.1). Все критические участки, включая соединения всех затворов, стояков и резкие изменения в поперечном сечении или направлении и участки подготовки сварного торца, должны пройти радиографическое исследование, в соответствии со Статьей 2 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, и радиографии должны отвечать требованиям ASTM E 446 "Контрольные радиографии для стальных литых изделий толщиной до 2 дюймов (50 миллиметров)" или E 186 "Контрольные радиографии для стальных изделий с толстыми стенками [от 2 до 4 1/2 дюйма (от 50 до 114 миллиметров)]" в зависимости от толщины сечения. Максимальный приемлемый уровень тяжести дефектов для коэффициента качества 1.0 должен быть как указано в Таблице 0102.4.6(В.1.1).

(В.1.2). Все поверхности каждого литого изделия, включая опорные поверхности прокладок, обработанные на станке, должны быть исследованы по методу магнитных частиц или проникающего красителя после термической обработки. Техники исследования должны быть в соответствии со Статьей 6 или 7 (в зависимости от применимости) и Статьей 9 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Индикации магнитных частиц или проникающего красителя, превышающие степень 1 Типа I, степень 2 Типа II и степень 3 Типа III, и превышающие степень 1 Типов IV и V в ASTM E 125 "Стандартные контрольные фотографии индикаций магнитных частиц на литых изделиях из черных металлов" не приемлемы и должны быть устранены.

(В.1.3). Когда производится более одного литого изделия конкретного дизайна, каждые пять первых литых изделий должны быть исследованы, как указано выше. Когда производится больше пяти литых изделий, исследование должно проводиться на первых пяти изделиях плюс по одному дополнительному литому изделию, представляющему каждые последующие пять литых изделий. Если оказывается, что дополнительное литое изделие неприемлемо, должны быть исследованы оставшиеся литые изделия в его группе.

(В.1.4). Любые неоднородности, превышающие максимум, допустимый в (В.1.1) и (В.1.2) выше, должны быть устранены, и литое изделие может быть отремонтировано с помощью сварки после того, как базовый металл был исследован, чтобы гарантировано полностью удалить неоднородности. (Смотрите параграф 127.4.11(A)). Законченный ремонт должен быть подвёргнут

Таблица 102.4.3
Коэффициенты эффективности продольных сварных соединений

№	Тип соединения	Тип шва	Исследование	Коэффициент E
1	Сварка в стык в печи, непрерывный сварной шов 	Прямой	Как требуется в перечисленном техническом требовании	0.60 (Замечание (1))
2	Электросварка сопротивлением 	Прямой или спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании	0.85 (Замечание (1))
3	Электросварка плавлением			
	(a) Одинарный стыковой сварной шов (без присадочного металла) 	Прямой или спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании Дополнительно 100%-ая радиография	0.85 1.00 (Замечание (2))
	(b) Одинарный стыковой сварной шов (с присадочным металлом) 	Прямой или спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании Дополнительно 100%-ая радиография	0.80 1.00 (Замечание (2))
	(c) Двойной стыковой сварной шов (без присадочного металла) 	Прямой или спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании Дополнительно 100%-ая радиография	0.90 1.00 (Замечание (2))
(d) Двойной стыковой сварной шов (с присадочным металлом) 	Прямой или спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании Дополнительно 100%-ая радиография	0.90 1.00 (Замечание (2))	
4	API 5L			
	Дуговая сварка под флюсом (SAW) Газовая дуговая сварка с металлическим сварочным электродом (GMAW) Комбинированная GMAW, SAW 	Прямой с одним или двумя валиками Спиральный	Как требуется в перечисленном техническом требовании Дополнительно 100%-ая радиография	0.90 1.00 (Замечание (2))

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Не допускается увеличивать коэффициент эффективности продольного сварного соединения с помощью дополнительного исследования для соединений 1 или 2.
- (2). Радиографическое исследование должно быть в соответствии с требованиями параграфа 136.4.5 или технического требования к материалу, в зависимости от применимости.

повторному исследованию тем же самым методом, который был использован при первоначальном исследовании, и должен подвергаться повторному исследованию после любой требуемой термической обработки.

(B.2). Все стальные изделия, имеющие номинальную толщину корпуса больше 4 1/2 дюйма (114 миллиметров) (отличные от трубных фланцев, фланцевых клапанов и фитингов и клапанов с торцом под стыковую сварку, которые все отвечают требованиями ASME B16.5 или B16.34), должны быть исследованы следующим образом:

(B.2.1). Все поверхности каждого литого изделия, включая опорные поверхности прокладок, обработанные на станке, должны быть исследованы по методу магнитных частиц или проникающего красителя после термической обработки. Техники исследования должны быть в соответствии со Статьей 6 или 7 (в зависимости от применимости) и Статьей 9 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Индикации магнитных частиц или проникающего красителя, превышающие степень 1 Типа I, степень 2 Типа II и степень 3 Типа III, и превышающие степень 1 Типов IV и V в ASTM E 125 "Стандартные контрольные

Таблица 102.4.5.

Радиус гибки	Минимальная рекомендуемая толщина до гибки
6 диаметров трубы или больше	1.06t _m
5 диаметров трубы	1.08t _m
4 диаметра трубы	1.14t _m
3 диаметра трубы	1.25t _m

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Интерполяция допустима для гибки по промежуточному радиусу.

(б). t_m определяется по формуле (3) или (3А) параграфа 104.1.2(А).

(с). Диаметр трубы – это номинальный диаметр, приведенный в таблицах 2 и 4 ASME B36.10M и в таблице 1 ASME B36.19M. Для труб с диаметром, не указанным в этих Таблицах, а также для трубок, номинальный диаметр соответствует внешнему диаметру.

фотографии индикаций магнитных частиц на литых изделиях из черных металлов" должны быть устранены.

(В.2.2). Все детали литых изделий должны быть подвергнуты полному радиографическому исследованию, в соответствии со Статьей 2 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, и радиографии должны удовлетворять требованиям ASTM E 280 "Контрольные радиографии для стальных изделий с толстыми стенками (от 4 1/2 до 12 дюймов (от 114 до 305 миллиметров)).

Максимально приемлемый уровень тяжести дефектов для коэффициента качества 1.0 должен быть, как показано в Таблице 102.4.6(В.2.2)

(В.2.3). Любые неоднородности, превышающие максимальные неоднородности, допускаемые в пунктах (В.2.1) и (В.2.3), выше, должны быть устранены и могут ремонтироваться с помощью сварки, после того, как базовый металл будет исследован по методу магнитных частиц или проникающего красителя, чтобы гарантировать полное устранение неоднородностей. (Смотрите параграф 127.4..11(А)).

(В.2.4). Все ремонты, с помощью сварки, глубиной больше 1 дюйма (25 миллиметров) или 20% от толщины сечения (в зависимости от того, какая величина будет меньше), должны быть исследованы с помощью радиографии, в соответствии с пунктом (В.2.2), выше, и с помощью метода магнитных частиц или проникающего красителя законченной поверхности сварного шва. Все ремонты с помощью сварки, с глубиной менее 20% от толщины сечения или 1 дюйма (25 миллиметров) (в зависимости от того, какая величина будет меньше), и все ремонты с помощью сварки сечения, которые не могут быть эффективно исследованы с помощью радиографии, должны быть исследованы по методу магнитных частиц или проникающего красителя в первом слое для каждой толщины 1/4 дюйма (6 миллиметров), наплавленного металла сварного шва и по законченной поверхности сварного шва. Испытание с помощью магнитных частиц или проникающего красителя завершенной поверхности сварного шва должно быть проведено после послесварочной термической обработки.

(С). Для литого чугуна и цветных материалов никакое увеличение коэффициента качества литья не допускается за исключением тех случаев, когда используются особые методы исследования, предписанные в техническом

требовании к материалу. Если такое увеличение специально разрешено в техническом требовании к материалу, может применяться коэффициент, не превышающий 1.0.

ЧАСТЬ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

103. КРИТЕРИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

Проектирование трубопроводных компонентов должно учитывать эффекты давления и температуры в соответствии с параграфами 104.1 –104.7, включая учет допусков, разрешаемых параграфами 102.2.4 и 102.4. Кроме того, механическая прочность трубопроводной системы должна быть адекватной, в соответствии с параграфом 104.8, при других применимых нагрузках, включая (но, не ограничиваясь перечисленным) нагрузки, определенные в параграфе 101.

104. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПО ДАВЛЕНИЮ.

104.1. Прямая труба.

104.1.2. Прямая труба под внутренним давлением.

(А). *Минимальная толщина стенки.* Минимальная толщина трубы для расчетных давлений и температур, не превышающих те, что указаны для различных материалов, перечисленных в Таблицах допустимых напряжений, включая допуски для механической прочности, должна быть не меньше, чем толщина, определенная с помощью формул (3) или (3А):

$$t_m = \frac{PD_o}{2(SE + Py)} + A \quad (3)^1$$

$$t_m = \frac{Pd + 2SEA + 2yPA}{2(SE + Py - P)} \quad (3A)^1$$

Расчетное давление не должно превышать

$$P = \frac{2SE(t_m - A)}{D_o - 2y(t_m - A)} \quad (4)^1$$

$$P = \frac{2SE(t_m - A)}{d - 2y(t_m - A) + 2t_m} \quad (4A)^1$$

¹ SP должно использоваться вместо SE, когда планируется использование коэффициентов качества литья. Смотрите определение SE. Единицы измерения P и SE должны быть идентичными. Значения Приложения А должны быть переведены в кПа, когда расчетное давление указано в кПа

Таблица 102.4.6(B.1.1).

Код категории неоднородности	Уровень тяжести		Код категории неоднородности	Уровень тяжести	
	≤ 1 дюйма (25 мм) толщиной	> 1 дюйма (25 мм) толщиной		Код категории неоднородности	Уровень тяжести
Для E 446 (литые изделия толщиной до 2 дюймов (50 миллиметров))			Для E 186 (литые изделия толщиной от 2 до 4 1/2 дюйма (от 50 до 114 миллиметров))		
A	1	2	A, B и Типы 1 и 2 C	2	
B	2	3	Тип 3 C	3	
C Типы 1, 2, 3 и 4	1	3	D, E, F	Ни один не приемлем	
D, E, F, G	Ни один не приемлем	Ни один не приемлем			

Таблица 102.4.6(B.2.2).

Код категории неоднородности	Уровень тяжести
A, B и Типы 1, 2 и 3 C	2
D, E, F	Ни один не приемлем

где использованные выше условные обозначения обозначают:

(A.1) t_m = минимальная требуемая толщина стенки, дюймов (миллиметров).

(A.1.1) Если труба заказывается по номинальной толщине стенки, производственный допуск на толщину стенки должен учитываться. После того, как минимальная толщина стенки трубы t_m определена по формуле (3) или (3A), эта минимальная толщина должна быть увеличена на величину, достаточную для того, чтобы обеспечить производственный допуск, разрешенный в применимом техническом требовании к трубе или требуемый для процесса. Затем следующая более толстая коммерческая толщина стенки должна быть выбрана из регламентов толщины, указанных в ASME B36.10, или из регламентов толщины производителя для толщин, отличных от стандартных.

(A.1.2.). Чтобы компенсировать утоньшение в сгибах, смотрите параграф 102.4.5.

(A.1.3). Для литых трубопроводных компонентов смотрите параграф 102.4.6.

(A.1.4). Когда торцы подвергаются формовке или станочной обработке для соединения, толщина стенки трубы, трубки или компонента после такой формовки или станочной обработки должна быть не меньше, чем t_m минус

величина, предназначенная для удаления согласно параграфу 104.1.2(A.6.1).

(A.2). P = внутреннее расчетное давление, psig (кПа избыточного давления).

Замечание: При расчете расчетного давления для трубы с конечной минимальной толщиной стенки по формулам (4) или (4A), значение P , полученное по этим формулам, может быть округлено до следующего большего десятка. Для труб из литого чугуна смотрите параграф 104.1.2(B).

(A.3). D_o = внешний диаметр трубы, дюймов (миллиметров). Для проектных расчетов, внешний диаметр трубы, данный в таблицах стандартов или технических требований, должен использоваться при определении значения t_m . При расчете допустимого рабочего давления трубы, находящейся на руках или на складе, реальный измеренный внешний диаметр и реальная измеренная минимальная толщина стенки на более тонком торце трубы могут использоваться для расчета такого давления.

(A.4). d = внутренний диаметр трубы, дюйм (миллиметр). Для проектных расчетов, внутренний диаметр трубы – это максимально возможное значение, допустимое в соответствии с технической спецификацией заказа. При расчете допустимого рабочего давления трубы, находящейся на руках или на складе, реальный измеренный внутренний диаметр и реальная измеренная минимальная толщина стенки на более тонком торце трубы могут использоваться для расчета такого давления.

Таблица 104.1.2(A)
Значения у

Температура, °F	900	и	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	и
	ниже								выше	
Температура, °C	482	и	510	538	566	593	621	649	677	и
	ниже								выше	
Ферритные стали	0.4		0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Аустенитные стали	0.4		0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	
Никелевые сплавы UNS No08800, N08810, N08825	0.4		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Значение у может интерполироваться между значениями, разнесенными на 50°F (27.8°C). Для литого чугуна и цветных материалов, у равен 0/4.

(б). Для трубы с отношением D_o/t_m меньше 6, значение у для ферритных и аустенитных сталей, проектируемых для температур 900°F (480°C) и ниже, должен браться равным:

$$y = \frac{d}{d + D_o} \quad (5)$$

(А.5). SE или SF = максимально допустимое напряжение в материале, вызванное внутренним давлением, и эффективность соединения (или коэффициент качества литья) при расчетной температуре, psi (кПа). Значение SE или SF не должно превышать значения, приведенного в Приложении А для соответствующего материала и расчетной температуры. Эти значения включают коэффициент эффективности сварного соединения E, или коэффициент качества литья F.

(А.6). А = дополнительная толщина, дюймов (миллиметров):

(А.6.1). чтобы компенсировать материал, удаленный во время нарезки резьбы, желобления и так далее, которые требуются для производства механического соединения; смотрите параграф 102.4.2;

(А.6.2). чтобы обеспечить механическую прочность трубы, смотрите параграф 102.4.4 (не предназначена для обеспечения прочности при экстремальных условиях неправильно приложенных внешних нагрузок или при неправильном обращении);

(А.6.3). чтобы учитывать коррозию и/или эрозию, смотрите параграф 102.4.1;

(А.6.4). для труб из литого чугуна должны применяться следующие значения А:

Центробежно-литые трубы – 0.14 дюйма (3.56 мм);

Статически литые трубы – 0.18 дюйма (4.57 мм).

(А.7) у = коэффициент, имеющий значения, указанные в Таблице 104.1.2(A).

(В). Толщина труб и фитингов из серого и пластичного чугуна, транспортирующих жидкости, может быть определена по ANSI/AWWA C110/A21.10, ANSI/AWWA C115/A21.15, ANSI/AWWA C150/A21.50, ANSI/AWWA C151/A21.51 или Федерального технического требования WW-P-421, с использованием класса трубы для давления, следующего сразу выше

желаемого внутреннего расчетного давления в psi (кПа). Эти толшины включают литейные допуски и допуски на гидравлический удар. Когда рассчитывается толщина трубы из пластичного чугуна для использования с жидкостями, могут использоваться методы, указанные в ANSI/AWWA C115/A21.15 или ANSI/AWWA C150/A21.50.

Когда труба из серого литого и пластичного чугуна используется для работы с паром, толщина должна рассчитываться в соответствии с формулами (3) или (3А), используя значение допустимого напряжения из Таблиц допустимого напряжения.

(С). Когда толщина, определенная по формулам (3) или (3А), теоретически, является достаточной и для разрывного внутреннего давления и для материала, удаленного при нарезке резьбы, следующие минимальные требования являются обязательными, чтобы получить дополнительную механическую прочность.

(С.1). Когда стальная труба нарезается под резьбу и используется для работы с паром при давлении выше 250 psi (1750 кПа) или с водой при давлении выше 100 psi (700 кПа), при температуре воды выше 220°F (105°C), труба должна быть бесшовной и иметь минимальную прочность на максимальное растяжение 48000 psi (300 МПа) и вес, по крайней мере, равный весу Регламента 80 в ASME B36.10M.

(С.2). Когда резьбовая латунная или медная труба используется как описано в (С.1), выше, она должна соответствовать классификации по давлению и температуре, допустимой для таких материалов в соответствии с другими параграфами этого Сборника, и должна иметь толщину стенки, по крайней мере, равную толщине, указанной выше, для стальной трубы соответствующего размера.

(С.3). Труба или трубка без резьбы на торцах, сделанная из цветного металла, должна иметь следующую минимальную толщину стенки.

Для номинальных размеров меньше NPS 3/4 толщина должна быть не меньше, чем указано для Типа К в ASTM B 88.

Для номинальных размеров NPS 3/4 и больше, толщина стенки должна быть не меньше, чем 0.049 дюйма (1.25 миллиметра). Толщина стенки должна быть еще увеличена, как требуется в соответствии с параграфом 102.4.

104.1.3. Прямая труба под внешним давлением. Для определения толщины стенки и требований по жестчению для прямой трубы, находящейся под внешним давлением, необходимо следовать процедурам, указанным в UG-28, UG-29 и UG-30 Раздела VIII, Подраздел 1, Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

104.2. Искривленные сегменты трубы.

104.2.1. Трубные колена. Трубные колена должны подвергаться следующим ограничениям.

(А). Минимальная толщина стенки должна отвечать требованиям параграфа 102.4.5 и требованиям по изготовлению, указанным в параграфе 129.

(В). Для черных материалов, когда радиус гибки равен 5 номинальным диаметрам трубы или больше, и номинальная толщина стенки трубы равна Регламенту 40 или толще, разница между максимальным и минимальным диаметрами не должна превышать 8% среднего замеренного внешнего диаметра трубы до гибки.

(С). Больше сплющивание может допускаться, или меньше сплющивание может требоваться в соответствии с проектом, в зависимости от вида эксплуатации, материала и уровня напряжения.

104.2.2. Коленчатые патрубки. Коленчатые патрубки, изготовленные в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, пригодны для использования при номинальных показателях давления-температуры, указанных в таких стандартах, при условии выполнения требований параграфа 106.

104.3. Пересечения.

104.3.1. Патрубки.

(А). Этот параграф устанавливает правила, регулирующие проектирование патрубковых присоединений, нацеленное на то, чтобы они выдерживали внутреннее и внешнее давление в тех случаях, когда оси патрубка и напорной трубы пересекаются, а угол между осями патрубка и напорной трубы находится в пределах от 45 до 90 градусов включительно.

Патрубковое присоединение, в котором меньший угол между осями патрубка и напорной трубы меньше, чем 45 градусов, или патрубковые присоединения, в которых оси патрубка и напорной трубы не пересекаются, вызывают особые проблемы при проектировании и

изготовлении. Правила, данные здесь, могут использоваться как общее руководство, но достаточная дополнительная прочность должна быть обеспечена, чтобы гарантировать безопасную эксплуатацию. Такие патрубковые присоединения должны проектироваться так, чтобы удовлетворять требованиям параграфа 104.7.

(В). Патрубковое присоединение в трубопроводе может выполняться из материалов, указанных в Приложении А, с помощью следующего:

(В.1). фитингов, таких как тройники, трубные отводы и крестовины, сделанные в соответствии с применимыми стандартами, указанными в Таблице 126.1, когда крепление трубы патрубка к фитингу производится с помощью стыковой сварки, муфтовой сварки, пайки твердым припоем, пайки мягким припоем, с помощью резьбы или фланцевого присоединения;

(В.2). сварных отводных фитингов, таких как литые или кованные форсунки, соединительные муфты и адаптеры, или похожие изделия, когда крепление трубы патрубка к фитингу осуществляется с помощью стыковой сварки, муфтовой сварки, резьбы или фланцевого присоединения. Такие сварные отводные фитинги крепятся к напорной трубе с помощью сварки аналогично тому, как показано на рисунке 127.4.8(Е). Соединительные муфты ограничиваются размером максимум NPS 3;

(В.3). прессованных отводов под прямыми углами к напорной трубе, в соответствии с пунктом (G), ниже, когда крепление трубы патрубка осуществляется с помощью стыковой сварки;

(В.4). трубопровода, напрямую прикрепленного к напорной трубе с помощью сварки, в соответствии с параграфом 127.4.8 или с помощью муфтовой сварки или резьбы, как указано ниже:

(В.4.1). патрубковое присоединение под прямым углом с помощью муфтовой сварки может производиться прикреплением трубы патрубка напрямую к напорной трубе, при условии что:

(В.4.1.1). номинальный размер патрубка не превышает NPS 2 или одной четвертой от номинального размера напорной трубы (в зависимости от того, какая величина будет меньше);

(В.4.1.2). глубина муфты, замеренная на ее минимальной глубине в напорной трубе, равна, по крайней мере, глубине, показанной в ASME B16.11. Если стена напорной трубы не имеет достаточной толщины, чтобы обеспечить должную глубину муфты, должен использоваться альтернативный тип конструкции.

(В.4.1.3). зазор между дном муфты и торцов вставленной трубы патрубка находится в соответствии с рисунком 127.4.4(С);

(В.4.1.4). размер углового сварного шва не меньше 1.09 от номинальной толщины стенки трубы патрубка.

(В.4.2). резьбовые патрубковые присоединения под прямым углом могут выполняться прикреплением трубы патрубка непосредственно к напорной трубе, при условии что:

(В.4.2.1). номинальный размер патрубка не превышает NPS 2 или одной четвертой от номинального размера напорной трубы (в зависимости от того, какая величина будет меньше);

(В.4.2.2). минимальное резьбовое сцепление равно: 6 полных витков резьбы для патрубков размеров от NPS 1/2 до NPS 3/4; 7 для патрубков размером NPS 1, NPS 1 1/4 и NPS 1 1/2; и 8 для патрубков размером NPS 2.

Если толщина стенки напорной трубы не имеет достаточной толщины, чтобы обеспечить должную глубину для резьбового зацепления, должны использоваться альтернативные типы конструкции.

(С). **Патрубковые присоединения, не требующие усиления.** Труба, имеющая патрубок, ослабляется за счет отверстия, которое должно быть сделано в ней. Если только толщина стенки патрубка и/или напорной трубы не превышает достаточно толщину, требуемую для того, чтобы выдерживать давление, необходимо обеспечивать дополнительный материал, чтобы удовлетворить требования по усилению пунктов (D) и (E) ниже. Однако, имеются некоторые патрубковые присоединения, для которых не требуются подтверждающие расчеты. Это следующие патрубковые присоединения:

(С.1). патрубковые присоединения, сделанные с использованием фитинга (тройника, крестовины или патрубкового навариваемого фитинга), изготовленного в соответствии с одним из стандартов, указанных в Таблице 126.1, и используемые в пределах ограничений номинальных показателей по давлению-температуре, указанных в таком стандарте;

(С.2). патрубковые присоединения, сделанные с помощью приварки соединительной муфты или полумуфты напрямую к напорной трубе, в соответствии с рисунком 127.4.8(E), при условии что номинальный диаметр патрубка не превышает NPS 2 или одной четвертой от номинального диаметра напорной трубы (в зависимости от того, какая величина будет меньшей). Минимальная толщина стенки соединительной муфты, где-либо в зоне усиления (если резьба находится в этой зоне, то толщина стенки измеряется от корня резьбы до минимального внешнего диаметра), должна быть не меньше, чем у ненарезанной трубы патрубка. Ни в коем случае, толщина соединительной муфты не должна быть меньше, чем "очень толстая" или Класс 3000.

Небольшие патрубковые присоединения размера NPS 2 или меньше, как показано на рисунке 127.4.8(F), могут использоваться при условии, что t_w не меньше, чем толщина трубы Регламента 160, имеющей размер патрубка.

(С.3). цельно усиленные фитинги, приваренные непосредственно к напорной трубе, когда усиление, обеспеченное за счет фитинга и наплавленного металла сварного шва, отвечает требованиям пункта (D), ниже.

(С.4). цельно усиленные прессованные отводы в напорной трубе. Требования к усилению должны быть в соответствии с пунктом (G), ниже.

(D). **Патрубковые присоединения, подверженные внутреннему давлению, требующие усиление.**

(D.1). Усиление требуется, когда оно не обеспечивается собственно компонентами патрубкового присоединения. Этот параграф устанавливает правила, регулирующие проектирование патрубковых присоединений, нацеленное на то, чтобы они выдерживали внутреннее давление в тех случаях, когда угол между осями патрубка и напорной трубы находится в пределах от 45 до 90 градусов. Подпараграф (E), ниже,

устанавливает правила, регулирующие проектирование присоединений для выдерживания внешнего давления.

(D.2). Рисунок 104.3.1(D) иллюстрирует условные обозначения, используемые для описания расчетных условий по давлению-температуре для патрубковых присоединений, но не показывает допуски на фрезерование или любые другие допуски по толщине стенки. Проектировщик должен сделать соответствующие допуски на эффекты коррозии и эрозии, нарезку резьбы и желобление, и механическую прочность, как указано в параграфах 102.4.1, 102.4.2 и 102.4.4, для того, чтобы требуемое минимальное усиление было гарантировано для всего расчетного срока службы трубопроводной системы. Эти условные обозначения следующие:

α = угол между осями патрубка и напорной трубы, градусов;

b = индекс, указывающий на патрубок;

D_o = внутренний продольный размер по осевой линии законченного отверстия под патрубок в напорной трубе, дюймов (миллиметров)

$$= [D_{ob} - 2(T_b - A)]/\sin \alpha ;$$

d_2 = "полуширина" зоны усиления, дюймов (миллиметров)

= большая из величин d_1 или $(T_b - A) + (T_h - A) + d_1/2$, но ни в коем случае не больше, чем D_{oh} , дюймов (миллиметров);

h = индекс, указывающий на напорную трубу или коллектор;

L_4 = высота зоны усиления вне напорной трубы, дюймов (миллиметров);

= меньшей величине из следующих: $2.5 (T_b - A) + t_r$ и $2.5(T_h - A)$;

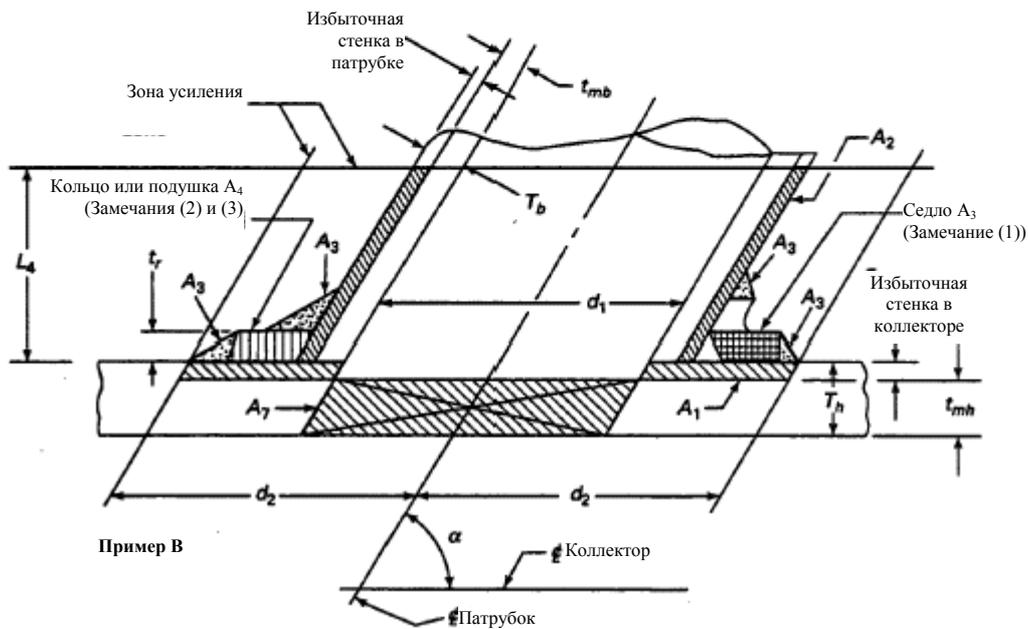
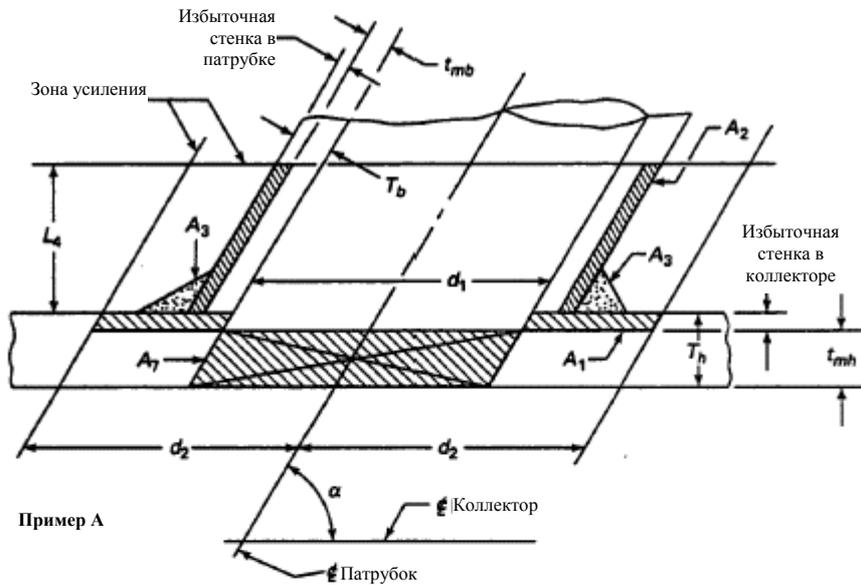
t_r = толщина прикрепленной усилительной подушки в примере В, дюймов (миллиметров); или высота наибольшего прямоугольного треугольника с углом 60 градусов, опирающегося на проекции поверхностей внешнего диаметра напорной трубы и патрубка и полностью лежащий в пределах участка цельного усиления в примере С, дюймов (миллиметров);

T_b, T_h = реальная (измеренная) или минимальная толщина стенки патрубка или коллектора, дюймов (миллиметров), допустимая в соответствии со спецификацией заказа;

t_{mb}, t_{mh} = требуемая минимальная толщина стенки, дюймов (миллиметров) трубы патрубка или коллектора, определенная с помощью формул (3) или (3A) в параграфе 104.1.2(A).

(D.2.1) Если напорная труба содержит продольный шов, который не пересекается патрубком, значение напряжения для бесшовной трубы сравнимого класса может использоваться для определения значения t_{mh} (только для целей расчета усиления). Если патрубок пересекает продольный сварной шов в напорной трубе, или если патрубок содержит сварной шов, то эффективность одного из или обоих указанных сварных соединений должна присутствовать в расчетах. Если патрубок и напорная труба оба содержат продольные сварные швы, то следует проявить осторожность и убедиться, что эти два сварных шва не пересекаются друг с другом.

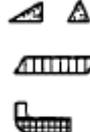
требуемое усиление = $(t_{mh}) (d_1) (2 - \sin \alpha) = A_7$
 площади усиления = A_1, A_2, A_3, A_4 и A_5



Объяснение площадей:

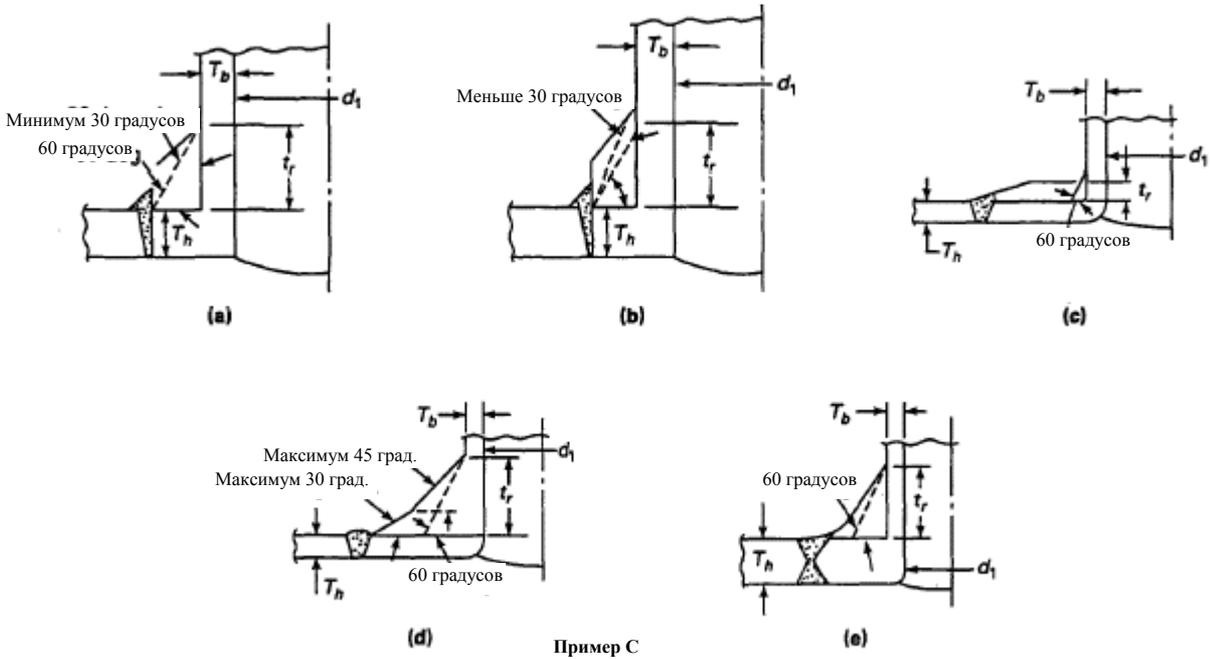


Площадь A_7 – требуемая площадь усиления
 Площадь A_1 – избыточная стенка в коллекторе
 Площадь A_2 – избыточная стенка в патрубке



Площадь A_3 – металл углового сварного шва
 Площадь A_4 – металл в кольцевом, подушечном или интегральном усилении
 Площадь A_5 – металл в седле вдоль напорной трубы

Рисунок 104.3.1(D). Усиление патрубковых присоединений.



Пример С

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Усилительные кольца допускаются к использованию только на 90-градусных патрубках.
- (2). Когда кольцо или подушка добавляются, как усиление (Пример В), величина площади усиления может браться таким же образом, как и избыточный металл коллектора, при условии что сварной шов полностью проплавляет трубу патрубка, трубу коллектора и кольцо или подушку. Типичные приемлемые методы сварки, которые отвечают указанному выше требованию, приведены на рисунке 127.4.8(D), примеры (с) и (d).
- (3). Отношение ширины к высоте колец и подушек должно быть разумным, предпочтительно близким к отношению 4:1 в зависимости от, того будут ли это позволять имеющееся горизонтальное расстояние в пределах границ зоны усиления вдоль напорной трубы и внешний диаметр патрубка, но ни в коем случае это отношение не должно быть меньше, чем 1:1.

Рисунок 104.3.1(D). Усиление патрубковых присоединений (продолжение).

01 (D.2.2). Требуемая площадь усиления в квадратных дюймах (квадратных миллиметрах) для патрубковых присоединений должна быть равна:
 $A_7 = (t_{mh} - A)d_1 (2 - \sin \alpha)$

Для присоединений под прямым углом, требуемая площадь усиления становится равной:

$$A_7 = t_{mh}d_1$$

Требуемое усиление должно быть в пределах границ зоны усиления, как описано в пункте (D.2.4), ниже.

(D.2.3). Усиление, требуемое в соответствии с пунктом (D.2), должно быть усилением, обеспечиваемым любой комбинацией площадей A_1 , A_2 , A_3 , A_4 и A_5 , как определено ниже и показано на рисунке 104.3.1(D), выше.

A_1 = площадь, обеспечиваемая избыточной толщиной стенки трубы в напорной трубе;

$$= (2d_2 - d_1)(T_h - t_{mh})$$

A_2 = площадь, в квадратных дюймах (квадратных миллиметрах), обеспечиваемая избыточной толщиной стенки трубы в патрубке на протяжении расстояния L_4 над напорной трубой

$$= 2L_4 (T_b - t_{mb})\sin \alpha ;$$

A_3 = площадь, обеспечиваемая наплавленным металлом сварного шва за пределами внешнего диаметра напорной трубы и патрубка, а также металлом углового сварного шва для крепления колец, подушек и седел;

A_4 = площадь, обеспечиваемая усилительным кольцом, подушкой или интегральным усилением. Значение A_4 может браться так же, как избыточный металл коллектора, при условии, что сварной шов полностью проплавляет трубу патрубка, напорную трубу и кольцо или подушку или интегральное усиление. Для сварных патрубковых присоединений смотрите параграф 127.4.8.

A_5 = площадь, обеспечиваемая седлом на присоединениях под прямым углом
 = (внешний диаметр седла – $D_{об}$) t_r

Части площади усиления могут состоять из материалов, отличных от материала напорной трубы, но если допустимое напряжение этих материалов меньше, чем допустимое напряжение материала напорной трубы, соответствующая рассчитанная площадь усиления, обеспечиваемая такими материалами, должна быть уменьшена на коэффициент допустимого напряжения, применяемого к площади усилению. Никаких скидок не должно делаться в отношении материалов, имеющих более высокие значения допустимого напряжения, чем напорная труба.

(D.2.4). **Зона усиления.** Зона усиления – это параллелограмм, чья ширина простирается на расстояние d_2 по обе стороны от осевой линии трубы патрубка, и чья высота должна начинаться на внутренней поверхности напорной трубы и протягиваться на расстояние L_4 от внешней поверхности напорной трубы.

(D.2.5). **Усиление групповых отверстий.** Предпочтительно, чтобы групповые отверстия для патрубков разносились на расстояние так, чтобы их зоны усиления не перехлестывались. Если необходимо меньшее расстояние, то должны быть выполнены следующие требования. Два или больше отверстий должны усиливаться, в соответствии с пунктом (D.2), при помощи комбинированного усиления, которое имеет прочность, равную суммарной прочности усиления, которое потребовалось бы для отдельных отверстий. Никакая часть поперечного сечения не должна считаться как применяющаяся к более, чем одному отверстию и не должна учитываться более одного раза в суммарной площади.

Когда более чем два соседних отверстия должны быть снабжены комбинированным усилением, минимальное расстояние между центрами любых двух из этих отверстий должно быть предпочтительно равно, по крайней мере, 1,5-кратному их среднему диаметру, а площадь усиления между ними должна быть равна, по крайней мере, 50% от общей площади, требуемой для этих двух отверстий.

(D.2.6). **Кольца, подушки и седла.** Усиление, обеспеченное в форме колец, подушек или седел, не должно быть заметно уже на боках, чем на разветлении.

Вентиляционное отверстие должно быть устроено в кольце, подушке или седле, чтобы обеспечивать вентиляцию во время сварки и термической обработки. Смотрите параграф 127.4.8(E).

Кольца, подушки или седла могут изготавливаться в виде составных изделий, при условии, что соединения между деталями будут иметь сварные швы полной толщины, а каждая деталь будет иметь вентиляционное отверстие.

(D.2.7). **Другие проекты.** Адекватность проектов, к которым не могут быть применены требования по усилению, указанные в параграфе 104.3, должны быть проверены с помощью испытания разрывным внутренним давлением или контрольного испытания на

масштабированных моделях или на полноразмерных конструкциях, или с помощью расчетов, ранее подтвержденных успешной эксплуатацией похожих проектов.

(E) **Патрубковые присоединения, подверженные внешнему давлению, требующие усиление.** Площадь усиления в квадратных дюймах (квадратных миллиметрах), требуемая для патрубкового присоединения, подвергаемого воздействию внешнего давления, должна быть равна:

$$0.5t_{ra}d_1(2 - \sin \alpha)$$

Процедуры, установленные до этого для присоединений, подвергаемых воздействию внутреннего давления, должны применяться к присоединениям, подвергаемым воздействию внешнего давления, при условии, что $D_{об}$, D_{oh} и t_r уменьшаются, чтобы компенсировать внешнюю коррозию, если этого требуют расчетные условия.

(F). **Патрубковые присоединения, подверженные внешним силам и моментам.** Требования предыдущих параграфов нацелены на гарантирование безопасной работы патрубкового присоединения, подверженного воздействию только давления. Однако, когда внешние силы и моменты прилагаются к патрубковому присоединению за счет термического расширения и сжатия, за счет собственного веса трубопровода, клапанов и фитингов, покрытий и содержимого или за счет движений земли, патрубковое присоединение должно быть проанализировано с учетом коэффициентов усиления напряжения, как указано в Приложении D. Использование ребер жесткости, наугольников и хомутов, спроектированных, в соответствии с параграфом 104.3.4, допускается для жестчения патрубковых присоединений, но их площадь не может учитываться как составная часть требуемой площади усиления патрубкового присоединения.

(G). **Прессованные отводы, усиленные интегрально.**

(G.1). Следующие определения, модификации, условные обозначения и требования специфически применяются к прессованным отводам. Проектировщик должен сделать должные допуски толщины стенки, с тем, чтобы требуемое минимальное усиление было гарантировано на протяжении всего расчетного срока службы системы.

(G.2). **Определение.** Прессованный отводной коллектор определяется как коллектор, в котором прессованная кромка на отводе имеет высоту над поверхностью напорной трубы, которая равна или больше радиуса кривизны внешней контурной части отвода, то есть $h_o \geq r_o$. Смотрите условные обозначения и рисунок 104.3.1(G).

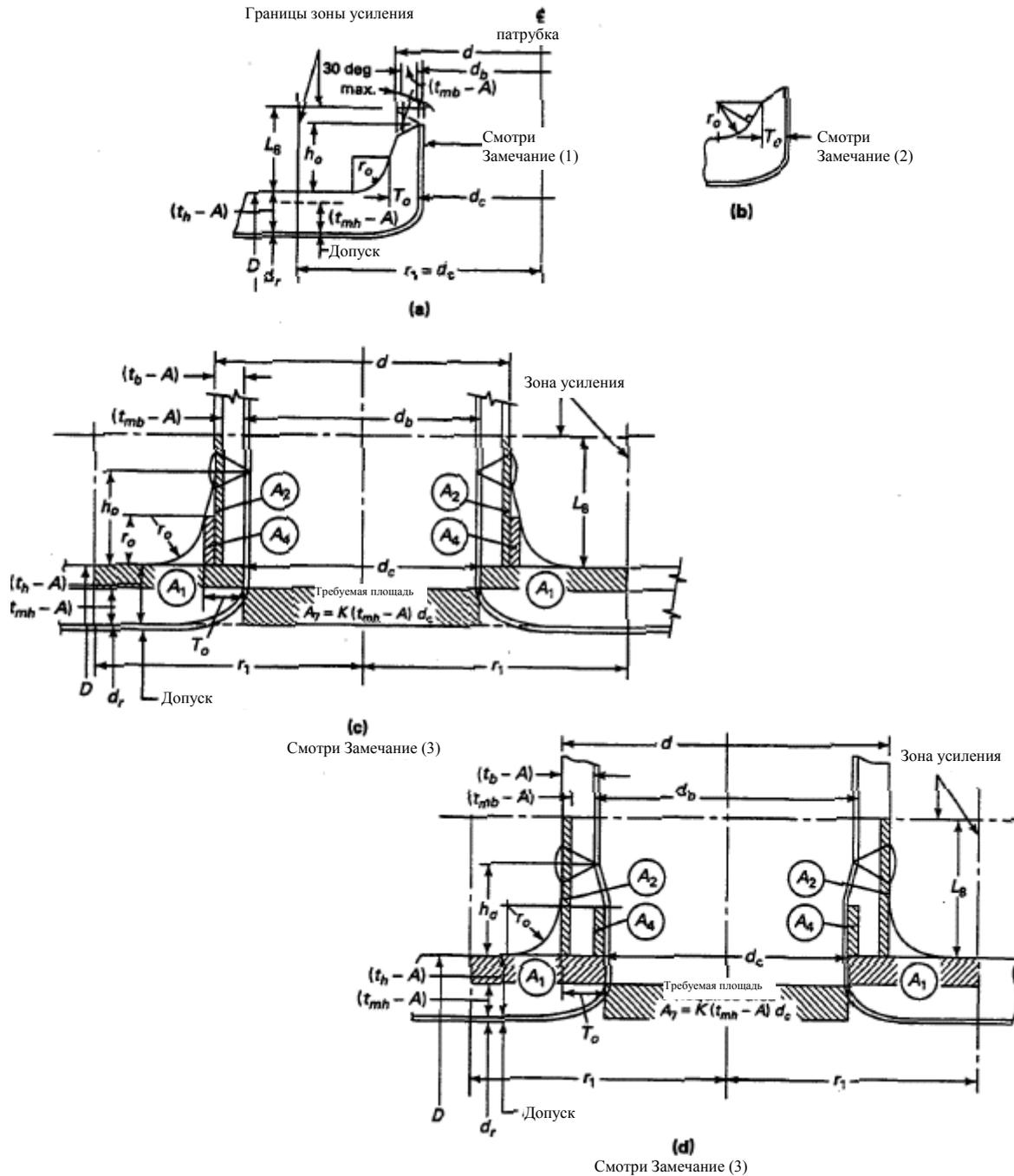
(G.3). Эти правила применяются только к тем случаям, когда ось отвода пересекает и является перпендикулярной к оси напорной трубы. Эти правила не применяются к любым патрубкам, в которых дополнительный неинтегральный материал применяется в форме колец, подушек или седел.

(G.4). Условные обозначения, использованные здесь, проиллюстрированы на рисунке 104.3.1(G). Все размеры указываются в дюймах (миллиметрах).

d = внешний диаметр трубы патрубка;

d_b = корродированный внутренний диаметр трубы патрубка;

D = внешний диаметр напорной трубы.



ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Внутренний диаметр с конической расточкой (если требуется), чтобы соответствовать максимальному уклону трубы патрубка 1:3.
- (2). Схема показывает метод определения T_o когда конус вторгается в радиус разветвления.
- (3). Схема нарисована для состояния, когда $k = 1.00$.

Рисунок 104.3.1(G). Усиленные прессованные отводы.

d_r = корродированный внутренний диаметр напорной трубы;

d_c = корродированный внутренний диаметр прессованного отвода, измеренный на уровне внешней поверхности напорной трубы;

h_o = высота прессованной кромки. Она должна быть равна или быть больше r_o за исключением случаев, показанных в пункте (G.4.2), ниже;

L_8 = высота зоны усиления

$$= 0.7 \sqrt{dT_o};$$

$t_{mb} - A$ = требуемая толщина трубы патрубка в соответствии с формулой (3) или (3A) для толщины стенки в параграфе 104.1.2(A), но исключая любую толщину для коррозии;

$t_b - A$ = реальная толщина стенки патрубка, не включая допуск на коррозию;

$t_{mh} - A$ = требуемая толщина напорной трубы в соответствии с формулой (3) или (3A) для толщины стенки в параграфе 104.1.2(A), но исключая любую толщину для коррозии;

$t_h - A$ = реальная толщина стенки напорной трубы, не включая допуск на коррозию;

T_o = корродированная окончательная толщина прессованного отвода, измеренная на высоте, равной r_o над внешней поверхностью напорной трубы;

r_1 = половина зоны усиления (равная d_c);

r_o = радиус кривизны внешней контурной части отвода, измеренный в плоскости, содержащей оси напорной трубы и патрубка. На этот радиус накладываются следующие ограничения:

(G.4.1). **Минимальный радиус.** Этот размер должен быть не меньше, чем $0.05d$, за исключением того, что при диаметрах патрубка больше, чем NPS 30, он не обязан быть больше 1.50 дюйма (38 миллиметров).

(G.4.2). **Максимальный радиус.** Для размеров отводных труб 6 дюймов номинально и больше, этот размер не должен превышать $0.10d + 0.50$ дюйма ($0.10d + 12.7$ миллиметра). Для размеров отводных труб меньше NPS 6, этот размер не должен превышать 1.25 дюйма (32 миллиметра).

(G.4.3). Когда внешний контур содержит больше одного радиуса, радиус любого дугового сектора примерно 45 градусов должен отвечать требованиям пунктов (G.4.1) и (G.4.2), выше. Когда внешний контур имеет непрерывно меняющиеся радиусы, радиус кривизны в каждой точке контура

должен отвечать требованиям пунктов (G.4.1) и (G.4.2), выше.

(G.4.4). Станочная обработка, отличная от шлифовки для очистки сварного шва, не должна использоваться для того, чтобы удовлетворить указанные выше требования.

(G.5). **Требуемая площадь.** Требуемая площадь определяется как:

$$A_7 = K (t_{mh} - A) d_c$$

где K должно определяться следующим образом:

Для d/D больше чем 0.60

$$K = 1.00$$

Для d/D больше чем 0.15, но меньше 0.60

$$K = 0.6 + \frac{2}{3} d/D$$

Для d/D равного или меньше 0.15

$$K = 0.70$$

Проект должен отвечать критериям того, что площадь усиления, определенная в пункте (G.6), ниже, не меньше, чем требуемая площадь.

(G.6). **Площадь усиления.** Площадь усиления должна быть равна сумме площадей:

$$A_1 + A_2 + A_4$$

определенных следующим образом:

(G.6.1). Площадь A_1 – это площадь, лежащая в пределах зоны усиления, образованной за счет любой избыточной толщины, имеющейся в стенке напорной трубы.

$$A_1 = d_c (t_n - t_{mh})$$

(G.6.2). Площадь A_2 – это площадь, лежащая в пределах зоны усиления, образованной за счет любой избыточной толщины, имеющейся в стенке трубы патрубка.

$$A_2 = 2L_8 (t_b - t_{mh})$$

(G.6.3). Площадь A_3 – это площадь, лежащая в пределах зоны усиления, образованной за счет любой избыточной толщины, имеющейся в кромке прессованного отвода.

$$A_4 = 2r_o [T_o - (t_b - A)]$$

(G.7). **Усиление групповых отверстий.** Предпочтительно, чтобы

групповые отверстия для патрубков разносились на расстояние так, чтобы их зоны усиления не перехлестывались. Если требуется более тесное размещение, то должны быть выполнены следующие требования. Два и больше отверстия должны усиливаться, в соответствии с пунктом (G), с помощью комбинированного усиления, которое имеет прочность, равную суммарной прочности усиления, которое потребовалось бы для отдельных отверстий. Ни одна часть поперечного сечения не должна считаться как применяющаяся к более чем, одному отверстию, или оцениваться более чем один раз в комбинированной площади.

(G.8). В дополнение к сказанному выше, производитель должен быть ответственным за определение и маркировку на участке, содержащем прессованные отводы, расчетного давления и температуру. Наименования или торговые марки производителя должны быть нанесены на такой участок.

104.3.3. Соединения в ус. Соединения в ус и терминология, относящаяся к ним, описаны в Приложении D. Широко разведенное соединение в ус с:

$$\theta < 9 \sqrt{\frac{t_n}{r}}, \text{ градусов}$$

должно считаться эквивалентным кольцевому сваренному встык соединению, и правила этого параграфа не применяются. Соединения в ус и сборные трубные колена, состоящие из сегментов прямой трубы, сваренных вместе, с θ равным или больше, чем это рассчитанное значение, могут использоваться в пределах ограничений, описанных ниже.

(A). Давление должно быть ограниченным 10 psi (70 кПа) при следующих условиях:

(A.1). узел включает нормальный угловой сварной шов с $\theta > 22.5$ градуса или содержит сегмент, который имеет размер

$$B < 6t_n$$

(A.2). толщина каждого сегмента соединения в ус меньше, чем толщина, определенная в соответствии с параграфом 104.1;

(A.3). содержащаяся в нем среда является неогнеопасной, нетоксичной и несжимаемой, за исключением газообразных выхлопов в атмосферу;

(A.4). количество полных циклов давления меньше 7000 в течение ожидаемого срока службы трубопроводной системы, и

(A.5). полнопроваренные сварные швы используются для соединения сегментов соединения в ус.

(B). Давление должно быть ограничено 100 psi (700 кПа) при условиях, определенных в пунктах (A.2), (A.3), (A.4) и (A.5), выше, а также следующих условиях:

(B.1). угол θ не превышает 22.5 градусов, и

(B.2). узел не содержит каких-либо сегментов, которые имеют размер:

$$B < 6t_n$$

(C). Соединения в ус, используемые в других видах эксплуатации или при расчетных давлениях выше 100 psi (700 кПа), должны отвечать требованиям параграфа 104.7.

(C.1). Когда обоснование, указанное в параграфе 104.7, основано на сравнимых условиях эксплуатации, такие условия должны устанавливаться, как сравнимые в отношении, как циклических, так и статических нагрузок.

(C.2). Когда обоснование, указанное в параграфе 104.7, основано на анализе, этот анализ и подтверждающие его испытания должны учитывать напряжения неоднородности, которые существуют на стыке между сегментами; и для статического давления (включая хрупкое разрушение), и для циклического внутреннего давления.

(C.3). Толщина стенки t_s сегмента соединения в ус должна быть не меньше, чем указана в пунктах (C.3.1) и (C.3.2), ниже, в зависимости от расстояния разведения.

(C.3.1). Для близко разведенный составных колен (смотрите Приложение D для определений)

$$t_s = t_m \frac{2 - r/R}{2(1 - r/R)}$$

(C.3.2). Для широко разведенный составных колен (смотрите Приложение D для определений)

$$t_s = t_m (1 + 0.64 \sqrt{r/t_s} \tan \theta)$$

(указанное выше уравнение требует итеративного или квадратичного решения для t_s).

104.3.4. Прикрепления. Внешние и внутренние крепления к трубопроводам должны проектироваться так, чтобы они не вызывали сплющивания трубы, избыточных локализованных напряжений при изгибе или вредных термических градиентов в стенке трубы. Важно, чтобы такие крепления проектировались так, чтобы минимизировать концентрации напряжения в видах эксплуатации, где количество циклов напряжения, вызванных давлением или термическим эффектом, относительно большое для ожидаемого срока службы оборудования.

104.4. Запорные элементы.

104.4.1. Общие положения. Запорные элементы для систем энергетических трубопроводов должны отвечать применимым требованиям этого Сборника и должны удовлетворять требованиям, описанным в пунктах (A) и (B), ниже. Запорные элементы могут быть сделаны:

(A). с помощью запорных фитингов, таких как резьбовые или сварные заглушки, крышки или слепые фланцы, изготовленные в

соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, и используемые в рамках указанных номинальных показателей по давлению-температуре, или

(В). в соответствии с правилами, содержащимися в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I "Энергетические котлы", PG-31 или Раздел VIII "Сосуды под давлением", Подраздел 1, UG-34 и UW-31, рассчитанные по

$$t_m = t + A$$

где:

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная для заданной формы запорного элемента и направлению нагрузки, с использованием соответствующих уравнений и процедур в Разделе I или Разделе VIII, Подраздел 1 Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

Определение A и символов, использованных для определения t, должно быть таким, как указано здесь, а не как указано в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

Прикрепление сварного плоского постоянного запорного элемента с, только, одинарным угловым сварным швом не допускается.

104.4.2. Отверстия в запорных элементах. Отверстия в запорных элементах могут выполняться с помощью сварки, экструдирования или нарезки резьбы. Прикрепление к запорному элементу должно быть в соответствии с ограничениями, указанными для таких присоединений в параграфе 104.3.1 для патрубковых присоединений. Если размер отверстия больше половины внутреннего диаметра запорного элемента, то отверстие должно проектироваться как редуктор, в соответствии с параграфом 104.6.

Другие отверстия в запорных элементах должны быть усилены, в соответствии с требованиями к усилению, предъявляемыми к патрубковым присоединениям. Общая площадь поперечного сечения, требуемая для усиления в любой плоскости, проходящей через центр отверстия, и нормальной к поверхности запорного элемента, должно быть не меньше, чем количество $d_5 t$, где:

d_5 = диаметр законченного отверстия, дюймы (миллиметры), а t – как определено в пункте (В), выше.

104.5. Проектирование фланцев и заглушек по давлению.

104.5.1. Фланцы – общие положения.

(А). Фланцы размеров NPS 24 и меньше, которые изготовлены в соответствии с ASME B16.1 и B16.5, должны считаться пригодными для эксплуатации при первичных номинальных эксплуатационных показателях (допустимое давление при эксплуатационной температуре), за исключением того, что съемные фланцы, изготовленные в соответствии с ASME B16.5, должны быть ограничены в использовании при

первичных номинальных эксплуатационных показателях не больших, чем Класс 300. Смотрите параграф 127.4.4.

В случае с фланцами размером больше NPS 24, и произведенных в соответствии с техническими требованиями и стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, проектировщик предупреждается о том, что имеются проекты, различающиеся в размерах, а также об ограничениях, налагаемых на их применение.

Фланцы, сделанные не в соответствии с техническими требованиями и стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, должны проектироваться в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1 Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением того, что должны использоваться требования к изготовлению, сборке, осмотры и испытанию, ограничения по давлению и температуре для материалов, указанные в этом Сборнике правил для трубопроводов под давлением. Некоторые условные обозначения, использованные в Сборнике ASME, а именно P , S_a , S_b и S_f должны иметь значения, описанные ниже, а не значения, указанные в Сборнике ASME. Все другие условные обозначения должны быть такими, как определено в Сборнике ASME.

P = расчетное давление, psi (кПа) (смотрите параграфы 101.2.2 и 101.2.4);

S_a = расчетное напряжение болта при температуре атмосферного воздуха, psi (кПа);

S_b = расчетное напряжение болта при расчетной температуре, psi (кПа);

S_f = допустимое напряжение для материала фланца или для трубы, psi (кПа) (смотрите параграф 102.3.1 и Таблицы допустимых напряжений) (значения напряжения переведены из МПа в кПа).

Для некоторых особых видов эксплуатации смотрите ограничения в параграфах 122.1.1(F), (G) и (H).

(В). Эти правила проектирования фланцев не применимы к фланцам с плоской гранью, использующим полнолицевые прокладки, которые выступают за болты.

(С). Расчетное напряжение болта в пункте (А), выше, должно быть таким, как указано в Разделе VIII, Подраздел 1 Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, Приложение Р для черных металлов.

(D). Применение материалов болтового крепления к фланцевым соединениям охватывается параграфом 108.5.

104.5.2. Слепые фланцы.

(А). Слепые фланцы, изготовленные в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, должны считаться пригодными для использования при номинальных показателях давления-температуры, указанных такими стандартами.

(В). Требуемая толщина слепых фланцев, произведенных не в соответствии со стандартами Таблицы 126.1, должна рассчитываться по формуле (6)

$$t_m = t + A \quad (6)$$

где:

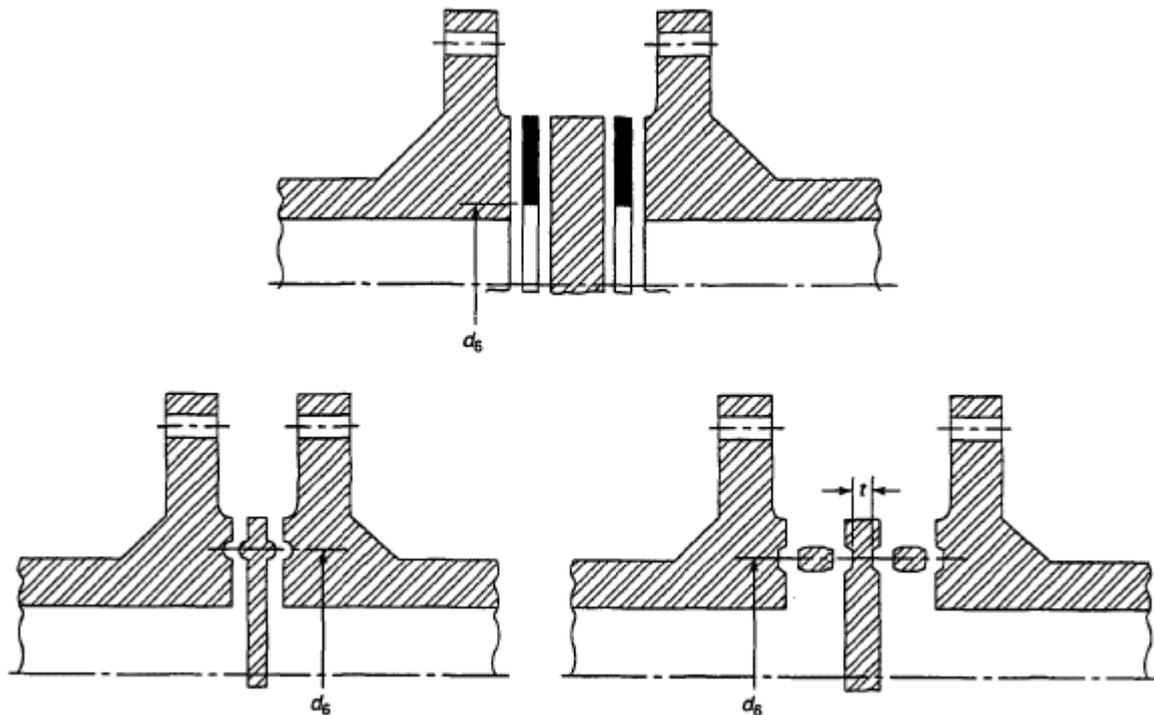


Рисунок 104.5.3. Типы постоянных заглушек.

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная для данного типа слепого фланца по соответствующему уравнению для болтовых плоских крышек в Разделе I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Некоторые условные обозначения, использованные в этих уравнениях, а именно P и SE (смотрите параграф 104.1.2(A), сноска 1) должны иметь значения, данные им в параграфе 104.1.2(A), а не значения, данные в Сборнике ASME. Все другие условные обозначения должны иметь значения, данные им в Сборнике ASME.

104.5.3. Заглушки.

(А). Требуемая толщина постоянных заглушек (смотрите рисунок 104.5.3) должна рассчитываться по формуле:

$$t_m = t + A$$

где:

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная по формуле (7)

$$t = d_6 \sqrt{\frac{3P}{16SE}} \quad (7)$$

Смотрите параграф 104.1.2(A), сноска 1

d_6 = внутренний диаметр прокладки для фланцев с рельефной гранью или плоской гранью, или диаметр расточки под прокладку для фланцев с закрытой прокладкой, дюймы (миллиметры).

(В). Заглушки, которые должны использоваться только для испытательных целей, должны иметь минимальную толщину не меньше, чем толщина для проектирования по давлению t , указанная выше, за исключением того, что P должно быть не меньше, чем испытательное давление, а SE (смотрите параграф 104.1.2(A), сноска 1) может быть взято равным указанному минимальному пределу текучести материала заглушки, если испытательная среда несжимаемая.

(С). Прикрепление сварной плоской постоянной заглушки, с помощью только одинарного углового сварного шва не допускается.

104.6. Редукторы.

Фитинги фланцевых редукторов, произведенные в соответствии со стандартами, указанными в Таблице 126.1, должны считаться пригодными для использования при указанных номинальных показателях давления-температуры. Когда редукторы для стыковой сварки

выполнены в соответствии с какой-либо номинальной толщиной трубы, эти редукторы должны считаться пригодными для использования с трубой такой же номинальной толщины.

104.7. Другие компоненты, содержащие давление.

104.7.1. Компоненты, содержащие давление, изготовленные в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, должны считаться пригодными для использования при нормальных условиях эксплуатации, при указанных номинальных показателях по давлению-температуре или ниже их. Однако, пользователь предупреждается о том, что когда некоторые стандарты или производители могут налагать более ограничительные допуски на отклонения от нормальных условий, чем те, что установлены этим Сборником, должны применяться такие более ограничительные допуски.

104.7.2. Особо спроектированные компоненты. Проектирование по давлению компонентов, не охваченных стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, или для которых расчетные формулы и процедуры не приведены в этом Сборнике, должно базироваться на расчетах, отвечающих критериям проектирования этого Сборника. Эти расчеты должны быть подтверждены одним или несколькими способами, указанными в пунктах (A), (B), (C) и (D), ниже:

(A). большой, успешный опыт эксплуатации при сравнимых условиях с аналогично соизмерными компонентами из такого же или аналогичного материала;

(B). экспериментальный анализ напряжения, такой как описано в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, Подраздел 2, Приложение 6;

(C). проверочное испытание в соответствии с, либо ASME B16.9, либо MSS SP-97, либо Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I, A-22, и

(D). подробный анализ напряжения, такой как метод конечного элемента, в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Подраздел 2, Приложение 4, за исключением того, что базовые допустимые напряжения материала из Таблиц допустимых напряжений Приложения A, должны использоваться вместо S_m .

Для любого пункта (A) – (D), выше, допускается проводить интерполяцию между размерами, толщинами стенок и классами давления и определять аналоги среди родственных материалов.

Расчеты и документы, показывающие соответствие требованиям этого параграфа должны быть представлены для одобрения владельцем, а для внешнего трубопровода водогрейного котла, они

должны быть доступны для рассмотрения уполномоченным Инспектором.

104.8. Анализ трубопроводных компонентов.

Чтобы оценить проект в соответствии с правилами этого параграфа, законченная трубопроводная система должна быть проанализирована в промежутке между якорями на эффекты нагрузок термического расширения, веса, других долговременных нагрузок и других случайных нагрузок. Каждый компонент в системе должен отвечать ограничениям, указанным в этом параграфе. Для трубы и фитингов, слагаемое давление в уравнениях (11) и (12) может быть заменено на альтернативное слагаемое S_{ip} , определенное в параграфе 102.3.2(D). Слагаемое давления в уравнениях (11) и (12) может не применяться для сильфонных соединений и трубных компенсаторов. При оценке напряжений вблизи от трубных компенсаторов, следует учитывать реальные площади поперечного сечения, которые существуют в таких трубных компенсаторах.

104.8.1. Напряжение, вызванное долговременными нагрузками. Эффекты нагрузок давления, веса и других долговременных механических нагрузок должны удовлетворять требованиям уравнения (11):

Английские единицы измерения:

$$S_L = \frac{PD_o}{4t_n} + \frac{0.75 iM_A}{Z} \leq 1.0 S_h \quad (11A)$$

Метрические единицы измерения:

$$S_L = \frac{PD_o}{4t_n} + \frac{1000 (0.75i)M_A}{Z} \leq 1.0 S_h \quad (11B)$$

где:

M_A = нагрузка результирующего момента на поперечном сечении, вызванная весом и другими долговременными нагрузками, дюйм-фунт (мм-Н) (смотрите параграф 104.8.4);

Z = момент сопротивления сечения, кубический дюйм (кубический миллиметр) (смотрите параграф 104.8.4);

i = коэффициент увеличения напряжения (смотрите Приложение D). Произведение $0.75i$ никогда не должно быть меньше, чем 1.0;

S_L = сумма продольных напряжений, вызванных нагрузками давления, веса и другими долговременными нагрузками.

104.8.2. напряжение, вызванное случайными нагрузками. Эффекты нагрузок давления, веса, других долговременных нагрузок и случайных нагрузок, включая землетрясения, должны удовлетворять требованиям уравнения (12):

Английские единицы измерения:

$$\frac{PD_o}{4t_n} + \frac{0.75iM_A}{Z} + \frac{0.75iM_B}{Z} \leq k S_h \quad (12A)$$

Метрические единицы измерения:

$$\frac{PD_o}{4t_n} + \frac{1000(0.75i)M_A}{Z} + \frac{1000(0.75i)M_B}{Z} \leq k S_h \quad (12B)$$

Условные обозначения такие же, как в параграфе 104.8.1, за исключением того, что:

$k = 1.15$ для случайных нагрузок, действующих не дольше 8 часов за раз и не больше 800 часов в год (смотрите параграф 102.3.3(A));

$k = 1.20$ для случайных нагрузок, действующих не дольше 1 часа за раз и не больше 80 часов в год (смотрите параграф 102.3.3(A));

M_B = нагрузка результирующего момента поперечного сечения, вызванная случайными нагрузками (смотрите параграф 102.3.3(A)), такая как осевое давление, со стороны нагрузок перепускных/предохранительных клапанов, давления и проходящей волны потока и землетрясения (смотрите параграф 104.8.4). Если требуется расчет моментов, вызванных землетрясением, используйте только половину диапазона моментов землетрясения. Эффекты смещения якорей в результате землетрясения могут исключаться из уравнения (12), если они включены в уравнение (13), дюйм-фунт.

01 **104.8.3. Диапазон напряжения термического расширения.** Эффекты термического расширения должны удовлетворять требованиям уравнения (13):

Английские единицы измерения:

$$S_E = \frac{iM_C}{Z} \leq S_A + f(S_h - S_L) \quad (13A)$$

Метрические единицы измерения:

$$S_E = \frac{1000(iM_C)}{Z} \leq S_A + f(S_h - S_L) \quad (13B)$$

Условные обозначения такие же, как в параграфе 104.8.1, за исключением того, что:

M_C = диапазон результирующих моментов, вызванных термическим расширением. Также включаются эффекты моментов смещения якорей, вызванного землетрясением, если эффекты смещения якорей были опущены в уравнении (12) (смотрите параграф 104.8.4);

f = коэффициент уменьшения диапазона напряжений для циклических условий для общего количества N полных температурных циклов в течение общего количества лет, в течение которых система, как ожидается, будет находиться в эксплуатации, из Таблицы 102.3.2(C).

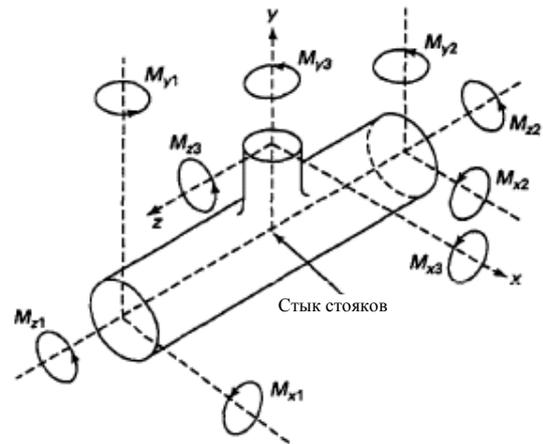


Рисунок 104.8.4.

104.8.4. Моменты и моменты сопротивления сечения

(A). Для целей уравнений (11), (12) и (13), результирующие моменты для прямооточных компонентов, искривленных труб и сварных коленчатых патрубков могут рассчитываться следующим образом:

$$M_j = (M_{xj}^2 + M_{yj}^2 + M_{zj}^2)^{1/2}$$

где:

$j = A, B$ или C , как определено в параграфе 104.8.1, 104.8.2 и 104.8.3;

Z = момент сопротивления сечения, кубический дюйм (кубический миллиметр).

(B). Для полных отводных патрубков, рассчитывайте результирующий момент каждого стояка отдельно, в соответствии с пунктом (A), выше. Используйте Z , момент сопротивления сечения, в уравнениях (11) - (13) в зависимости от применимости к патрубку или напорной трубе. Моменты берутся в точке стыка стояков. Смотрите рисунок 104.8.4.

(C). Для редуцированных отводов, рассчитывайте результирующий момент каждого стояка отдельно, в соответствии с пунктом (A), выше. Моменты должны браться в стыке стояков, если только проектировщик не сможет продемонстрировать действительность менее консервативного метода. Смотрите рисунок 104.8.4. Для **редуцированных отводных патрубков** за исключением патрубковых присоединений, охваченных рисунком D-1:

$$M_C = \sqrt{M_{x3}^2 + M_{y3}^2 + M_{z3}^2}$$

где:

$Z = \pi r_b^2 t_e$ эффективный момент сопротивления сечения,

r_b = средний радиус поперечного сечения патрубка, дюйм (миллиметр);

t_e = эффективная толщина стенки патрубка, дюйм (миллиметр)

= меньшая из величин t_{nh} и it_{nb} в уравнении (13) или меньшая из величин t_{nh} и $0.75it_{nb}$, где $0.75i \geq 1.0$ в уравнениях (11) и (12).

Для *редуцированных отводных патрубковых присоединений, охваченных рисунком D-1:*

$$M_C = \sqrt{M_{x3}^2 + M_{y3}^2 + M_{z3}^2}$$

и

$$Z = \pi r'_m{}^2 T_b$$

Если L_1 на рисунке D-1, схемы (a), (b) и (c) равна или превышает $0.5 \sqrt{r'_m T_b}$, то r'_m может браться равным радиусу до центра T_b при расчете момента сопротивления сечения и коэффициента усиления напряжения. Для такого случая, переход между трубой патрубка и форсункой должен оцениваться отдельно от патрубкового присоединения.

Для отводов коллектора:

$$M_C = \sqrt{M_{x1}^2 + M_{y1}^2 + M_{z1}^2}$$

и

$$M_C = \sqrt{M_{x2}^2 + M_{y2}^2 + M_{z2}^2}$$

и

Z = момент сопротивления сечения, кубический дюйм (кубический миллиметр).

ЧАСТЬ 3. ВЫБОР И ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ТРУБОПРОВОДНЫМ КОМПОНЕНТАМ.

105. ТРУБА.

105.1. Общие положения.

Труба, отвечающая стандартам и техническим требованиям, перечисленным в Приложении А, должна использоваться в пределах диапазона температур, для которых указаны допустимые напряжения, в рамках ограничений, приведенных здесь.

105.2. Металлическая труба.

105.2.1. Трубы из черных металлов.

(А). Стальные трубы, сваренные встык в печи, не должны использоваться с огнеопасными, горючими или токсичными средами.

(В). Трубы из литого чугуна могут использоваться для расчетных давлений в пределах номинальных показателей, установленных стандартами и техническими требованиями, перечисленными в Таблицах 126.1 и А-5 и Замечаниях к ним, и ограничений, указанных здесь и в параграфе 124.4. Трубы из литого чугуна не должны использоваться с огнеопасными, горючими или токсичными средами.

105.2.2. Трубы из цветных металлов.

(А). Медные и латунные трубы для использования с водой и паром могут использоваться для расчетных давлений до 250 psi (1750 кПа) и для расчетных температур до 406F (208°C).

(В). Медные и латунные трубы для воздуха могут использоваться в соответствии с допустимыми напряжениями, указанными в Таблицах допустимых напряжений.

(С). Медные трубки могут использоваться для заглушенных трубопроводов контрольно-измерительных приборов с ограничениями, указанными в параграфе 122.32(D).

(D). Медные трубы или трубки и трубы или трубки из медного или алюминиевого сплава могут использоваться при условиях, указанных в параграфе 124.7. Трубы и трубки из меди, медного сплава или алюминиевого сплава не должны использоваться для огнеопасных, горючих или токсичных сред, за исключением случаев, допускаемых в параграфах 122.7 и 122.8.

105.3. Неметаллические трубы.

(А). Пластиковая труба может использоваться для воды и неогнеопасных жидкостей, когда опыт или испытания показали, что такая пластиковая труба пригодна для условий эксплуатации, а условия по давлению и температуре находятся в пределах рекомендаций производителя. До этого момента, обязательные правила устанавливаются для таких материалов, давление должно быть ограничено 150 psi (1000 кПа) а температура должна быть ограничена до 140°F (60°C) для эксплуатации с водой. Пределы давления и температуры для других видов эксплуатации должны основываться на опасностях, присущих им, но на практике они не должны превышать 150 psi (1000 кПа) и 140°F (60°C). Необязательные правила для неметаллических трубопроводов смотрите в Приложении III к этому Сборнику.

(В). Трубы из армированной термореактивной смолы могут использоваться, помимо видов эксплуатации, указанных в параграфе 105.3(A), в подземных трубопроводах с огнеопасными и горючими жидкостями при условии соблюдения ограничений, описанных в параграфе 122.7.3(F).

(С). Трубы из железобетона могут использоваться в соответствии с техническими требованиями, указанными в Таблице 126.1 для воды при температуре до 150°F (65°C).

(D). Узлы из гибких неметаллических труб или трубок могут использоваться в случаях, когда:

(а). существует удовлетворительный опыт эксплуатации;

(б). условия по давлению и температуре находятся в пределах рекомендаций производителя, и

(с). удовлетворены условия, описанные в параграфах 104.7, 124.7 и 124.8.

(Е). Полиэтиленовая труба может использоваться, помимо

видов эксплуатации, перечисленных в параграфе 105.3(A), в подземных трубопроводах огнеопасных и горючих жидкостей и подземных газопроводах, при условии соблюдения ограничений, описанных в параграфах 122.7.2(D) и 122.8.1(B.4).

106. ФИТИНГИ, КОЛЕНА И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ.

106.1. Фитинги.

(А). Резьбовые, фланцевые, желобленные и отбортованные для муфтовой сварки, для стыковой сварки, компрессионные и для пайки мягким припоем фитинги, изготовленные в соответствии с применимыми стандартами, перечисленными в таблице 126.1, могут использоваться в системах энергетических трубопроводов в пределах ограничений по материалам, размеру, давлению и температуре, указанных в этих стандартах, а также в пределах любых дальнейших ограничений, указанных в этом Сборнике. Материалы для фитингов, используемых с огнеопасными, горючими или токсичными средами, должны, кроме того, отвечать требованиям параграфов 122.7 и 122.8.

(В). Фитинги, не охваченные стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, могут использоваться, если они удовлетворяют требованиям параграфа 104.7.

(С). Литые стальные фитинги для стыковой сварки, не охваченными размерными стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, могут использоваться вплоть до номинальных показателей по давлению и температуре, установленных производителем, при условии, что они пройдут радиографическое исследование, в соответствии с методом ASTM E 142, и будут отвечать требованиям приемлемости ASTM E 446, U186 и E 280, в зависимости от применимости по толщине, проходящей радиографическое исследование.

(D). Сборные торцы для стыкового соединения и соединения с упорным буртиком приемлемы при условии, что они прикрепляются с помощью полнопроваренных сварных швов, двойных угловых сварных швов или с помощью резьбы. Сборные торцы, прикрепленные одинарными угловыми сварными швами, не приемлемы.

106.1.1. Колпаковые и замковые фитинги. Колпаковые и замковые фитинги, удовлетворяющие применимым стандартам, перечисленным в Таблице 126.1, могут использоваться для работы с холодной водой или для водоспуска.

106.2. Колена и пересечения.

Колена и прессованные патрубковые присоединения могут использоваться, когда они спроектированы в соответствии с положениями параграфов 104.2 и 104.3, соответственно. Соединения в ус могут использоваться в пределах ограничений, указанных в параграфе 104.3.3.

106.3. Трубные соединительные муфты.

(А). Трубные соединительные муфты из литого чугуна или ковкого чугуна должны ограничиваться по виду эксплуатации, в соответствии с параграфами 124.4 и 124.5 соответственно.

(В). Соединительные муфты с цилиндрической резьбой не должны использоваться.

106.4. Узлы гибких металлических шлангов.

(А). Узлы гибких металлических шлангов могут использоваться для обеспечения гибкости в трубопроводной системе, чтобы обеспечивать изоляцию или контролировать вибрацию, или чтобы компенсировать неувверенность. Расчетные условия должны быть в соответствии с параграфом 101 и в пределах ограничений, рекомендованных производителем. Базис для их использования должен включать следующие условия эксплуатации: термические циклы, радиус гибки, циклический срок службы и возможность коррозии и эрозии. Узел должен ограничиваться изгибом в одной плоскости, свободным от каких-либо скручивающих эффектов во время условий эксплуатации и простоя. Тип компонентов торцевого присоединения должен находиться в соответствии с требованиями этого Сборника.

(В). Узел гибкого металлического шланга, состоящий из одного непрерывного участка бесшовной или сваренной встык трубы со спиралевидными или кольцеобразными складками, могут использоваться без ограничения в трубопроводных системах, которые охватываются этим Сборником, при условии, что удовлетворено условие, указанное в пункте (А), выше. Для видов эксплуатации, подверженных внутреннему давлению, гибкий элемент должен содержаться в одном или нескольких отдельных слоях оплеточного металла, наглухо прикрепленного к обоим торцам соединительной муфты, с помощью сварки или пайки твердым припоем. Для использования в системах, работающих с токсичными средами, рекомендуется, чтобы проектировщик, также, просмотрел стандарты, опубликованные для соответствующей промышленности, в отношении дополнительных требований к безопасности и материалам, которые могут оказаться необходимыми.

(С). Узел гибкого металлического шланга, состоящий из сплетенных взаимно блокирующих металлических полос, может применяться только к системам вентиляции в атмосферу и не должен использоваться в системах, которые транспортируют среды с высокими температурами, огнеопасные среды, токсичные среды или сильнодействующие среды. Когда применимо, по мнению проектировщика, и в пределах ограничений, описанных в параграфе 122.6, и ограничений, накладываемых производителем, этот тип шлангового узла может использоваться в устройствах сброса давления.

107. КЛАПАНЫ.

107.1. Общие положения.

(А). Клапаны, удовлетворяющие стандартам и техническим требованиям, перечисленным в Таблице 126.1, должны использоваться в пределах указанных номинальных показателей по давлению-температуре.

(В). Клапаны, не удовлетворяющие условию в пункте (А), выше, должны быть спроектированы так, как рекомендует производитель для данных условий эксплуатации, как указано в параграфе 102.2.2; или должны быть спроектированы аналогичным образом.

(С). Некоторые клапаны способны производить герметизацию, одновременно, против перепада давления между внутренней полостью клапана и прилегающей трубой в обоих направлениях. Когда жидкость захватывается в таком клапане и затем нагревается, может возникнуть опасный рост давления. Когда такое состояние возможно, Владелец должен обеспечить специальные меры при проектировании, инсталляции и/или эксплуатации для того, чтобы гарантировать, что давление в клапане не будет превышать номинального давления при температуре, которая может быть развита. Предохранительное устройство, используемое только для защиты от избыточного давления, вызываемого такой захваченной жидкостью, и удовлетворяющее требованиям пунктов (А) и (В), выше, не обязательно должно удовлетворять требованиям параграфа 107.8. Любая глубина разрушения в стенке клапана, удерживающей давление, должна отвечать требованиям этого Сборника.

(D). Должны использоваться только клапаны, спроектированные так, чтобы шток клапана удерживался от вышибания с помощью узла, который функционирует независимо от ограничителя штокового уплотнения.

(E). Материалы, использованные для удержания давления в клапанах, используемых в системах, работающих с огнеопасными, горючими или токсичными средами, должны, кроме того, удовлетворять требованиям параграфа 122.7 и 122.8.

107.2. Маркировка.

Каждый клапан должен нести на себе наименование или торговую марку производителя и символ, указывающий на условия эксплуатации, работу при которых гарантирует производитель клапана. Маркировка должна быть в соответствии с ASME B16.5 и B16.34.

107.3. Торцы.

Клапаны могут использоваться с фланцевыми, резьбовыми торцами, торцами для стыковой сварки, муфтовой сварки или другими торцами в соответствии с применимыми стандартами, как указано в параграфе 107.1(A).

107.4. Резьба штока.

Резьба штока клапанов может быть внутренней или внешней по отношению к крышке клапана. Внешний винтовой и хомутный дизайн должен использоваться для клапанов размером NPS 3 и выше для давлений свыше 600 psi (4150 кПа).

107.5. Соединения крышки.

Соединения крышки могут быть фланцевыми, сварными, герметизированными, муфтового типа или другого типа, за исключением того, что винтовые присоединения крышки, в которых герметизация зависит от паронепроницаемого резьбового соединения, не должны допускаться для использования в клапанах подачи в

паровых системах при давлениях выше 250 psi (1750 кПа).

107.6. Байпассы.

Размеры байпассов должны быть в соответствии с MSS SP-45, как минимальным стандартом. Трубы для байпассов должны быть, по крайней мере, бесшовными трубами Регламента 80, и должны быть сделаны из материала с таким же номинальным химическим составом и физическими свойствами, что и в основной линии. Байпассы могут быть интегральными или прикрепленными.

107.8. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны.

107.8.1. Общие положения. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны должны удовлетворять требованиям, указанным в этом Сборнике для фланцев, клапанов и фитингов для давлений и температур, которым они будут подвергаться.

107.8.2. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны на внешнем трубопроводе водогрейного котла. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны на внешнем трубопроводе водогрейного котла должны быть в соответствии с параграфом 122.1.7(D.1). этого Сборника.

107.8.3. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны на внешнем трубопроводе не водогрейного котла. Предохранительные, предохранительные перепускные и перепускные клапаны на внешнем трубопроводе не водогрейного котла (за исключением предохранительных клапанов промперегрева) должны быть в соответствии с требованиями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, Подраздел 1, UG-126 – UG-133. Предохранительные клапаны промперегрева должны быть в соответствии с требованиями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I, PG-67 – PG-73.

107.8.4. Необязательное приложение. Необязательные правила по проектированию узлов предохранительных клапанов находятся в Приложении II к этому Сборнику.

108. ТРУБНЫЕ ФЛАНЦЫ, ЗАГЛУШКИ, ТОРЦОВКА ФЛАНЦЕВ, ПРОКЛАДКИ И БОЛТОВОЕ КРЕПЛЕНИЕ.

108.1. Фланцы.

Фланцы должны удовлетворять требованиям к проектированию, указанным в параграфе 104.5.1, или удовлетворять стандартам, перечисленным в Таблице 126.1. Они могут быть интегральными или должны крепиться к трубе с помощью резьбы, сварки, пайки твердым припоем или другими средствами в рамках применимых стандартов, указанных в Таблице 126.1.

108.2. Заглушки.

Заклушки должны отвечать требованиям к проектированию, указанным в параграфе 104.5.3.

108.3. Фланцевые торцовки.

Фланцевые торцовки должны быть в соответствии с применимыми стандартами, перечисленными в Таблицах 126.1 и 112. При болтовом прикреплении стандартных стальных фланцев Класса 150 к плоскому торцу фланцев из литого чугуна, стальной фланец должен иметь плоскую торцовку. Стандартные стальные фланцы Класса 300 с рельефной торцовкой могут крепиться болтами к фланцам с рельефной торцовкой Класса 250 из литого чугуна.

108.4. Прокладки.

Прокладки должны быть из таких материалов, которые не могут быть повреждены технологической средой или температурой. Они должны быть в соответствии с Таблицей 112.

108.5. Болтовое крепление в традиционных единицах США.**108.5.1. Общие положения**

(А). Болты, шпильки, гайки и шайбы должны соответствовать применимым стандартам и техническим требованиям, перечисленным в Таблице 126.1 и Таблице 112. Болты и болтовые штифты должны полностью проходить через гайки.

(В). Шайбы, когда они используются под гайками, должны быть из ковального или катанного материала, при этом стальные шайбы должны использоваться под стальными гайками, а бронзовые шайбы должны использоваться под бронзовыми гайками.

(С). Гайки должны поставаться в соответствии с требованиями технического требования к болтам и болтовым штифтам.

(D). шпильки из легированной стали должны быть либо нарезаны резьбой по всей длине, либо должны иметь редуцированное тело диаметром не меньше, чем на корне резьбы. Они должны иметь тяжелые шестигранные гайки ASME. Болты из легированной стали с головками не должны использоваться с фланцами, отличными от фланцев из стали или нержавеющей стали.

(E). Все шпильки из легированной стали и болты или шпильки из углеродистой стали и соответствующие им гайки должны иметь резьбу в соответствии с ASME B1.1 Класс 2A для внешней резьбы и Класс 2B для внутренней резьбы. Резьба должна быть крупной резьбой, за исключением того, что болтовое крепление из легированной стали размером 1 1/8 дюйма и больше, в диаметре должна иметь 8-шаговую резьбу.

(F). Болты с головками, сделанные из углеродистой стали, должны иметь квадратную, шестигранную или тяжелую шестигранную головку (ANSI B18.2.1) и должны использоваться с шестигранными или тяжелыми шестигранными гайками (ANSI B18.2.2). Для размеров болтов меньше 3/4 дюйма, рекомендуются квадратные или тяжелые шестигранные головки и тяжелые шестигранные гайки. Для размеров болтов больше 1 1/2 дюйма, рекомендуются шпильки с шестигранными или тяжелыми шестигранными гайками на каждом конце. Для фланцев из литого чугуна или бронзы,

использующих болты с головками из углеродистой стали размером 3/4 дюйма и больше, могут использоваться квадратные гайки.

108.5.2. Для различных комбинаций материалов фланца, выбор материалов болтового крепления и связанные с этим правила, касающиеся фланцевой торцовки и прокладок, должен быть в соответствии с параграфом 108 и Таблицей 112.

108.5.3. Требования к болтовому креплению для компонентов, не охваченных параграфом 108.5.2, должны быть в соответствии с параграфом 102.2.2.

108.6. Метрическое болтовое крепление.

108.6.1. Общие положения. Использование метрических болтов, шпилек, гаек и шайб должно удовлетворять общим требованиям параграфа 108.5, но при этом допускается следующее:

(А). Резьба должна быть в соответствии с ASME B1.13M, профиль М, с допуском Класса 6g для внешней резьбы и допуском Класса 6H для внутренней резьбы.

(В). Резьба должна быть крупной резьбой для размеров М68 и меньше, и 6-миллиметровой мелкой резьбой для размеров М70 и больше, за исключением того, что стальные болты размера М30 и больше должны иметь 3-миллиметровый мелкий шаг резьбы.

(С). Гайки должны быть тяжелыми шестигранными в соответствии с ASME B18.2.4.6M. Болты с головками должны быть либо шестигранными, либо тяжелыми шестигранными в соответствии с ASME B18.2.3.5M и B18.2.3.6M, соответственно. Тяжелые шестигранные головки рекомендуются для болтов с головками, имеющих размеры М18 и меньше.

(D). Шпильки рекомендуются вместо болтов с головками для размеров М39 и больше.

(E). Метрическое болтовое крепление не одобряется для использования во внешнем трубопроводе водогрейных котлов.

108.6.2. Ответственность, возникающая при указании или одобрении использования метрического болтового крепления.

(А). Проектировщик трубопровода несет ответственность за выбор метрического размера болта, который будет использоваться с каждым классом и размером фланца.

(В). Проектировщик должен гарантировать, что выбранный метрический размер будет соответствовать отверстиям, сделанным для болтов во фланцах, и что адекватное расстояние останется для головок болтов, гаек и сборочного инструмента.

(С). В тех случаях, когда выбранный метрический размер болта меньше в области корневой резьбы, чем соответствующий размер в традиционных единицах измерения США, проектировщик должен гарантировать, что выбранный размер способен выдержать требуемый вращающий момент сборки и способен производить требуемую нагрузку на прокладку, чтобы адекватно герметизировать расчетное давление. Далее, проектировщик должен гарантировать, что достаточная площадь контакта существует между металлом фланца и гайкой и головкой болта, чтобы выдерживать требуемую болтовую нагрузку. Если нет, то должен быть выбран более крупный болт или более высокий класс фланца.

01

01

ЧАСТЬ 4. ВЫБОР И ОГРАНИЧЕНИЯ НА ТРУБОПРОВОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

110. ТРУБОПРОВОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Тип используемого трубопроводного соединения должен быть пригодным для расчетных условий и должен выбираться с учетом герметичности, механической прочности соединения и природы транспортируемой среды.

111. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

111.1. Общие положения.

Сварные соединения могут использоваться в любых материалах, разрешенных этим Сборником, для которых возможно провести квалификацию WPS, сварщиков и операторов сварочных автоматов в соответствии с правилами, установленными в Главе V.

Все сварные швы должны выполняться в соответствии с применимыми требованиями Главы V.

112.1. Стыковые сварные швы.

112.1.1. Проектирование стыковых сварных швов. Проектирование стыковых сварных швов должно включать в себя оценку любой ожидаемой невыверенности соединения (параграф 127.3(C)), которая может получиться из-за указанных геометрических параметров соединения при отклонении от рекомендаций этого Сборника.

112.1.2. Подкладочные кольца для стыковых сварных швов. Если подкладочные кольца используются в случаях, когда их присутствие приведет к серьезной коррозии или эрозии, подкладочное кольцо должно быть удалено и внутренняя поверхность должна быть отполирована до гладкого состояния. В таких случаях, когда непрактично удалять подкладочное кольцо, следует рассмотреть возможность сварки соединения без подкладочного кольца, или с использованием плавкого кольца.

111.3. Муфтовые сварные швы.

111.3.1. Ограничения по размеру компонентов, сваренных муфтовым сварным швом, приведены в параграфах 104.3.1(B.4), 122.1.1(H) и 122.8.2(C). Особое внимание должно быть уделено дальнейшему ограничению использования трубных соединений, сделанных муфтовым сварным швом, когда ожидаются температурная цикличность или циклическое давление или сильная вибрация, или когда данный вид эксплуатации может ускорить щелевую коррозию.

111.3.2. Размеры муфт для компонентов, сваренных муфтовым сварным швом, должны отвечать требованиям ASME B16.5 для фланцев и ASME B16.11 для фитингов.

Сборка соединений, сделанных муфтовым сварным швом, должна проводиться в соответствии с параграфом 127.3(E).

111.3.3. Муфта патрубка, приваренная непосредственно к стенке напорной трубы, должна быть в соответствии с требованиями параграфа 104.3.1(B.4).

111.3.4. Водоспуски и байпасы могут крепиться к фитингу или клапану с помощью муфтового сварного шва, при условии, что глубина муфты, диаметр расточки и толщина буртика будут отвечать требованиям ASME B16.11.

111.4. Угловые сварные швы.

Угловые сварные швы должны иметь размеры, не меньшие чем минимальные размеры, показанные на рисунке 127.4.4(B), 127.4.4(C) и 127.4.8(D).

111.5. Герметизирующие сварные швы.

Герметизирующая сварка присоединений, включая резьбовые соединения, может использоваться, чтобы избежать утечек из соединения, но эта сварка не должна считаться увеличивающей какую-либо прочность соединения. Также смотрите параграф 127.4.5. На резьбовые соединения, сваренные герметизирующей сваркой, накладываются ограничения параграфа 114.

112. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Фланцевые соединения должны отвечать требованиям параграфов 108 и 110 и Таблицы 112.

113. РАСТРУБНЫЕ СТЫКИ ИЛИ ВАЛЬЦОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Раструбные стыки и вальцованные соединения могут использоваться, когда опыт или испытания показали, что такое соединение пригодно для расчетных условий, и когда адекватные меры приняты, чтобы предотвратить расщепление соединения.

114. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Резьбовые соединения могут использоваться в пределах ограничений, указанных в параграфе 106, и в пределах ограничений, указанных здесь.

114.1.

Вся резьба на трубопроводных компонентах должна быть конической трубной резьбой, в соответствии с применимыми стандартами, перечисленными в Таблице 126.1. Резьба, отличная от конической трубной резьбы, может использоваться для трубопроводных компонентов, когда герметичность соединения зависит от герметизирующего сварного шва или опорной поверхности, отличной от резьбы, и когда опыт или испытания показали, что такая резьба приемлема.

Таблица 112.
Требования к болтовому креплению, торцовке и прокладкам трубных фланцев
Смотрите параграфы 108, 110 и 112.

Строка	Фланец А, сопряженный с фланцем В		Болтовое крепление	Торцовка фланца	Прокладка
	Фланец А	Фланец В			
(a)	Класс 25, литой чугун	Класс 25, литой чугун	(a)(1) "Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(a)(1) Плоская	(a)(1) Плоское неметаллическое кольцо в соответствии с ASME B16.21, Таблица 1
			(a)(2) "Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (5))	(a)(2) Плоская	(a)(2) Полнолицевая неметаллическая в соответствии с ASME B16.21, Таблица 1
(b)	Класс 125, литой чугун	Класс 125, литой чугун Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (кроме MSS SP-51) или Класс 150 пластичный чугун	"Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	Плоская	Плоское кольцо, неметаллическая в соответствии с ASME B16.21, Таблица 2
(c)	Класс 125 литой чугун, Класс 150 бронза, MSS SP-51 нержавеющая сталь, или неметаллический	Класс 125, литой чугун, Класс 150 бронза, Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (включая MSS SP-51), Класс 150 пластичный чугун, или неметаллический	"Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (7))	Плоская	Полнолицевая неметаллическая в соответствии с ASME B16.21, Таблица 2 (Замечания (8), (9))
(d)	Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (исключая MSS SP-51), или Класс 150, пластичный чугун	Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (исключая MSS SP-51), или Класс 150, пластичный чугун	(d)(1) "Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(d)(1) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах	(d)(1) Плоское кольцо, неметаллическая согласно ASME B16.5, Приложение E, Группа 1a, Рисунок E3 (Замечание (11))
			(d)(2) "Высоко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(d)(2) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах	(d)(2) Кольцевого типа, согласно ASME B16.5, Приложение E, Группы 1a b 1b, Рисунок E3 (Замечания (10) и (11))
			(d)(3) "Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (5))	(d)(3) Плоская	(d)(3) Полнолицевая, неметаллическая согласно ASME B16.5, Приложение E, материал Группы 1a
(e)	Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (исключая MSS SP 51)	Класс 150, сталь и нержавеющая сталь (исключая MSS SP 51)	"Высоко прочное" (Замечания (3), (4) и (5))	Кольцевое соединение	Кольцевое соединение в соответствии с ASME B16.20

Таблица 112
Требования к болтовому креплению, торцовке и прокладкам трубных фланцев (продолжение)
Смотрите параграфы 108, 110 и 112.

Строка	Фланец А, сопряженный с фланцем В		Болтовое крепление	Торцовка фланца	Прокладка
	Фланец А	Фланец В			
(f)	Класс 250, литой чугун	Класс 250, литой чугун,	(f)(1) "Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(f)(1) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах	(f)(1) Плоское кольцо, неметаллическое в соответствии с ASME B16.21, Таблица 3
		Класс 300 сталь или нержавеющая сталь, или Класс 300 пластичный чугун	(f)(2) "Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (5))	(f)(2) Плоская	(f)(2) Полнолицевая неметаллическая в соответствии с ASME B16.21, Таблица 6 (Класс 300)
(g)	Класс 300 бронза	Класс 250, литой чугун, Класс 300 бронза, Класс 300, сталь и нержавеющая сталь, или Класс 300 пластичный чугун	"Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (7))	Плоская	Полнолицевая неметаллическая в соответствии с ASME B16.21, Таблица 11 (Замечание (8))
(h)	Класс 300, пластичный чугун	Класс 300, сталь и нержавеющая сталь, или Класс 300, пластичный чугун	(h)(1) "Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(h)(1) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах	(h)(1) Плоское кольцо, неметаллическая согласно ASME B16.5, Приложение E, Группа 1a, Рисунок E3 (Замечание (11))
			(h)(2) "Высоко прочное" (Замечания (3), (4) и (5))	(h)(2) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах	(h)(2) Кольцевого типа, согласно ASME B16.5, Приложение E (Замечания (10) и (11))
			(h)(3) "Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (1) – (5))	(h)(3) Плоская	(h)(3) Полнолицевая, неметаллическая согласно ASME B16.5, Приложение E, материал Группы 1a (Замечание (11))

Таблица 112
Требования к болтовому креплению, торцовке и прокладкам трубных фланцев (продолжение)
Смотрите параграфы 108, 110 и 112.

Строка	Фланец А, сопряженный с фланцем В		Болтовое крепление	Торцовка фланца	Прокладка
	Фланец А	Фланец В			
(i)	Класс 300 и более высокие классы, сталь и нержавеющая сталь	Класс 300 и более высокие классы, сталь и нержавеющая сталь	(i)(1) "Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (5))	(i)(1) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах; большая или маленькая выступающая и углубленная; большая или маленькая язычковая и желобковая	(i)(1) Плоское кольцо, неметаллическое в соответствии с ASME B16.5, параграф 6.11, и Приложение E, материал группы 1a (замечание (11))
			(i)(2) "Высоко прочное" или "низко прочное" (Замечания (3), (4) и (5))	(i)(2) Рельефная или плоская на одном или обоих фланцах; большая или маленькая выступающая и углубленная; большая или маленькая язычковая и желобковая	(i)(2) Кольцевого типа в соответствии с ASME B16.5, параграф 6.11, и Приложение E (Замечания (10) и (11))
			(i)(3) "Высоко прочное" (Замечания (3), (4) и (5))	(i)(3) Кольцевое соединение	(i)(3) Кольцевое соединение в соответствии с ASME B16.20
(j)	Класс 800 литой чугун	Класс 800 литой чугун	"Низко прочное" (Замечания (1), (2) и (7))	Рельефная или крупная выпуклая и вогнутая	Плоское кольцо, неметаллическое, в соответствии с ASME B16.21, Таблица 4

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Выбор болтового крепления (включая гайки), фланцевой торцовки и прокладки (материалы, болтовое напряжение, коэффициент прокладки, опорное напряжение и так далее) должен быть пригодным для фланцев, условий эксплуатации и гидростатического испытания. Не должно быть перенапряжения прокладки или фланца из-за ожидаемой болтовой нагрузки или внешней изгибающей нагрузки.
- (б). Если не указано иное, описанная фланцевая торцовка применяется и к фланцу А, и к фланцу В.
- (с). Для фланцев, отличных от тех, что охвачены ASME B16.1, с размерами больше, чем NPS 24 (NPS 12 для класса 2500), размеры прокладок должны быть сверены с указанными фланцами (например, MSS SP-44 и API 605).
- (d). Эффективная опорная поверхность полнолицевой прокладки должна выступать за внешнюю кромку фланца. Для фланцев с плоской или рельефной торцовкой, плоское кольцо или прокладка кольцевого типа должна быть самоцентрирующейся, выступающей за внутреннюю кромку болтовых отверстий или болтов. Когда соединение содержит фланцы из литого чугуна, бронзы, неметалла или нержавеющей стали MSS SP-51, эффективная опорная поверхность прокладки должна протягиваться до внешнего диаметра прокладок.
- (е). Не ограниченные неметаллические прокладки не должны использоваться на фланцах с плоской или рельефной торцовкой, если ожидаемое нормальное рабочее давление превышает 720 psi (4950 кПа) или температура превышает 750°F (400°C). Металлические прокладки, спирально свернутые прокладки из металла с неметаллической набивкой, и ограниченные неметаллические прокладки не ограничиваются по давлению или температуре, при условии, что материалы прокладок пригодны для максимальной температуры среды.

(продолжение следует)

Таблица 112 (продолжение)

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). "Низко прочное" болтовое крепление должно отвечать следующим документам ASME:

A193, Grade B8A, B8CA, B8MA или B8TA

A193, Класс 1, Grade B8, B8C, B8M или B8T

A307, Grade 8 (Болтовое крепление в соответствии с A 307 Grade B не должно использоваться при температурах выше чем 400°F (200°C))

A 320, Класс 1, Grade B8, B8M или B8T

(2). Гайки для "низко прочного" болтового крепления должны отвечать требованиям класса ASTM A 194 или A 563, как требуется в соответствии с техническим требованием для болтов.

(3). "Высоко прочное" болтовое крепление должно отвечать следующим документам ASME:

A193, Grade B5, B6, B6X, B7, B7M или B16

A193, Класс 2, Grade B8, B8C, B8M или B8T

A 320, Grade L7, L7A, L7B, L7C или L43

A 320, Класс 2, Grade B8, B8C, B8F, B8M или B8T

A 354, Grade BC или BD

A 437, Grade B4B, B4C или B4D

A 453, Grade 651 или 660

(4). Гайки для "высоко прочного" болтового крепления должны отвечать требованиям классов ASTM A194, A436, A453, A563 или A564, как требуется в соответствии с техническими требованиями для болтов.

(5). Для температур ниже -20°F (-29°C), должно использоваться болтовое крепление, отвечающее требованиям классов и типов ASTM A 320, перечисленных соответственно в Замечании (3) "высоко прочное" и в Замечании (1) "низко прочное". Для такого болтового крепления, соответствующего ASTM A 320, Grade L7, L7A, L7B, L7C и L43, гайки должны отвечать требованиям ASTM A 194, Grade 4 или 7 с требованиями к ударной вязкости, указанными в A 320. Для болтовых креплений, отвечающих другим типам A 320, гайки должны отвечать требованиям A 320.

(6). Дополнительно, для соединений, содержащих бронзовые фланцы, может использоваться болтовое крепление из цветных металлов, отвечающее следующему:

ASTM B98, UNS C65100, C65500 и C66100; полутвердый, до 350°F (177°C) максимум

ASTM B150, UNS C64100, до 500°F (260°C) максимум

ASTM B164, UNS N04400 и N04405; горячая обработка, до 550°F (288°C) максимум

ASTM B164, UNS N04400; холодно тянутый, холодно тянутый и со снятым напряжением, или холодно тянутый и с выровненным напряжением, и N04405, холодно тянутый, до 500°F (260°C) максимум

ASTM B150, UNS C63000 и C64200; до 550°F (288°C) максимум

(7). Когда фланцевое соединение использует разнородные материалы (например, бронзовые фланцы со стальным болтовым креплением) и имеет расчетную температуру, превышающую 300°F (149°C), следует учитывать разницу в коэффициентах расширения.

(8). Для бронзовых фланцев, когда используется "низко прочное" болтовое крепление или болтовое крепление из цветных металлов, неметаллические прокладки, имеющие опорные напряжения больше 1600 psi, не должны использоваться.

(9). Для фланцев из нержавеющей стали, отвечающих требованиям MSS SP-51, и для неметаллических фланцев, предпочтение должно отдаваться прокладочным материалам, имеющим меньшее минимальное расчетное опорное напряжение, перечисленным в ASME B16.5, Рисунок E1, Группа 1a.

(10). Для строк (d)(2) и (i)(2), когда в соединении используются два фланца с плоской торцовкой, и ширина опорной поверхности прокладки (с учетом и прокладки, и фланцев) больше, чем площадь фланца, изготовленного в соответствии с ASME B16.5, имеющего стандартную рельефную торцовку, материал прокладки должен отвечать требованиям ASME B16.5, Приложение E, Группа 1a.

(11). Когда асбестовый лист, волокно или наполнительный материал для прокладок указывается в ASME B16.5, это ограничение не должно применяться к случаям эксплуатации в рамках ASME B31.1. Любой неметаллический материал, пригодный для условий эксплуатации, может использоваться вместо асбеста при условии, что соблюдены требования Таблицы 112.

Таблица 114.2.1

Максимальный номинальный размер, дюймов	Максимальное давление	
	psi	кПа
3	400	2750
2	600	4150
1	1200	8300
3/4 и меньше	1500	10350

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Для трубопроводов контрольно-измерительных приборов, управления и взятия образцов, смотрите параграф 122.3.6(A.5).

114.2.1. Резьбовые соединения не должны использоваться там, где ожидается возникновение сильной эрозии, щелевой коррозии, удара или вибрации, а также они не должны использоваться при температурах, превышающих 925°F (495°C). Ограничения по размеру для эксплуатации с паром или горячей водой (с температурой выше 220°F (105°C)) должны быть такими, как показано в Таблице 114.2.1.

114.2.2. На резьбовые отверстия для доступа с заглушками, которые служат входом для радиографического исследования сварных швов, не распространяются ограничения параграфа 114.2.1 и Таблицы 114.2.1, при условии, что их дизайн и инсталляция отвечают требованиям параграфа 114.1. Репрезентативные типы отверстий доступа и заглушек показаны в PFI ES-16.

114.2.3. На резьбовые присоединения устройств для измерения температуры среды методом проникновения внутрь, устройств замера потока и устройств забора проб, не распространяются ограничения по температуре, указанные в параграфе 114.2.1, а также ограничения по давлению, указанные в Таблице 114.2.1, при условии, что их дизайн и инсталляция отвечают требованиям параграфов 104.3.1 и 114.1. При температурах выше 925°F (495°C) или при давлениях выше 1500 psi (10350 кПа), эти резьбовые присоединения должны быть обварены герметизирующей сваркой в соответствии с параграфом 127.4.5. Дизайн и инсталляция устройств для измерения температуры среды методов проникновения внутрь, устройств замера потока и устройств забора проб должны быть адекватными для того, чтобы выдерживать эффекты характеристик среды, потока среды и вибрации.

114.3

Труба с толщиной стенки меньше, чем толщина трубы стандартного веса по ASME B36.10M, не должна нарезать, независимо от вида эксплуатации. Для дополнительных ограничений по нарезке труб, используемых:

(А) с паром при давлении больше 250 psi (1750 кПа), или

(В) с водой при давлении больше 100 psi (700 кПа) и температуре выше 220°F (105°C) смотрите параграф 104.1.2(C.1).

115. РАЗВАЛЬЦОВАННЫЕ, НЕРАЗВАЛЬЦОВАННЫЕ И КОМПРЕССИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Развальцованные, неразвальцованные и компрессионные трубчатые фитинги могут использоваться для размеров трубок не больше 2 дюймов (50 миллиметров) внешнего диаметра в пределах ограничений, налагаемых применимыми стандартами и техническими требованиями, перечисленными в Таблице 126.1.

В отсутствие стандартов, технических требований или значений допустимого напряжения для материала, используемого для изготовления фитинга, проектировщик должен определить, что выбранные тип и материал фитинга адекватны и безопасны для расчетных условий, в соответствии со следующими требованиями:

(А). Расчетное давление должно отвечать требованиям параграфа 104.7

(В). Соответствующее количество типов, размеров и материалов фитингов, которые должны использоваться, должны пройти успешные испытания в рабочих условиях, чтобы определить безопасность соединения при моделируемых эксплуатационных условиях. Когда ожидается вибрация, усталость, циклические состояния, низкая температура, термическое расширение или гидравлический удар, применимые условия должны быть включены в испытание.

115.1.

Фитинги и их соединения должны быть совместимы с трубками, с которыми они должны использоваться, и должны отвечать требованиям к диапазону толщин стенок и методу сборки, рекомендованному производителю.

115.2.

Фитинги должны использоваться при номинальных показателях давления-температуры, не превышающих рекомендации производителя. Условия эксплуатации, такие как вибрация и термические циклы, должны учитываться при их применении.

115.3.

Смотрите параграф 114.1 в отношении требований к резьбе на трубопроводных компонентах.

115.4.

Неразвальцованные фитинги должны быть такого дизайна, в котором захватывающий элемент или муфта должны захватывать или врезаться во внешнюю поверхность трубки с достаточной прочностью, чтобы удерживать трубку под давлением, но без заметного повреждения внутреннего диаметра трубки. Захватывающий элемент также должен образовывать плотное соединение с корпусом фитинга.

При использовании фитингов врезавшегося типа, должна быть проведена точечная проверка адекватности глубины вреза и состояния трубки с помощью разборки и повторной сборки избранных соединений.

Фитинги захватывающего типа, которые затягиваются в соответствии с инструкциями производителя, не требуют разборки для проверки.

116. ЗАКОНОПАЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

116.1.

Законопаченные или зачеканенные свинцом соединения колпакового или замочного типа, которые законопачены свинцом и набивочным материалом, могут использоваться для работы с холодной водой.

116.2.

Законопаченные соединения могут использоваться при давлениях, допускаемых для трубы, в которой они применяются, когда принимаются меры по предотвращению разъединения соединений на сгибах и глухих торцах, а также по обеспечению опоры для поперечных реакций, вызванных патрубками или другими причинами.

117. СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯННЫЕ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ, И СОЕДИНЕНИЯ, ПАЯННЫЕ МЯГКИМ ПРИПОЕМ.

117.1.

Соединения муфтового типа, паянные твердым припоем, должны выполняться с помощью подходящих сплавов для твердой пайки. Минимальная глубина муфты должна быть достаточной для запланированного вида эксплуатации. Сплав для твердой пайки должен либо подаваться с торца на муфту, либо должен быть в виде заранее установленного кольца в желобке в муфте. Сплав для твердой пайки должен быть в достаточном количестве, чтобы полностью заполнить кольцевой зазор между муфтой и трубой или трубкой. Должны применяться ограничения, указанные в параграфах 117.3(A) и (D).

117.2.

Соединения муфтового типа, паянные мягким припоем в соответствии с применимыми стандартами, перечисленными в Таблице 126.1, могут использоваться в пределах их указанных номинальных показателей давления-температуры. Должны применяться ограничения параграфов 117.3 и 122.3.2(E.2.3). Допуски параграфа 102.2.4 не применяются.

117.3. Ограничения.

(A). Соединения муфтового типа, паянные твердым припоем, не должны использоваться в системах, содержащих огнеопасные или токсичные среды, на тех участках, где имеется опасность возникновения пожара.

(B). Соединения муфтового типа, паянные мягким припоем, должны ограничиваться системами, содержащими неогнеопасные и нетоксичные среды.

(C). Соединения муфтового типа, паянные мягким припоем, не должны использоваться в трубопроводах, подверженных ударам или вибрации.

(D). Соединения, паянные твердым или мягким припоем, полагающиеся только на материал валика, а не на, в первую очередь, материал пайки между трубой и муфтой, не приемлемы.

118. ВТУЛОЧНЫЕ МУФТЫ И ДРУГИЕ ПАТЕНТОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Соединения типа соединительных муфт, механических сальников и другие патентованные соединения могут использоваться, когда опыт или испытания показали, что соединение безопасно для условий эксплуатации, и когда приняты адекватные меры для предотвращения разъединения соединения.

ЧАСТЬ 5. РАСШИРЕНИЕ, ГИБКОСТЬ И ОПОРЫ.

119. РАСШИРЕНИЕ И ГИБКОСТЬ.

119.1. Общие положения.

В дополнение к проектным требованиям по давлению, весу и другим нагрузкам, системы энергетических трубопроводов, подверженные термическому расширению или сжатию или похожим движениям, вызываемым другими источниками, должны проектироваться в соответствии с требованиями по оценке и анализу гибкости и напряжений, указанными здесь.

119.2. Диапазон напряжения.

Напряжения, вызванные термическим расширением, когда они имеют достаточную начальную величину, расслабляются в горячем состоянии в результате локальной текучести или ползучести. Снижение напряжения имеет место и обычно проявляется как напряжение противоположного знака, когда компонент возвращается в холодное состояние. Этот феномен называется самопружинистостью трубы и похоже по своему эффекту на холодную деформацию. Масштаб самопружинистости зависит от материала, величины исходного расширения и напряжения сборки, температуры горячей эксплуатации и прошедшего времени. В то время, как напряжение расширения в горячем состоянии уменьшается со временем, сумма деформаций расширения для горячего и для холодного условий во время любого отдельного цикла остается по существу постоянной. Эта сумма называется диапазоном деформации; однако, чтобы обеспечить удобную ассоциацию с допустимым напряжением, диапазон напряжения выбран, как критерий для термического проектирования трубопровода. Диапазон допустимого напряжения должен определяться в соответствии с параграфом 102.3.2(C).

119.3. Локальное перенапряжение.

Все широко используемые методы анализа гибкости трубопровода предполагают упругую работу всей трубопроводной системы. Это предположение является достаточно точным для систем, в которых пластичная деформация возникает во многих точках или в относительно больших участках, но не может точно отражать реальное распределение деформации в несбалансированных системах, в которых только небольшая часть трубы претерпевает пластичную деформацию, или когда, в трубопроводе, работающем в диапазоне ползучести, распределение деформации очень неравномерное. В таких случаях, более слабо или более сильно напряженные части будут подвергаться концентрациям деформации, вызванным упругим поведением более жестких или менее напряженных участков. Дисбаланс может быть вызван:

(А). использованием пролетов небольших труб последовательно с более крупной или более жесткой трубой, с маленькими трубами относительно сильно напряженными;

(В). локальным снижением размера или поперечного сечения, или локальным использованием более слабого материала, или

(С). в системе неодинакового размера, использованием конфигурации трубы, для которой нейтральная ось и линия осевого давления расположены близко к главной части самой трубы, и только очень тонкая отводная труба поглощает большую часть деформации расширения.

Условия такого типа должны предпочтительно избегаться, особенно когда используются материалы относительно низкой пластичности; если же этого избежать не удастся, они могут быть смягчены разумным применением холодной деформации.

Рекомендуется, чтобы при проектировании трубопроводных систем из аустенитных сталей использовалась большая общая осторожность в отношении осмотра, выбора материала, качества изготовления и сборки, монтажа и исключения источников локального напряжения.

119.5. Гибкость.

Системы энергетических трубопроводов должны проектироваться так, чтобы иметь достаточную гибкость, чтобы не дать движениям трубы вызвать аварию в результате перенапряжения материала трубы или якорей, утечки из соединений или вредоносного перекашивания присоединенного оборудования, являющегося результатом избыточного осевого давления и моментов. Гибкость должна обеспечиваться за счет смен направления в трубопроводе, с помощью использования колен, петель или отводов; или должны быть приняты меры к поглощению термических движений с помощью трубных компенсаторов, вращающихся или шарнирных соединений, гофрированных труб или узлов с гибкими металлическими шлангами.

119.5.1. Трубные компенсаторы, вращающиеся или шаровые соединения и узлы с гибкими металлическими шлангами. За исключением случаев,

указанных в параграфе 101.7.2, эти компоненты могут использоваться, когда опыт или испытания показали, что они пригодны для ожидаемых условий по давлению, температуре, условий эксплуатации и циклического срока службы.

Ограничители и опоры должны быть обеспечены, как требуется, чтобы ограничить движения до тех направлений и масштабов, которые допускаются для выбранного соединения или узла со шлангами.

119.6. Свойства.

Данные по термическому расширению и модули эластичности должны быть определены из Приложения В и Приложения С, Таблиц С-1 и С-2, которые охватывают широко используемые трубопроводные материалы. Для материалов, не включенных в эти таблицы, должны быть приведены ссылка на авторитетные источники данных, такие как публикации Национального института стандартов и технологии.

119.6.1. Диапазон термического расширения. Диапазон термического расширения должен определяться из Приложения В, как разница между расширением, показанным для наибольшей температуры металла, и расширением, показанным для наименьшей температуры металла, которые возникают при эксплуатации или во время останова.

119.6.2. Модули эластичности. Холодный и горячий модули эластичности E_c и E_h должны быть, как показано в Приложении С, Таблица С-1 для черных металлов и в Таблице С-2 для цветных металлов, для температур, определенных в параграфе 119.6.1.

119.6.3. Коэффициент Пуассона. Коэффициент Пуассона, когда требуется для расчетов гибкости, должен приниматься равным 0.3 для всех температур всех материалов.

119.6.4. Напряжения. Расчеты напряжения должны основываться на наименьшей площади поперечного сечения компонента, с использованием номинальных размеров в точке локальной деформации. Расчеты диапазона напряжения термического расширения S_E должны основываться на модуле эластичности E_c при комнатной температуре.

119.7. Анализ.

119.7.1. Метод анализа. Все трубопроводы должны отвечать следующим требованиям в отношении термического расширения и гибкости:

(А). Ответственностью проектировщика должно быть проведение анализа, если только система не отвечает одному из нижеследующих критериев:

(А.1). Трубопроводная система повторяет успешно эксплуатируемую трубопроводную систему, имеющую удовлетворительный послужной список.

(А.2). Трубопроводная система может быть признана адекватной сравнением с ранее проанализированными системами.

(А.3). Трубопроводная система имеет единый размер, имеет не больше

двух якорей и не имеет промежуточных ограничителей, спроектирована на существенно нециклические условия эксплуатации (общее количество циклов меньше 7000), и удовлетворяет следующему аппроксимационному критерию:

(a). английские единицы измерения

$$\frac{DY}{(L-U)^2} \leq 0.03$$

(b). единицы измерения СИ

$$\frac{DY}{(L-U)^2} \leq 208.3$$

где:

D = номинальный размер трубы, дюймов (миллиметров);
Y = результирующая моментов, которые должны быть поглощены трубопроводными линиями, дюймов (миллиметров);

L = осевая длина оси трубы, футов (метров);

U = расстояние между якорями (длина прямой линии, соединяющей якоря), футов (метров).

ВНИМАНИЕ: Нет общего доказательства того, что это уравнение будет давать точные или постоянно консервативные результаты. Оно было составлено для черных металлов и неприменимо к системам, используемым при жестких циклических условиях. Оно должно использоваться с осторожностью для таких конфигураций, как U-образные колена с неравными стойками ($L/U > 2.5$) или почти прямые прогоны типа "зубцов пилы", или для труб большого диаметра с тонкими стенками, или когда внешние смещения (не в направлении, соединяющем точки якорения) составляют большую часть общего смещения. Нет гарантии того, что термические реакции будут приемлемо низкими, даже если трубопроводная система попадает в пределы указанных выше ограничений.

(B). Все системы, не отвечающие приведенному выше критерию, или когда имеется разумное сомнение в адекватной гибкости системы, должны подвергнуться анализу упрощенным, приблизительным или всеобъемлющим методом, который соответствует конкретному случаю.

(C). Приблизительный или упрощенный методы могут применяться только, если они используются для диапазона конфигураций, для которых была доказана их адекватная точность.

(D). приемлемые всеобъемлющие методы анализа включают: аналитический, модельные испытания и графические методы, которые обеспечивают оценку сил, моментов и напряжений, вызываемых сгибанием и кручением, за счет одновременного рассмотрения терминальных и промежуточных ограничителей термического расширения всей рассматриваемой трубопроводной системы и включения всех внешних движений, передаваемых на трубопровод его терминальными и промежуточными креплениями. Корректирующие коэффициенты должны применяться для усиления напряжения искривленных труб и патрубков, как описано в этих правилах, и могут применяться для повышенной гибкости таких компонентов.

119.7.3. Базовые предположения и требования. При расчете гибкости трубопроводной системы между точками якорения, система между точками якорения должна рассматриваться как одно целое. Необходимо учитывать значение всех деталей трубы и всех

ограничителей, таких как опоры или направляющие, включая промежуточные ограничители, установленные с целью снижения моментов и силы на оборудовании или малых патрубках.

Расчеты гибкости должны принимать во внимание условия увеличения напряжения, обнаруживаемые в компонентах и соединениях. Можно допускать послабления, когда дополнительная гибкость существует в таких компонентах. В отсутствие более прямо применимых данных, могут использоваться коэффициенты гибкости и коэффициенты увеличения напряжения, указанные в Приложении D².

Размерные свойства трубы и фитингов, используемые в расчетах гибкости, должны основываться на номинальных размерах.

Общий диапазон расширения, как определено в параграфе 119.6.1, должен использоваться во всех расчетах, не зависимо от того, прошла ли труба холодную деформацию или нет. Не только расширение трубы само по себе, но также линейные и угловые движения оборудования, к которому она прикреплена, должны быть учтены при анализе.

Когда упрощающие предположения используются при расчетах или при модельных испытаниях, должна быть оценена вероятность сопутствующей недооценки сил, моментов и напряжений, включая эффекты усиления напряжения.

119.8. Движения.

Движения, вызванные термическим расширением и нагрузками, должны быть определены для того, чтобы выявить препятствия и спроектировать правильные опоры.

119.9. Холодная деформация.

Мы признаем благоприятный вклад преднамеренной холодной деформации в способность системы скорее достигать своего наиболее благоприятного положения. Поскольку срок службы системы, находящейся при циклических условиях, зависит скорее от диапазона напряжения, а не от уровня напряжения в конкретное время, не допускается никакой скидки на холодную деформацию в отношении напряжений. При

² Коэффициенты усиления напряжения в Приложении D были рассчитаны с помощью испытаний на усталость репрезентативных коммерчески доступных сопряженных форм продукта и узлов, изготовленных из пластичных цветных металлов. Допустимый диапазон напряжений основан на испытаниях углеродистой и нержавеющей сталей. Необходимо проявлять осторожность при применении Рисунков (1) и (13) для допустимого диапазона напряжений для некоторых цветных металлов (например, медных и алюминиевых сплавов) для условий эксплуатации, отличных от низко-циклических

расчетах торцевого осевого давления и моментов, действующих на оборудование, важны реальные реакции в любой данный момент времени, а не их диапазон. Соответственно, скидка на холодную деформацию допускается при расчетах осевого давления и моментов, при условии что указан и используется эффективный метод получения желаемой холодной деформации.

119.10. Реакции.

119.10.1. Вычисление горячих и холодных реакций. В трубопроводной системе без холодной деформации или с равным процентом холодной деформации во всех направлениях, реакции (силы и моменты) R_h и R_c , в горячем и холодном состоянии соответственно, должны быть получены из реакции R , выведенной с помощью расчетов гибкости, основанных на модуле эластичности при комнатной температуре E_c , с использованием уравнений (9) и (10).

$$R_h = \left(1 - \frac{2}{3}C\right) \left(\frac{E_h}{E_c}\right) R \quad (9)$$

$$R_c = -CR, \text{ или}$$

$$= -\left[1 - \frac{(S_h)}{(S_E)} \cdot \frac{(E_c)}{(E_h)}\right] R \quad (10)$$

в зависимости

от того, какая величина будет больше, и при дальнейшем условии, что

$$\frac{(S_h)}{(S_E)} \cdot \frac{(E_c)}{(E_h)} < 1$$

где

C = коэффициент холодной деформации, варьирующийся от 0 при отсутствии холодной деформации, до 100% при наличии холодной деформации;

S_E = рассчитанные диапазоны напряжения термического расширения, psi (МПа);

E_c = модуль эластичности в холодном состоянии, psi (МПа);

E_h = модуль эластичности в горячем состоянии, psi (МПа).

R = максимальная реакция для полного диапазона расширения, рассчитанная по E_c , который предполагает наиболее жесткие условия (100%-ая холодная деформация, независимо от того, используется она или нет), фунт и дюйм-фунт (Н и мм-Н);

R_c , R_h = максимальные реакции, которые, как ожидается, будут иметь место в холодном и горячем состояниях соответственно, фунт и дюйм-фунт (Н и мм-Н).

Если трубопроводная система проектируется с различными процентами холодной деформации в различных направлениях, уравнения (9) и (10) не применимы. В таком случае, трубопроводная система

должна анализироваться всеобъемлющим методом. Рассчитанные горячие реакции должны основываться на теоретических холодных деформациях во всех направлениях не больших чем две третьих от холодных деформаций, указанных или измеренных.

119.10.2. Ограничения реакций. Рассчитанные реакции не должны превышать пределов, которые может выдержать прикрепленное оборудование. Пределы допустимой реакции оборудования (силы и моменты) на трубопроводных присоединениях обычно определяются производителем оборудования.

120. НАГРУЗКИ НА ОПОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРУБОПРОВОДОВ.

120.1. Общие положения.

(А). Широкий термин "Опорные элементы" или "Опоры", используемый здесь, должен включать в себя весь спектр различных методов несения веса трубы, изоляции и транспортируемой среды. Следовательно, он включает в себя "подвески", которые обычно рассматриваются как элементы, которые несут вес трубы сверху, при этом опорные элементы находятся в основном в натяжении. Также, он включает в себя "опоры", которые иногда определяются как те элементы, которые несут вес трубы снизу, при этом опорные элементы находятся в основном в сжатии. Во многих случаях опорный элемент может быть комбинацией обоих типов.

(В). Помимо весовых эффектов трубопроводных компонентов, при проектировании трубопроводных опор следует учитывать эффекты других нагрузок, налагаемых эксплуатационным давлением, ветром, землетрясением и так далее, как определено в параграфе 101. Подвески и опорные элементы должны изготавливаться и собираться так, чтобы допускать свободное движение трубопровода, вызванное термическим расширением и сжатием. Проектирование элементов для поддержания или фиксации (ограничения) трубопроводных систем или их компонентов, должно основываться на всех одновременно действующих нагрузках, передаваемых на опорные элементы.

(С). Когда резонанс с налагаемой вибрацией и/или ударом возникает во время эксплуатации, подходящие глушители, фиксаторы, якоря и так далее должны добавляться, чтобы устранять такие эффекты.

120.2. Опоры, якоря и направляющие.

120.2.1. Опоры жесткого типа.

(А). Требуемая прочность всех опорных элементов должна основываться на нагрузках, как указано в параграфе 120.1, включая вес транспортируемой среды или среды, используемой для испытания (в зависимости от того, какая из них будет тяжелей). Допустимое

напряжение в опорном оборудовании должно быть таким, как указано в параграфе 121.2.

(В). Исключения могут делаться в случае опорных элементов для газовых или воздушных трубопроводов большого диаметра, выхлопных трубопроводов пара, спускных трубопроводов, перепускных или предохранительных клапанов, но только при условии, когда вероятность того, что труба окажется наполненной водой или другой жидкостью, очень мала.

120.2.2. Переменные и постоянные опоры. Расчеты нагрузки для переменных и постоянных опор, таких как пружины или противовесы, должны основываться на расчетных рабочих условиях трубопровода. Они не должны включать вес среды гидростатического испытания. Однако, опора должна быть способной нести общую нагрузку при испытательных условиях, если только дополнительная опора не устанавливается на время испытания.

120.2.3. Якоря или направляющие. Когда якоря или направляющие устраиваются, чтобы ограничивать, направлять или поглощать движения трубопровода, их дизайн должен принимать во внимание силы и моменты на этих элементах, вызванные внутренним давлением и термическим расширением.

120.2.4. Вспомогательная арматура. Когда необходимо установить опорные элементы между существующими элементами арматуры, такая вспомогательная арматура должна проектироваться в соответствии с техническими требованиями Американского института стальных конструкций, Единым строительным кодексом, или похожими признанными стандартами строительного проектирования. Увеличение значений допустимого напряжения для кратковременных нагрузок, таких как описано в параграфе 121.2(И), не допускается.

121. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДА.

121.1. Общие положения.

Проектирование стандартных опорных элементов трубопровода должно быть в соответствии с правилами MSS SP-58. Значения допустимого напряжения и другие критерии проектирования должны быть в соответствии с этим параграфом. Опорные элементы должны быть способны нести суммы всех одновременно действующих нагрузок, указанных в параграфе 120. Они должны проектироваться так, чтобы обеспечивать требуемое опорное усиление и позволять движение трубопровода при термических изменениях, не вызывая перенапряжения. Дизайн также должен предотвращать полный сброс трубопроводной нагрузки в случае аварии пружины или невыверенности. Все детали опорного оборудования должны изготавливаться и собираться так, чтобы не произошло их разъединение за счет движения поддерживаемого трубопровода. Максимальные безопасные нагрузки для болтов, резьбовых подвесок и всех других резьбовых элементов должны основываться на корневой площади резьбы.

121.2. Значения допустимого напряжения.

01

(А). Значения допустимого напряжения, табулированные в MSS SP-58 или в Приложении А этого Раздела Сборника, могут использоваться для базовых материалов всех деталей опорных элементов трубопроводов.

(В). Когда значения допустимого напряжения для какого-либо технического требования, перечисленного в Таблице 126.1, не включено в таблицы в Приложении А или в MSS SP-58, могут использоваться значения допустимого напряжения из Раздела II, Часть D, Таблицы 1А и 1В Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME при условии, что выполнены требования параграфа 102.3.1(В). Когда в Разделе II, Часть D, Таблицы 1А и 1В не даются значения напряжения, значение допустимого напряжения, равное 25% от минимальной прочности на разрыв, данной в техническом требовании к материалу, может использоваться для температур, не превышающих 650°F (345°C).

(С). Для стального материала неизвестной спецификации или спецификации, не указанной в Таблице 126.1 или MSS SP-58, значение допустимого напряжения, равное 30% от предела текучести (0.2%-ая деформация) при комнатной температуре может использоваться при температурах, не превышающих 650°F (345°C). Предел текучести должен определяться с помощью испытания на растяжение образчика из этого материала и должен быть значением, соответствующим 0.2%-ой постоянной деформации образчика. Значения допустимого напряжения для таких материалов не должны превышать 9500 psi (65.5 МПа).

(D). Допустимое напряжение на сдвиг не должно превышать 80% от значений, определенных в соответствии с правилами пунктов (А), (В) и (С), выше.

(Е). Допустимое напряжение в сжатии не должно превышать значения, определенного в соответствии с правилами пунктов (А), (В) и (С), выше. Кроме того, следует учитывать структурную стабильность.

(F). Допустимое напряжение при смятии не должно превышать 160% от значения, определенного в соответствии с правилами пунктов (А), (В) и (С), выше.

(G). Допустимое напряжение базового металла в растяжении, определенное в соответствии с пунктами (А), (В) и (С), выше, должно быть уменьшено на 25% для резьбовых подвесок.

(H). Допустимые напряжения в сварных швах, в опорных узлах должно быть снижено на 25% от уровня напряжения, определенного в соответствии с пунктами (А), (В), (С) и (D), выше, для более слабого из двух соединяемых металлов.

(I). Увеличение значений допустимого напряжения должны допускаться следующим образом:

(1). увеличение на 20% для кратковременных перегрузок во время эксплуатации;

(2). увеличение до 80% от минимального предела текучести при комнатной температуре во время гидростатического испытания. Когда допустимое напряжение материала было определено в соответствии с правилами пункта (С), выше, это значение допустимого

напряжения во время гидростатического испытания не должно превышать 16,000 psi (110.3 МПа).

121.3. Температурные ограничения.

Детали опорных элементов, которые подвергаются главным образом нагрузкам сгибания или растяжения и которые подвергаются рабочим температурам, для которых углеродистая сталь не рекомендована, должны быть сделаны из подходящей легированной стали или должны быть защищены так, чтобы температура опорного элемента поддерживалась в пределах соответствующих температурных ограничений, применимых к материалу.

121.4. Регулировка подвесок.

Подвески, используемые для поддержания трубопровода, размером от NPS 2 1/2 и больше, должны проектироваться так, чтобы допускать регулировку после монтажа, неся при этом нагрузку. Винтовые регулировочные устройства должны иметь резьбовые детали, отвечающие требованиям ASME B1.1.

Регулировочная винтовая стяжка класса 2 и регулировочные гайки должны иметь полную длину резьбы в зацеплении. Должны быть обеспечены средства для определения того, находится ли вся длина резьбы в зацеплении. Все винтовые и эквивалентные им регулировочные устройства должны быть снабжены подходящими блокировочными устройствами.

121.5. Расстояние между подвесками.

Опоры для трубопровода с продольной осью в примерно горизонтальном положении должны быть разнесены на расстояние так, чтобы предотвращать избыточное провисание трубы под собственной тяжестью, напряжения сгибания и сдвига в трубопроводе, при этом особое внимание должно быть уделено тем местам, где такие компоненты, как фланцы и клапаны, накладывают концентрированные нагрузки. Когда расчеты не проводятся, предполагаемое максимальное расстояние разнесения опор для стандартной и тяжелой трубы должны быть такими, как указано в Таблице 121.5. Вертикальные опоры должны разноситься на расстояние так, чтобы предотвращать возникновение в трубе перенапряжения, вызванного суммой всех эффектов нагрузки.

121.6. Пружины.

Пружины, используемые в опорах переменного или постоянного усилия должны проектироваться и изготавливаться в соответствии с MSS SP-58.

121.7. Арматура.

121.7.1. Якоря и направляющие.

(А). Якоря, направляющие, шарниры и ограничители должны проектироваться так, чтобы фиксировать желательные точки трубопровода в относительно постоянном положении. Они должны позволять трубопроводу расширяться и сжиматься свободно во всех направлениях от заякоренной или направляющей точки,

и должны быть конструкционно пригодными, чтобы выдерживать осевое давление, моменты и другие налагаемые нагрузки.

Таблица 121.5

Предлагаемые расстояния между опорами трубопровода

Номинальный размер трубы, NPS	Предлагаемое максимальное расстояние			
	Использование с водой		Использование с паром, газом или воздухом	
	футы	метры	футы	метры
1	7	2.1	9	2.7
2	10	3.0	13	4.0
3	12	3.7	15	4.6
4	14	4.3	17	5.2
6	17	5.2	21	6.4
8	19	5.8	24	7.3
12	23	7.0	30	9.1
16	27	8.2	35	10.7
20	30	9.1	39	11.9
24	32	9.8	42	12.8

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Предлагаемые максимальные расстояния между опорами трубопровода для горизонтальных прямых участков стандартной и тяжелой трубы при максимальной эксплуатационной температуре 750°F (400°C).

(b). не применяется, когда проводятся расчеты пролетов или когда имеются концентрированные нагрузки между опорами, такие как фланцы, клапаны, особые приспособления и так далее

(с). Расстояние основано на фиксированной балочной опоре с напряжением сгибания, не превышающем 2300 psi (15.86 МПа) и трубе с изоляцией, заполненной водой или эквивалентном весе стальной трубы для использования с паром, газом или воздухом, и наклон линии такой, что допускается провисание 0.1 дюйма (2.5 миллиметра) между опорами.

(В). Роликовые или скользящие опоры должны допускать свободное движение трубопровода, или трубопровод должен проектироваться так, чтобы включать налагаемую нагрузку и сопротивление трению всех типов опор, а размеры должны допускать ожидаемое движение поддерживаемого трубопровода. Материалы и смазочные вещества, использованные в скользящих опорах должны быть пригодными для температуры металла в точке скользящего контакта.

(С). Когда используются гофрированные или скользящие трубные компенсаторы или узлы с гибкими металлическими шлангами, якоря и направляющие должны быть обеспечены, когда необходимо, чтобы направлять расширение в соединение или шланговый узел. Такие якоря должны проектироваться так, чтобы выдерживать силу, указанную производителем для расчетных условий, при которых будет использоваться такой трубный компенсатор или шланговый узел. Если такая сила не известна, она должна браться, как сумма произведения максимальной внутренней площади и расчетного давления плюс сила, требуемая для того, чтобы отклонить компенсатор или шланговый узел. Когда трубные компенсаторы или узлы гибких металлических шлангов подвергаются комбинации продольных и поперечных движений, оба движения должны учитываться при проектировании и применении трубного компенсатора или шлангового узла.

Таблица 121.7.2(A)

Несущие способности резьбовой горячекатаной углеродистой стали ASTM A36, A 575 и A 576

Номинальный диаметр штанги, дюйм	Площадь корня крупной резьбы		Максимальная безопасная нагрузка на пруток при температуре 650°F (345°C)	
	кв. дюймы	кв. миллиметры	фунты	килограммы
3/8	0.068	43.87	610	276
1/2	0.126	81.29	1,130	512
5/8	0.202	130.3	1,810	821
3/4	0.302	194.8	2,710	1229
7/8	0.419	270.3	3,770	1710
1	0.552	356.1	4,960	2 250
1 1/4	0.889	573.5	8,000	3 629
1 1/2	1.293	834.2	11,630	5 275
1 3/4	1.744	1125	15,690	7 117
2	2.292	1479	20,690	9 385
2 1/4	3.021	1949	27,200	12 338
2 1/2	3.716	2 397	33,500	15 195
2 3/4	4.619	2 980	41,600	18 869
3	5.621	3 626	50,600	22 952
3 1/4	6.720	4 335	60,500	27 442
3 1/2	9.214	5 945	71,260	32 323
3 3/4	7.918	5 108	82,900	37 640
4	10.608	6 844	95,500	43 360
4 1/4	12.100	7 806	108,900	49 440
4 1/2	13.690	8 832	123,200	55 930
4 3/4	15.379	9 922	138,400	62 830
5	17.165	11 074	154,500	70 140

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Табулированные нагрузки основаны на допустимом напряжении при растяжении 12000 psi (82.7 МПа), уменьшенном на 25% за счет использования в роли базиса площади корневой резьбы. (Смотрите параграф 121.2(A))

Узлы гибких металлических шлангов, примененные в соответствии с параграфом 106.4, должны поддерживаться таким образом, чтобы они были свободны от каких-либо эффектов, вызванных кручением и неоправданной деформации, как рекомендовано производителем.

121.7.2. Другие жесткие типы.

(A). *Подвески (штанги)*. Безопасные нагрузки для резьбовых подвесок (штанг) должны основываться на площади корня резьбы и допустимом напряжении материала. Ни в коем случае подвески (штанги) меньше 3/8 дюймов (9.5 миллиметров) в диаметре не должны использоваться для поддержки труб размером NPS 2 и меньше, или меньше 1/2 дюйма (12.5 миллиметра) в диаметре для поддержки трубы размером NPS 2 1/2 и больше. Смотрите Таблицу 121.7.2(A) для штанг из углеродистой стали.

Трубы, хомуты или бруски с прочностью и эффективной площадью равной или эквивалентной подвеске (штанге) могут использоваться вместо подвесок (штанг).

Подвески (штанги), хомуты и так далее должны проектироваться так, чтобы допускать свободное движение трубопровода, вызванное термическим расширением и сжатием.

(B). Сварные цепи из материала диаметром 3/16 дюйма (5.0 миллиметров) или больше, или эквивалентной площади, могут использоваться как трубные подвески с расчетным напряжением 9000 psi (62 МПа) максимум.

(C). Литой чугун, отвечающий требованиям ASTM A48, может использоваться для оснований, валков, якорей и деталей опор, когда нагрузка главным образом обеспечивается сжатием. детали из литого чугуна не должны использоваться в растяжении.

(D) Литые изделия из ковкого чугуна, отвечающие требованиям ASTM A47, могут использоваться для трубных хомутов, балочных хомутов, подвесочных фланцев, зажимов, оснований, вертлюжных колец и деталей трубопроводных опор, но их использование должно быть ограничено температурами, не превышающими 450°F (230°C). Этот материал не

рекомендуется для условий эксплуатации, когда ожидаются ударные нагрузки.

(Е). Кронштейны должны проектироваться так, чтобы выдерживать силы и моменты, вызванные трением скольжения, помимо других нагрузок.

121.7.3. Переменные опоры.

(А). Переменные опоры должны быть спроектированы так, чтобы вызывать опорную силу, равную нагрузке, как определено с помощью расчетов весового баланса, плюс весу всех деталей подвески (таких как хомут, штанга и так далее), которые будут поддерживаться пружиной в точке крепления к трубопроводу.

(В). Переменные пружинные опоры должны снабжаться средствами для ограничения невыеренности, перекашивания, эксцентричной нагрузки или для предотвращения перенапряжения пружины.

(С). Рекомендуется, чтобы все подвески, использующие пружины, снабжались средствами для указания в любой момент сжатия пружины по отношению к примерному горячему и холодному положениям трубопроводной системы, за исключением случаев, когда они используются для амортизации ударов и когда эксплуатационная температура трубопроводной системы не превышает 250°F (120°C).

(D). Рекомендуется, чтобы опора проектировалась на максимальную вариацию опорного усиления в 25% для общего рабочего хода, вызванного термическим движением.

121.7.4. Постоянные опоры. На трубопроводах, работающих при высоких температурах, и в критичных трубопроводах в местах, подверженных заметным движениям при температурных изменениях, рекомендуется использование постоянных опорных подвесок, спроектированных так, чтобы обеспечивать существенно постоянную опорную силу на всем диапазоне рабочего хода.

(А). Постоянные опорные подвески должны иметь вариацию опорной силы не больше, чем 6% по всему диапазону рабочего хода.

(В). Опоры противовесного типа должны снабжаться стопорами, а весы должны быть надежно закреплены. Цепи, кабели, детали подвески и качающегося рычага или другие устройства, использованные для крепления противовесной нагрузки к трубопроводу, должны отвечать требованиям параграфа 121.7.2.

(С). Опоры гидравлического типа, использующие гидравлический напор, могут устанавливаться, чтобы обеспечивать постоянное опорное усилие. Предохранительные устройства и стопоры должны устанавливаться, чтобы поддерживать нагрузку в случае гидравлической аварии.

(D). Уравнители могут использоваться, чтобы помочь работе постоянных опорных подвесок.

121.7.5. Диагональные поперечные связи. Диагональные поперечные связи или глушители вибрации должны использоваться, чтобы контролировать движение трубопровода, вызванное вибрацией.

121.7.6. Подавители удара. Для контроля трубопровода, подверженного динамическим нагрузкам, допускается использование подавителей удара гидравлического или механического типа. Эти устройства не несут вес трубы.

121.8. Конструкционные прикрепления.

121.8.1. Неинтегральный тип

(А). Неинтегральные конструкционные прикрепления включают хомуты, стропы, люльки, седла, ленты и карабины.

(В). Когда хомуты используются, чтобы поддерживать вертикальные линии, рекомендуется, чтобы срезные монтажные ушки приваривались к трубе, чтобы предотвратить скольжение. Должны применяться положения параграфа 121.8.2(В).

(С). В дополнение к положениям пункта (В), выше, хомуты для поддержки вертикальных линий должны проектироваться так, чтобы выдерживать полную нагрузку на любое плечо в случае, если нагрузка сдвинется из-за движения трубы и/или подвески.

121.8.2. Интегральный тип.

(А). Интегральные крепления включают в себя проушины, колодки, монтажные ушки, цилиндрические крепления, кольца и юбки, которые сделаны так, что они являются интегральной частью трубопроводного компонента. Интегральные крепления должны использоваться вместе с ограничителями или оттяжками, когда в отдельном элементе поддерживается многоосевое ограничение. Следует учитывать локальные напряжения, вызванные в трубопроводном компоненте этими интегральными креплениями. Когда применимо, должны применяться положения параграфа 121.8.1(С).

(В). Интегральные монтажные ушки, пластины, угловые зажимы и так далее, используемые как часть узла для поддержки или направления трубопровода, могут привариваться непосредственно к трубе при условии, что материалы совместимы для сварки и дизайн адекватен температуре и нагрузке. Дизайн монтажных ушек подвески для крепления к трубопроводу для высокотемпературных условий эксплуатации должен быть таким, чтобы допускать дифференциальное расширение между трубой и прикрепленными монтажными ушками.

Сварные швы должны быть соразмерными так, чтобы напряжение при сдвиге не превышало 0.8-кратного допустимого значения S для материала трубы, показанного в Таблицах допустимого напряжения, или значения допустимого напряжения, определенного в соответствии с параграфом 121.2(А), (В) или (С). Если материалы для креплений имеют значения допустимого напряжения, отличные от трубы, то должно использоваться меньшее значение допустимого напряжения из этих двух.

121.9. Нагрузки и опорные конструкции.

121.9.1. Следует учитывать способность оборудования и опорной конструкции нести нагрузку. Это может сделать необходимым устанавливать подвески на линиях с очень большими нагрузками через меньшие расстояния.

121.10. Требования к изготовлению трубопроводных опор.

121.10.1. Трубопроводные опоры должны изготавливаться в соответствии с требованиями параграфа 130.

ЧАСТЬ 6. СИСТЕМЫ.

122. ПРОЕКТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ОСОБЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.

За исключением случаев, особо указанных в этой Части 6, все положения Сборника применяются в полном объеме к трубопроводным системам, описанным в этой Части.

122.1. Внешний трубопровод водогрейного котла; в соответствии с параграфом 100.1.2(A) – Трубопроводы пара, питательной воды, продувки и водоспуска.

122.1.1. Общие положения. Минимальное давление и температура и другие особые требования, которые должны использоваться при проектировании трубопроводов пара, питательной воды, продувки и водоспуска от водогрейного котла до клапана или клапанов, требуемых параграфом 122.1, должны быть, как указано в следующих параграфах. Требования к проектированию для трубопровода впрыскивающего пароохладителя, присоединенного к пароохладителям, установленным непосредственно в водогрейном котле, приведены в параграфе 122.4.

(А). Предполагается, что расчетное давление и температура должны выбираться существенно превышающими любые ожидаемые условия эксплуатации, не обязательно постоянные, чтобы допускать удовлетворительную работу без заедывания устройств защиты от избыточного давления. Также, так как эксплуатационные температуры оборудования с огневым подводом тепла могут варьироваться, ожидаемая температура на присоединении к оборудованию с огневым подводом тепла должна включать максимальные температурные допуски производителя.

(В). В парогенераторе принудительного потока без фиксированных линий пара и воды, допускается проектировать внешний трубопровод, клапаны и фитинги, прикрепленные к деталям, находящимся под давлением, для разных уровней давления вдоль маршрута сквозь парогенератор водопарового потока. Значения расчетного давления и расчетная температура, которые должны использоваться для внешнего трубопровода, клапанов и фитингов, должны быть не меньше, чем требуемые для ожидаемых максимальных продолжительных эксплуатационных давления и температуры, которым подвергается прилегающая деталь, находящаяся под давлением, за исключением тех случаев, когда работает одно или несколько устройств защиты от избыточного давления, охватываемых пунктом PG-67.4 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Паровой трубопровод должен удовлетворять требованиям к максимальным продолжительным эксплуатационным условиям, как используется в пункте (А), выше, или к расчетному давлению перед дроссельным клапаном плюс 5% - в зависимости от того, какая величина будет больше.

(С). Следует предусмотреть возможность расширения и сжатия трубопровода, присоединенного к водогрейным котлам и принять меры для ограничения сил и моментов, передаваемых на водогрейный котел, за счет соответствующего якорения в соответствующих точках, так чтобы не было неоправданной нагрузки, передаваемой на водогрейный котел. Паровые резервуары должны использоваться на паровых коллекторах, когда сильные пульсации парового потока вызывают пульсацию.

(D). Трубопровод, присоединенный к стоку водогрейного котла с любой целью, должен крепиться с помощью:

(D.1). сварки к форсунке или муфтовому сварному фитингу;

(D.2). резьбы в резьбовом отверстии с резьбовым фитингом или клапаном на другом конце;

(D.3). завинчивания каждого торца в конические фланцы, фитинги или клапаны с вальцеванием или задавливанием, или без них;

(D.4). болтовых соединений, включая болтовые соединения типа Ван-Стоуна;

(D.5). продувочный трубопровод дымогарного котла должен крепиться в соответствии с пунктом (D.2), выше, если он подвергается воздействию продуктов сгорания, или в соответствии с пунктами (D.2), (D.3) или (D.4), если он не подвергается их воздействию.

(E). Трубы или трубки из цветных металлов не должны превышать NPS 3 в диаметре.

(F). Съёмные фланцы, изготовленные в соответствии с американскими национальными стандартами, не должны превышать NPS 4. Прикрепление съёмных фланцев должно осуществляться с помощью двойных угловых сварных швов. Полезные вылеты угловых сварных швов должны быть не меньше, чем 0.7-кратная толщина детали, к которой крепиться фланец.

(G). Фланцы втулочного типа не должны вырезаться из плоского материала.

(H). Муфтовые сварные фланцы, изготовленные в соответствии с американскими национальными стандартами, могут использоваться в трубопроводе или форсунках водогрейного котла при условии, что их размеры не превышают NPS 3 для Класса 600 и меньше, и NPS 2 1/2 для Класса 1500.

122.1.2. Паропровод.

(А). Значение Р, которое должно использоваться в формулах в параграфе 104, должно быть следующим:

(А.1). Для паропровода, присоединенного к паровому барабану или к входящему коллектору пароперегревателя вплоть до первого запорного клапана в каждом присоединении, значение Р должно быть не меньше, чем наименьшее давление, на которое любые предохранительные клапаны барабана настроены начинать продувку, а значение S не должно превышать значения, допускаемого для соответствующей температуры насыщенного пара.

(А.2). Для паропровода, присоединенного к выходящему коллектору пароперегревателя вплоть до первого запорного клапана в каждом присоединении, расчетное давление, за исключением случаев, указанных в пункте (А.4), ниже, должно быть не меньше, чем наименьшее давление, на которое любые предохранительные клапаны пароперегревателя настроены начинать продувку, или не меньше чем 85% от наименьшего давления, на которое любые предохранительные клапаны барабана настроены начинать продувку, в зависимости

от того, какая величина будет большей, а значение S для используемого материала не должно превышать значения, допустимого для ожидаемой температуры пара.

(А.3). Для паропровода между первым запорным клапаном и вторым клапаном, когда он требуется параграфом 122.1.7, расчетное давление должно быть не меньше, чем ожидаемое максимальное продолжительное эксплуатационное давление или 85% от наименьшего давления, на которое любые предохранительные клапаны барабана настроены начинать продувку, в зависимости от того, какая величина будет большей, а значение S для используемого материала не должно превышать значения, допустимого для ожидаемой температуры пара.

(А.4). Для водогрейных котлов, установленных в единичной системе (то есть один водогрейный котел и одну турбину или другой первичный двигатель) и снабженных оборудованием автоматического контроля сгорания, чувствительным к давлению парового коллектора, расчетное давление для паропровода должно быть не меньше, чем расчетное давление на входе дросселя, плюс 5%, или не меньше, чем 85% от наименьшего давления, на которое любые предохранительные клапаны барабана настроены начинать продувку, или не меньше, чем ожидаемое максимальное продолжительное эксплуатационное давление в любой точке в трубопроводной системе, в зависимости от того, какая величина будет большей, а значение S для используемого материала не должно превышать значения, допустимого для ожидаемой температуры пара на выходе пароперегревателя. Для парогенераторов принудительного потока без фиксированных паровых и водяных линий, расчетное давление, также должно быть не меньше, чем ожидаемое максимальное продолжительное эксплуатационное давление.

(А.5). Расчетное давление должно браться не меньшим, чем 100 psig (700 кПа избыточного давления) для любого условия эксплуатации или материала.

122.1.3. Трубопровод питательной воды.

(А). Значение P , которое должно использоваться в формулах в параграфе 104, должно быть следующим:

(А.1). Для трубопровода от водогрейного котла до, и включая требуемый запорный клапан и обратный клапан, минимальное значение P , за исключением случаев, указанных в параграфе 122.1.3(А.4), должно превышать максимальное допустимое рабочее давление водогрейного котла либо на 25%, либо на 225 psi (1550 кПа), в зависимости от того, какая величина будет больше. Для установки с интегральным экономайзером без клапанов между водогрейным котлом и экономайзером, этот параграф применяется только к трубопроводу от входящего коллектора экономайзера до, и включая требуемый запорный клапан и обратный клапан.

(А.2). Для трубопровода между требуемым обратным клапаном и проходным запорным вентилем или распределительным клапаном, когда они требуются в соответствии с параграфом 122.1.7(В), и включающего любой байпас, вплоть до быстрогодействующего запорного клапана в байпасе, значение P должно быть не меньше, чем давление, требуемое, чтобы питать водогрейный котел.

(А.3). Значение P в формулах не должно браться меньшим, чем 100 psig (700 кПа избыточного давления) для любого условия эксплуатации или материала, и никогда не должно быть меньше, чем давление, требуемое, чтобы питать водогрейный котел.

(А.4). В парогенераторе принудительного потока без фиксированных паровых и водяных линий, значение P для трубопровода питательной воды от водогрейного котла до, и включая требуемый запорный клапан, может быть в соответствии с требованиями параграфа 122.1.1(В).

(В). Используемое значение S , за исключением случаев, допускаемых в пункте (А.4), выше, не должно превышать значения, допускаемого для температуры насыщенного пара при максимально допустимом рабочем давлении водогрейного котла.

(С). Размер трубопровода питательной воды между водогрейным котлом и первым требуемым клапаном (параграф 122.1.7(В)) или патрубком питательной воды (параграф 122.1.7(В.4)) должен, как минимум, быть таким же, как у присоединения водогрейного котла.

122.1.4. Продувочный и вытяжной трубопровод.

Продувочный и вытяжной трубопровод определяется как трубопровод, присоединенный к водогрейному котлу и снабженный клапанами или кранами, через которые вода в водогрейном котле может выходить под давлением. Это определение не должно применяться к (i) дренажному трубопроводу и (ii) такому трубопроводу, как использующийся в водомерных колонках, мерных стеклах или регуляторах питательной воды и так далее, для целей определения эксплуатационных условий оборудования. Требования для (i) и (ii) описаны в параграфах 122.1.5 и 122.1.6. Продувочные системы работают периодически, чтобы удалить накопившийся осадок из оборудования и/или трубопровода, или чтобы быстро понизить уровень воды в водогрейном котле. Вытяжные системы в основном используются постоянно, чтобы контролировать концентрацию вещества, растворенные в воде водогрейного котла.

(А). Системы продувочного трубопровода от водяных объемов водогрейного котла до, и включая, продувочные клапаны, должны проектироваться в соответствии с (А.1) – (А.4), ниже. Два продувочных клапана требуется в продувочной системе; особые требования к клапанам и исключения приведены в параграфе 122.1.7(С).

(А.1). Значение P , которое должно использоваться в формулах в параграфе 104, должно превышать максимальное допустимое рабочее давление водогрейного котла, либо на 25%, либо на 225 psi (1550 кПа), в зависимости от того, какое значение будет меньшим, но не должно быть меньше, чем 100 psig (700 кПа избыточного давления);

(А.2). Значение допустимого напряжения для материалов трубопровода не должно превышать значения, допускаемого для температуры насыщенного пара при максимальном допустимом рабочем давлении водогрейного котла;

(А.3). Все трубы должны быть стальными. Гальванизированные стальные трубы и фитинги не должны использоваться для продувочного трубопровода. Должна значение P не превышает 100 psig (700 кПа избыточного давления), фитинги должны быть бронзовыми, из литого чугуна, из ковкого

чугуна, пластичного чугуна или стали. Когда значение P превышает 100 psig (700 кПа избыточного давления), фитинги должны быть стальными, а толщина трубы и фитингов должна быть не меньше, чем для трубы Регламента 80.

(А.4). Размер продувочного трубопровода должен быть не меньше, чем размер присоединения на водогрейном котле, и должен быть в соответствии с правилами, содержащимися в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I, PG-59.3 и PEB-12.

(В). Системы вытяжного трубопровода от водогрейного котла до, и включая, продувочный клапан, должны проектироваться в соответствии с пунктами (В.1) –(В.4), ниже. Только один продувочный клапан требуется для вытяжной системы.

(В.1). Значение P , которое должно использоваться в формулах в параграфе 104, должно быть не меньше, чем наименьшее уставочное давление любого предохранительного клапана в барабане водогрейного котла.

(В.2). Значения допустимого напряжения для трубопроводных материалов не должно превышать допустимого значения для температуры насыщенного пара при максимальном допустимом рабочем давлении водогрейного котла.

(В.3). Все трубы должны быть стальными. Гальванизированные стальные трубы и фитинги не должны использоваться для вытяжного трубопровода. Когда значение P не превышает 100 psig (700 кПа избыточного давления), фитинги должны быть бронзовыми, из литого чугуна, ковкого чугуна, пластичного чугуна или стали. Когда значение P превышает 100 psig (700 кПа избыточного давления) фитинги должны быть стальными, а толщина трубы и фитингов должна быть не меньше, чем для трубы Регламента 80.

(В.4). Размер вытяжного трубопровода должен быть не меньше, чем размер присоединения к водогрейному котлу и должен быть в соответствии с правилами, содержащимися в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I, PG-59.3.

(С). Продувочный и вытяжной трубопровод за требуемыми клапанами, описанными в пунктах (А) и (В), выше, классифицируются, как внешний трубопровод не водогрейного котла. Требования к ним приведены в параграфе 122.2.

122.1.5. Водоспуск водогрейных котлов.

(А). Полный водоспуск водогрейного котла и прикрепленного трубопровода должен обеспечиваться до такой меры, как будет необходимо, чтобы гарантировать правильную работу системы подачи пара. Трубы, фитинги и клапаны любой водоспускной линии должны быть не меньше, чем водоспускное присоединение.

(В). Если водоспускные линии предназначены для использования и как водоспуск, и как продувка, тогда требуется два клапана и должны быть выполнены все условия параграфов 122.1.4, 122.1.7(С) и 122.2.

(С). Когда водоспуск предназначен для использования только когда водогрейный котел не находится под давлением (создание давления в водогрейном котле для быстрого водоспуска является исключением), одиночный продувочный клапан приемлем при следующих условиях: либо клапан должен быть такого типа, что его можно блокировать в закрытом положении, либо подходящее фланцевое и болтовое присоединение, которое принимает глухую втулку, должно быть установлено в направлении подачи на клапан. Когда используется одиночный клапан, он не обязательно

требует проектирования для продувочного использования.

(D). Водоспускный трубопровод от водоспускного присоединения, включая требуемый клапан (клапаны) или слепое фланцевое присоединение, должен проектироваться на температуру и давление водоспускного присоединения. Остающийся трубопровод должен проектироваться на ожидаемую максимальную температуру и давление. Должны учитываться условия статического напора и возможного глотающего потока. Ни в коем случае расчетное давление и температура не должны быть меньше чем 100 psig (700 кПа избыточного давления) и 220°F (104°C) соответственно.

122.1.6. Внешний трубопровод водогрейного котла – разные системы.

(А). Материалы, проектирование, изготовление, исследование и монтаж трубопровода для различных приспособлений, таких как индикаторы уровня воды, водомерные колонки, замерные краны и манометры, должны быть в соответствии с применимыми разделами этого Сборника.

(В). Значение P , которое должно использоваться в формулах в параграфе 104, должно быть не меньше, чем максимальное допустимое рабочее давление водогрейного котла, за исключением случаев, описанных в параграфе 122.1.1(В).

(С). Требования по клапанам для индикаторов уровня воды или водомерных колонок, требования по специальным мерным стеклам и замерным кранам, минимальные размеры линий и конфигурации особых трубопроводов, требуемые специально для обеспечения чистки, доступа или надежности, должны быть в соответствии с PG-60 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

122.1.7. Клапаны и фитинги. Минимальные номинальные показатели по давлению и температуре для всех клапанов и фитингов в трубопроводах пара, питательной воды, продувки и других трубопроводах должны быть равными давлению и температуре, указанной для присоединенного трубопровода на стороне, которая имеет большее давление, за исключением того, что ни в коем случае давление не должно быть меньше 100 psig (700 кПа избыточного давления), а для давлений, не превышающих 100 psig (700 кПа избыточного давления) в трубопроводах питательной воды и продувки, клапаны и фитинги должны быть, по крайней мере, равны требованиям стандартов ASME для литого чугуна Класса 125 и стали Класса 150.

(А). **Запорные клапаны пара.** Каждый выпускной патрубок водогрейного котла на стороне высокого давления, за исключением присоединений предохранительного клапана или предохранительного перепускного клапана, или входящих и выходящих присоединений промперегревателя, должен снабжаться запорным клапаном, размещенным в доступной точке в линии подачи пара и настолько близко к форсунке водогрейного котла, насколько это будет удобно и практично.

(А.1). Запорные клапаны водогрейного котла должны обеспечивать отключение в обоих направлениях при расчетных условиях. Клапан или клапаны должны отвечать требованиям параграфа 107. Клапаны с

упругими (неметаллическими) седлами не должны использоваться, когда максимально допустимое рабочее давление водогрейного котла превышает 1035 кПа (150 psig) или когда расчетная температура системы превышает 186°C (366°F). Предпочтительны клапаны типа с внешним винтом и хомутом с поднимающимся штоком. Клапаны отличные от этого типа, должны отвечать следующим дополнительным требованиям.

(A.1.A) Каждый клапан должен снабжаться индикатором положения, чтобы визуальным образом показывать на расстоянии, находится ли клапан в закрытом или открытом положении.

(A.1.B) Четвертьоборотные клапаны должны снабжаться медленно действующим механизмом для минимизации динамических нагрузок на водогрейный котел и прикрепленный трубопровод.

(A.2) В случае установки единичного водогрейного котла и первичного двигателя, запорный клапан, требуемый здесь, может пропускаться при условии, что дроссельный клапан первичного двигателя снабжен индикатором, чтобы показывать, открыт он или закрыт, и при условии, что он спроектирован так, чтобы выдерживать требуемое гидростатическое испытание водогрейного котла.

01 (A.3) Когда два или больше водогрейных котла присоединены к одному коллектору, или когда одиночный водогрейный котел присоединен к коллектору, имеющему еще один источник пара, присоединение от каждого водогрейного котла, имеющее отверстие для лаза, должно быть снабжено двумя запорными клапанами, имеющими достаточный свободный выдуваемый водоспуск между ними. Предпочтительная конструкция состоит из одного запорного-обратного клапана (расположенного как можно ближе к водогрейному котлу) и одного клапана стили и дизайна, описанного в пункте (A.1), выше. Иначе же, оба клапана могут быть стили и дизайна, описанного в пункте (A.1), выше.

Когда требуется второй запорный клапан, он должен иметь номинальный показатель по давлению, по крайней мере, равный требуемому для ожидаемого давления и температуры пара на клапане, или номинальный показатель по давлению, по крайней мере, равный 85% от наименьшего давления, на которое любой предохранительный клапан на барабане водогрейного котла установлен, срабатывать при ожидаемой температуре пара на клапане, в зависимости от того, какая величина будет больше.

(A.4) Все клапаны и фитинги на паропроводах должны иметь номинальный показатель по давлению, равный, по крайней мере, 100 psig (700 кПа избыточного давления), в соответствии с применимым стандартом ASME

(B). Клапаны питательной воды

(B.1). Трубопровод питательной воды для всех водогрейных котлов за исключением высокотемпературных водогрейных котлов, отвечающих требованиям пункта (B.2), ниже, и для парогенераторов принудительного потока без фиксированных линий пара и воды, отвечающих требованиям пункта (B.9), ниже, должен снабжаться обратным клапаном и запорным клапаном или краном между обратным клапаном и водогрейным котлом. Запорный клапан или кран должны отвечать требованиям пункта (C.5), ниже.

(B.2). Относительное размещение обратного клапана и запорного клапана (или крана), как требуется в пункте ASME B31.1-2001

(B.1), выше, может быть обратным на единичных установках "водогрейный котел – турбина".

(B.3). Если водогрейный котел снабжен двоякой системой питания, то каждая из них должна снабжаться клапанами так, как требуется в соответствии с этими правилами.

(B.4). Когда линия подачи к водогрейному котлу разделена на патрубковые присоединения питательной воды и каждое такое присоединение снабжено запорным и обратным клапанами, запорный и обратный клапаны на общем источнике могут быть опущены.

(B.5). Когда два или более водогрейных котла питаются из одного общего источника, также должен быть проходной запорный клапан или распределительный клапан в патрубке к каждому водогрейному котлу между обратным клапаном и источником питания. Типичная схема показана на рисунке 100.1.2(B). Когда бы ни использовались клапаны проходного запорного типа на трубопроводе питательной воды, входное отверстие должно быть под тарелкой клапана.

(B.6). Комбинированный запорный-обратный клапан, в котором имеется только одно седло и тарелка, и в котором шток клапана установлен для закрывания клапана, должен рассматриваться, как только запорный клапан, и должен устанавливаться отдельный обратный клапан, если требуется правилами.

(B.7). Когда экономайзер или другое устройство нагрева питательной воды присоединяется непосредственно к водогрейному котлу без промежуточных клапанов, требуемые питательные клапаны и обратные клапаны должны помещаться на входе экономайзера или устройства нагрева питательной воды.

(B.8). Рециркуляционная обратная линия для высокотемпературного водогрейного котла должна снабжаться таким же запорным клапаном или клапанами, как требуется в пунктах (B.1) и (B.3), выше. Использование обратного клапана в рециркуляционных обратных линиях обязательно. Обратный клапан не должен заменять собой запорный клапан.

(B.9). Внешний трубопровод питательной воды водогрейного котла для парогенератора принудительного потока без фиксированных линий пара и воды, может заканчиваться на, и включая, запорный клапан (клапаны) и пропуская обратный клапан (клапаны) при условии, что обратный клапан, имеющий номинальный показатель по давлению не меньше, чем расчетное давление на входе в водогрейный котел, установлен на стороне нагнетания каждого питательного насоса водогрейного котла или где-либо еще в питательной линии между питательным насосом и запорным клапаном (клапанами).

(C). Продувочные клапаны

(C.1). Обычные проходные запорные клапаны, как показано на рисунке 122.1.7(C), схема (1), и другие типы клапанов, которые имеют плотины или карманы, в которых может накапливаться осадок, не должны использоваться на продувочных присоединениях.

(C.2). Y-образные проходные запорные клапаны, как показано на рисунке 122.1.7(C), схема (2), или угловые клапаны могут использоваться в вертикальных трубах, или они могут использоваться в горизонтальных пролетах трубопровода при условии, что они сконструированы или установлены так, что самый низкий край отверстия сквозь седло находится, по крайней мере, на 25% внутреннего диаметра ниже осевой линии клапана.

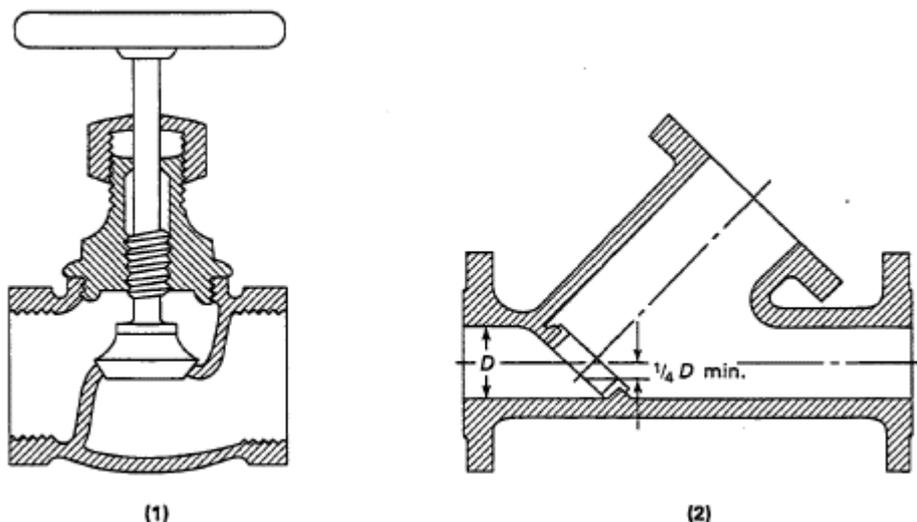


Рисунок 122.1.7(С). Типичные проходные запорные клапаны.

(С.3). Продувочный клапан или клапаны, труба между ними и присоединение водогрейного котла должны быть одного размера, за исключением того, что более крупная труба может использоваться для возврата конденсата.

(С.4). Для всех водогрейных котлов (за исключением электрических паровых котлов, имеющих нормальное содержание воды не больше 100 галлонов (380 литров), тяговых котлов и переносных паровых котлов, смотрите пункты (С.11) и (С.12), ниже) с допустимым рабочим давлением свыше 100 psig (700 кПа избыточного давления), каждая донная продувочная труба должна иметь два медленно открывающихся клапана или один быстро открывающийся клапан или кран на форсунке водогрейного котла, за которой должен следовать медленно открывающийся клапан. Все клапаны должны отвечать требованиям пункта (С.5) и (С.6), ниже.

(С.5). Когда значение Р, требуемое в соответствии с параграфом 122.1.4(А.1), не превышает 250 psig (1750 кПа избыточного давления), клапаны или краны должны быть бронзовыми, из литого чугуна, пластичного чугуна или стали. Клапаны или краны, если они сделаны из литого чугуна, не должны превышать размера NPS 2 1/2 и должны удовлетворять требованиям применимого стандарта ASME для Класса 250, как показано в Таблице 126.1, и, если они сделаны из бронзы, стали или пластичного чугуна, должны отвечать требованиям применимых стандартов, указанных в Таблице 126.1 или в параграфе 124.6.

(С.6) Когда значение Р, требуемое в соответствии с параграфом 122.1.4(А.1), выше 250 psig (1750 кПа избыточного давления), клапаны или краны должны быть стальной конструкции, равной, по крайней мере, требованиям Класса 300 применимого стандарта ASME, включенного в Таблицу 126.1. Минимальный номинальный показатель по давлению должен быть равен значению Р, требуемому в соответствии с параграфом 122.1.4(А.1).

(С.7). Если используется продувочный кран, заглушка должна удерживаться на месте с помощью

предохранителя или сальника. Заглушка должна быть четко обозначена в соответствии с отверстием.

(С.8). Медленно открывающийся клапан – это клапан, который требует, по крайней мере, пять полных оборотов (360 градусов) рабочего механизма, чтобы изменить состояние с полностью закрытого на полностью открытое.

(С.9). На водогрейном котле, имеющем несколько продувочных труб, один главный клапан может устанавливаться на общей продувочной трубе от водогрейного котла, в таком случае только один клапан требуется на каждой индивидуальной продувочной трубе. В таком случае, либо главный клапан, либо индивидуальные клапаны или краны должны быть медленно открывающегося типа.

(С.10). Два независимых, медленно открывающихся клапана или один медленно открывающийся клапан и один быстро открывающийся клапан, или кран могут объединяться в одном корпусе и могут использоваться при условии, что объединенный фитинг эквивалентен двум независимым медленно открывающимся клапанам, или одному медленно открывающемуся клапану и одному быстро открывающемуся клапану или крану, и при дальнейшем условии, что неспособность сработать одного из них не может повлиять на работу другого.

(С.11). Только один продувочный клапан, который должен быть либо медленно открывающимся, либо быстро открывающимся продувочным клапаном или краном, требуется на тяговых и/или переносных водогрейных котлах.

(С.12). Только один продувочный клапан, который должен быть медленно открывающегося типа, требуется на паровых котлах принудительной циркуляции и электрических паровых котлах, имеющих нормальное содержание воды не больше 100 галлонов (380 литров).

(D). Предохранительные клапаны

(D.1). Предохранительные клапаны, перепускные клапаны и предохранительные перепускные клапаны должны отвечать требованиям PG-67,

Таблица 122.2

Давление водогрейного котла или сосуда		Расчетное давление		Расчетная температура	
psig	кПа (избыточное)	psig	кПа (избыточное)	°F	°C
ниже 250	1750		Замечание (1)	....	....
от 250 до 600	от 1750 до 4150	250	1750	410	210
от 601 до 900	от 4151 до 6200	400	2750	450	230
от 901 до 1500	от 6201 до 10300	600	4150	490	255
1501 и больше	10301 и больше	900	6200	535	280

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Для давления (давлений) водогрейных котлов или сосудов ниже 250 psig (1750 кПа избыточного давления), расчетное давление должно определяться в соответствии с параграфом 122.1.4(B.1), но оно не обязательно должно превышать 250 psig (1750 кПа избыточного давления).

PG-68, PG-69, PG-70, PG-71, PG-72 и PG-73 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

122.2. Продувочный и вытяжной трубопровод во внешней трубопроводной системе не водогрейного котла.

(A). От водогрейных котлов

(A.1). Продувочный трубопровод, расположенный между клапанами, описанными в параграфе 122.1.4(A) и продувочным резервуаром или другой точкой, в которой давление снижается примерно до атмосферного давления и не может быть повышено за счет закрытия клапана, должен проектироваться для насыщенного пара при примерном давлении и температуре в соответствии с Таблицей 122.2. Должны применяться положения параграфа 122.1.4(A.3).

(A.2). Вытяжной трубопровод, расположенный после клапана, описанного в параграфе 122.1.4(B), в котором давление не может быть повышено за счет закрытия клапана, должен проектироваться для примерного давления и температуры в соответствии с Таблицей 122.2. Должны применяться правила параграфа 122.1.4(B.3).

(A.3). Когда расчетное давление Таблицы 122.2 может быть превышено либо из-за закрытия клапана, находящегося в направлении подачи, либо из-за рассчитанного падения давления, либо по другим причинам, вся система продувочного или вытяжного трубопровода должна проектироваться в соответствии с параграфом 122.1.4(A) ли (B), соответственно.

(B). От сосудов под давлением, отличных от водогрейных котлов.

(B.1). Расчетное давление и температура продувочного трубопровода от сосуда под давлением до, и включая, продувочный клапан (клапаны) должно быть не меньше, чем расчетные условия сосуда.

122.3. Трубопровод контрольно-измерительных приборов, управления и взятия образцов.

(A). Требования этого Сборника, дополненные требованиями параграфа 122.3, должны применяться к проектированию трубопровода контрольно-измерительных приборов, управления и взятия образцов для безопасной и правильной работы самого трубопровода.

(B). Термин "трубопровод контрольно-измерительных приборов" должен применяться ко всем клапанам,

фитингам, трубкам и трубам, используемым для того, чтобы присоединить контрольно-измерительные приборы к основному трубопроводу или к другим контрольно-измерительным приборам или аппаратам или к измерительному оборудованию, используемому в пределах классификации, данной в параграфе 100.1.

(C). Термин "трубопровод управления" должен применяться ко всем клапанам, фитингам, трубкам и трубам, используемым для того, чтобы соединять аппараты управления, работающие по пневматическому или гидравлическому принципу, также классифицированные в соответствии с параграфом 100.1, а также к системам передачи сигналов, используемым для соединения передающих и принимающих частей контрольно-измерительных приборов.

(D). Термин "трубопровод для взятия образцов" должен применяться ко всем клапанам, фитингам, трубкам и трубам, используемым для забора образцов, таких как пар, вода, нефть, газ и химикаты.

(E). Параграф 122.3 не применяется к трубкам, используемым в постоянно закрытых системах, таких как устройства, чувствительные к температуре, заполненные средой, или сами устройства, чувствительные к температуре.

(F). Параграф 122.3 не применяется к устройствам, аппаратам, измерительным инструментам, инструментам для взятия образцов, сигнальным, передающим, управляющим, принимающим или накопительным инструментам, к которым присоединяется трубопровод.

122.3.1. Материалы и проектирование. Материалы, используемые для изготовления клапанов, фитингов, трубок и труб, должны отвечать конкретным условиям эксплуатации и требованиям применимых технических требований, указанных в общих параграфах 105, 106, 107 и 108, с допустимыми напряжениями в соответствии с Таблицами допустимых напряжений в Приложении А.

Материалы для компонентов, удерживающих давление, использованных в особых трубопроводных узлах, таких как счетчики, ловушки и фильтры грубой очистки в системах, работающих с огнеопасной, горючей или токсичной средой, должны, помимо всего, отвечать требованиям параграфов 122.7 и 122.8.

122.83.2. Трубопровод контрольно-измерительных приборов

(A). **Ответительные соединения**

(A.1). Ответительные соединения на источнике вместе с утолщениями, форсунками и адаптерами должны быть сделаны из материала, по крайней мере, эквивалентного материалу трубы или сосуда, к которым они крепятся. Соединения должны проектироваться так, чтобы выдерживать расчетное давление и температуру источника, и должны быть способными выдерживать нагрузки, вызванные относительным смещением и вибрацией. Номинальный размер ответительных соединений должен быть не меньше, чем NPS 1/2 для условий эксплуатации, не превышающих либо 900 psi (6200 кПа), либо 800°F (425°C), и не меньше, чем NPS 3/4 (для адекватной физической прочности) для расчетных условий, которые превышают хотя бы один из указанных пределов. Когда размер коллектора меньше, чем пределы, указанные выше, ответительное соединение должно быть не меньше, чем размер коллектора.

(A.2). Чтобы предотвратить термический удар коллекторной паровой линии за счет контакта с более холодной возвратной линией конденсата от контрольно-измерительного прибора, ответительные соединения парового счетчика или контрольно-измерительного прибора должны обволакиваться паровым коллектором. Для температур, превышающих 800°F (425°C), они могут также устраиваться так, чтобы образовывать металлический контакт продольно паровому коллектору.

(B). Клапаны.

(B.1). **Быстродействующие запорные клапаны.** Быстродействующие запорные клапаны должны устраиваться на ответительных соединениях. Они должны быть способны выдерживать расчетное давление и температуру трубы или сосуда, к которым крепятся ответительные адаптеры или ниппели.

(B.2). Вытяжные клапаны.

(B.2.1). Вытяжные клапаны на или рядом с контрольно-измерительным прибором должны быть постепенно открывающегося типа. Для условий эксплуатации при докритическом давлении пара, расчетное давление для вытяжных клапанов должно быть не меньше, чем расчетное давление трубы или сосуда; расчетная температура должна быть соответствующей температурой насыщенного пара. Для всех других видов эксплуатации, вытяжные клапаны должны отвечать требованиям пункта (B.1), выше.

(B.2.2). Когда используются вытяжные клапаны, клапаны на контрольно-измерительном приборе, а также любые промежуточные фитинги и трубы между такими вытяжными клапанами и прибором, должны быть пригодными при 100°F (40°C) к, по крайней мере, 1.5-кратному расчетному давлению трубопроводной системы, но номинальный показатель клапана на приборе не обязательно должен превышать номинальный показатель вытяжного клапана.

(B.2.3). Когда вытяжные клапаны не используются, клапаны контрольно-измерительных приборов должны удовлетворять требованиям пункта (B.2.1), выше.

(C). **Резервуары или конденсаторы.** В случае с тупиковыми паровыми трубопроводами, конденсационные резервуары и соединительные ниппели, которые следуют сразу за

быстродействующими запорными клапанами, должны быть сделаны из материала, пригодного для температуры насыщенного пара, соответствующей расчетному давлению главной магистрали.

(D). Материалы для линий между быстродействующими запорными клапанами и контрольно-измерительными приборами

(D.1). Медь, медные сплавы и другие цветные металлы могут использоваться в тупиковых паровых или водяных трубопроводах вплоть до условий расчетного давления и температуры, использованных при расчете толщины стенки в соответствии с параграфом 104, при условии, что температура в пределах соединительных трубах для непрерывной эксплуатации не превышает 406°F (208°C).

Когда температура воды в резервуаре конденсаторов выше 406°F (208°C), длина стальной трубки без изоляции длиной, по крайней мере, 5 футов (1.5 метра) должна следовать сразу за конденсатором перед соединительной медной трубкой, идущей к контрольно-измерительному прибору.

(D.2). Минимальный размер трубки или трубы является функцией ее длины, объема среды, требуемого, чтобы произвести полномасштабное отклонение стрелки контрольно-измерительного прибора, а также эксплуатации контрольно-измерительного прибора. Когда требуется предотвратить закупоривание, а также достичь достаточную механическую прочность, внутренний диаметр трубы или трубки должен быть не меньше 0.36 дюйма (9.14 миллиметра) с толщиной стенки не меньше 0.049 дюйма (1.25 миллиметра). Когда такие требования не применяются, меньшие размеры с толщиной стенки, находящейся в соответствующей пропорции, могут использоваться. В любом случае, толщина стенки трубы или трубки должна удовлетворять требованиям пункта (D.3), ниже.

(D.3). Труба или трубка должны проектироваться в соответствии с параграфом 104 с учетом гидравлического удара.

(E). Фитинги и соединения.

(E.1). Для тупиковых паропроводов и для водопроводов с температурой выше 150°F (65°C), должны использоваться фитинги развальцованного, неразвальцованного или муфтового сварного типа или других подходящих типов похожего дизайна. Фитинги должны быть пригодными для использования при давлении коллектора и соответствующей температуре насыщенного пара или температуре воды (в зависимости от применимости). Для условий докритического давления, фитинги должны быть пригодными для использования при расчетном давлении и температуре коллектора.

(E.2). Для трубопроводов, работающих с водой, нефтью и похожих условий, может использоваться любой из следующих типов в пределах ограничений по давлению-температуре, приведенных для каждого из них:

(E.2.1). Для гидравлических давлений коллектора свыше 500 psi (3450 кПа) и температур до 150°F (65°C), должны использоваться стальные фитинги развальцованного, неразвальцованного, муфтового сварного типа, фитинги, сваренные электросваркой плавлением, или фитинги муфтового типа, паяные серебром.

(E.2.2). Для давлений коллектора до 500 psi (3450 кПа) и температур до 150°F (65°C), фитинги могут быть: (E.2.2.1) развальцованного типа или муфтового типа, паянные серебром,

выворотного развальцованного или неразвальцованного типа; все из них должны быть из латуни или бронзы;

(E.2.3). Для давлений до 175 psi (1200 кПа) или температур до 250°F (120°C), фитинги, паяные мягким припоем, могут использоваться с трубками, заполненными водой или воздухом, при откорректированных номинальных показателях по давлению-температуре. Эти фитинги не рекомендуются, когда ожидается механическая вибрация, гидравлический удар или термический удар.

122.3.3. Трубопровод управления.

(A). Ответственные соединения.

(A.1). Ответственные соединения должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(A.1).

(B). Клапаны.

(B.1). Быстродействующие запорные клапаны должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(B.1).

(C). Материалы.

(C.1). Для трубопровода управления могут использоваться те же материалы, что и для трубопроводов контрольно-измерительных приборов, за исключением того, что минимальный внутренний диаметр должен быть 0.178 дюйма (4.52 миллиметра) с минимальной толщиной стенки 0.028 дюйма (0.71 миллиметра), при условии, что эта толщина стенки не меньше, чем толщина, требуемая в соответствии с параграфом 122.3.2(D.3). Если устройство управления имеет соединение меньше, чем 1/4 дюйма (6.0 миллиметров), снижение размера от трубок управления до устройства управления должно происходить как можно ближе к устройству управления.

(D). Фитинги и соединения.

(D.1). Фитинги и соединения должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(E.2).

122.3.4. Трубопроводы для забора образцов.

(A). Ответственные соединения.

(A.1). Ответственные соединения должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(A.1).

(B). Клапаны.

(B.1). Быстродействующие запорные клапаны должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(B.1).

(B.2). Вытяжные клапаны должны быть постепенно открывающегося типа и должны быть пригодными для расчетного давления и температуры магистральной трубы.

(C). Материалы.

(C.1). Материалы, которые должны использоваться для линий забора образцов, должны удовлетворять минимальным требованиям для магистральной трубы, к которой они присоединяются.

(D). Фитинги и соединения.

(D.1). Для работы с паром при докритическом и сверхкритическом давлении и для работы с водой при температуре выше 150°F (65°C) должны использоваться фитинги развальцованного, неразвальцованного или муфтового сварного типа или другого подходящего типа похожего дизайна. Фитинги должны быть пригодными для расчетного давления и температуры магистральной трубы.

(D.2). Для работы с водой при температуре до 150°F (65°C), фитинги и соединения должны быть пригодными для расчетного давления и температуры магистральной

трубы, и должны быть в соответствии с параграфом 122.3.2(E.2).

122.3.6. Фитинги и соединения

(A). Все фитинги должны быть в соответствии со стандартами и техническими требованиями, перечисленными в Таблице 126.1.

(A.1). Муфтовые сварные соединения должны отвечать требованиям параграфа 111.3.

(A.2). Развальцованные, неразвальцованные и компрессионные фитинги, и их соединения должны отвечать требованиям параграфа 115.

(A.3). Соединения муфтового типа, паяные серебром, должны отвечать требованиям параграфов 117.1 и 117.3.

(A.4). Соединения, паяные мягким припоем, должны отвечать требованиям параграфов 117.2 и 117.3.

(A.5). Использование конических резьбовых соединений размером до NPS 1/2 включительно, допускается при давлениях до 5000 psi (34500 кПа) в тупиковых трубопроводах от выходного оголовка и в направлении подачи на быстродействующий запорный клапан, установленный на контрольно-измерительном приборе, на аппарате управления или на разгрузке пробоохладителя.

122.3.7. Особые положения по безопасности.

(A). Соединительные трубы, подверженные засорению за счет твердых частиц и отложений, должны снабжаться подходящими присоединениями для очистки.

(B). Соединительные трубы, работающие с воздухом и газами, содержащими влагу или другие посторонние материалы, должны снабжаться подходящим водоспуском или камерами-отстойниками или ловушками.

(C). Соединительные трубы, которые могут содержать жидкости, должны защищаться от повреждений, вызванных замерзанием жидкости, с помощью нагревания или других адекватных средств.

122.3.8. **Опоры.** Опоры должны устраиваться, как указано в параграфе 121, не только для безопасности, но и для защиты трубопровода от разрушительного провисания, внешнего механического воздействия и влияния необычных условий эксплуатации.

122.3.9. Установка.

(A). Трубопроводы контрольно-измерительных приборов, управления и забора проб должны осматриваться и испытываться, в соответствии с параграфами 136 и 137.

(B). Внутренние поверхности всех трубопроводов, трубков, клапанов и фитингов должны быть гладкими, чистыми и свободными от вздутий, литевой шелухи, песка и грязи при монтаже. Все трубы должны быть прочищены после установки и перед вводом в эксплуатацию.

122.4. Трубопровод впрыскивающего пароохладителя для использования на парогенераторах и трубопровод промперегрева.

(A). Схема клапанов и труб.

(A.1). Каждая труба впрыскиваемой воды, присоединенная к пароохладителю

должна снабжаться быстродействующим запорным клапаном и распределительным клапаном (контроль впрыска). Распределительный клапан должен устанавливаться в направлении нагнетания от запорного клапана. Кроме того, если парогенератор подает пар на паровую турбину, клиновая задвижка с усилительным приводом должна устанавливаться в направлении нагнетания от распределительного клапана.

(А.2). Допускается устанавливать байпасный клапан вокруг распределительного клапана.

(А.3). Запрещается устанавливать байпасный клапан вокруг клиновой задвижки с усилительным приводом.

(А.4). На пароохладителе промперегревателя, водоспускный клапан должен устанавливаться между клиновой задвижкой с усилительным приводом и распределительным клапаном.

(А.5). Если подача впрыскиваемой воды осуществляется из системы питательной воды водогрейного котла и ее источник находится не в направлении подачи, на обратный клапан питательной воды, требуемый параграфом 122.1.7, один обратный клапан должен быть установлен в трубопроводе впрыскиваемой воды между пароохладителем и источником впрыскиваемой воды.

(А.6). Рекомендуется, чтобы клапаны и трубопроводы устраивались так, чтобы обеспечивать напор воды в направлении подачи на быстродействующий запорный клапан.

(А.7). Типовая схема показана на рисунке 122.4.

(А.8). Следует обеспечить меры, как на паровых, так и на водяных системах, для компенсации эксплуатационных условий, связанных с такими видами эксплуатации: гидравлического удара, термического удара и прямого удара воды. Присоединение для трубы впрыскиваемой воды должно быть размещено в соответствии с требованиями, установленными производителем, так чтобы полное смешивание потока происходило до того, как поток встретит на своем пути какие-либо колена, коленчатые патрубки или другие изменения направления потока.

(А.9). Пароохладители вставного типа, которые включают интегральный быстродействующий запорный и распределительный (впрыскиваемой воды) клапан, могут использоваться в пределах ограничений, установленных производителем. Если используется этот тип, то индивидуальные запорный и распределительные клапаны, показанные на рисунке 122.4, могут быть пропущены. Все другие требования, описанные в параграфе 122.4, должны применяться и выполняться.

(А.10). Для пароохладителей, размещенных в пределах трубопровода промперегрева. Паровая система, которая должна быть охлаждена, должна снабжаться, должным образом устроенным, водоспуском во время всех условий водяного потока. Водоспускная система должна работать и в ручном режиме, и в автоматическом режиме.

(В). Требования к проектированию.

(В.1). Значение P , которое должно использоваться в формулах параграфа 104, должно быть следующим.

(В.1.1) Для трубопровода от пароохладителя обратно к запорному клапану, требуемому в пункте (А.1), выше, значение P должно быть равным или больше, чем максимальное допустимое рабочее давление пароохладителя.

(В.1.2). Для оставшейся трубопроводной системы впрыскиваемой воды, значение P должно быть не меньше, чем максимальное продолжительное давление, развиваемое впрыскиваемой водой.

(В.2). Запорный клапан, требуемый пунктом (А.1), выше, должен проектироваться в соответствии с требованиями по давлению, указанными в пункте (В.1.1), выше, или на максимальное продолжительное давление, развиваемое впрыскиваемой водой, в зависимости от того, какое давление будет большим.

(В.3). Значение S , используемое для трубопровода впрыскиваемой воды, не должно превышать значения, допустимого для ожидаемой температуры.

ЗАМЕЧАНИЕ: Температура варьируется от температуры пароохладителя до температуры источника впрыскиваемой воды и сильно зависит от схемы трубопровода. Ответственностью проектировщика является определение расчетной температуры, которая должна использоваться для различных участков трубопроводной системы.

122.5. Клапаны-редукторы давления.

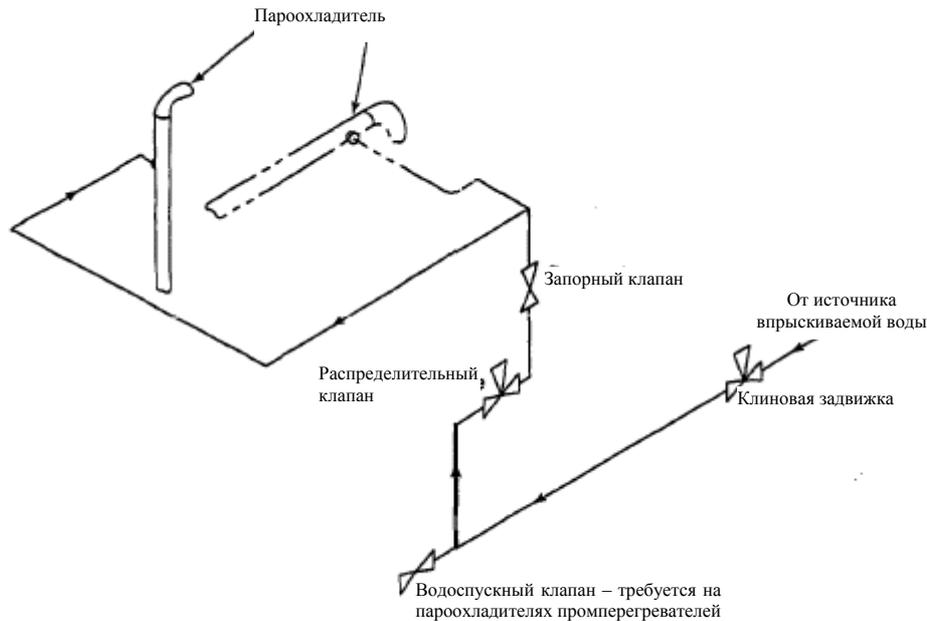
122.5.1. Общие положения. Когда используются клапаны-редукторы давления, одно или несколько устройств сброса давления или предохранительных клапанов должно быть установлено на стороне низкого давления системы. В противном случае трубопровод и оборудование на стороне низкого давления системы должно проектироваться так, чтобы выдерживать расчетное давление в направлении нагнетания. Устройства сброса давления или предохранительные устройства должны размещаться рядом или настолько близко, насколько это будет практично, к клапану-редуктору. Полученная суммарная редуцирующая мощность должна быть такой, чтобы расчетное давление системы низкого давления не было превышено, если клапан-редуктор не сможет открыться.

122.5.2. Байпасные клапаны. Байпасные клапаны с ручным управлением, имеющие мощность, не большую, чем клапан-редуктор, могут устанавливаться вокруг клапанов-редукторов давления, если трубопровод в направлении подачи защищен перепускными клапанами, как требуется в параграфе 122.5.1, или если расчетное давление трубопроводной системы и оборудования в направлении подачи, по крайней мере, такое же большое, как давление в направлении нагнетания.

122.5.3. Проектирование клапанов и устройств сброса давления. Клапаны-редукторы давления и байпасные клапаны и устройства сброса давления должны проектироваться по условиям внутреннего давления и температуры. Предохранительные и перепускные клапаны должны быть в соответствии с требованиями параграфа 107.8 этого Сборника.

122.6. Трубопровод сброса давления.

Трубопровод сброса давления в пределах сферы этого Сборника правил, должен иметь опору, чтобы выдерживать силы реакции, и должен отвечать следующим требованиям.



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Этот рисунок является всего лишь схематичным изображением и не имеет целью показать размещение или ориентацию оборудования

01

Рисунок 122.4. Схематическое устройство пароохладителя.

122.6.1. Трубопровод к предохранительным устройствам сброса давления.

(А). Между защищаемым трубопроводом и защитным устройством (устройствами) не должно быть промежуточного клапана (клапанов).

(В). Клапаны отвода или направляющие гидрораспределители, спроектированные так, чтобы допускать обслуживание резервированных защитных устройств без сброса давления системы, могут устанавливаться между трубопроводом, который должен защищаться, и требуемыми защитными устройствами при соблюдении следующих условий:

(В.1). Клапаны отвода или направляющие гидрораспределители запрещены на внешнем трубопроводе водогрейных котлов или трубопроводах промперегрева.

(В.2). Сто процентов (100%) требуемой мощности сброса должны постоянно быть в наличии в любое время, когда работает система.

(В.3). Четкие индикаторы положения должны быть устроены на отводных клапанах или направляющих гидрораспределителях.

(В.4). Четкие блокировочные механизмы и уплотнения должны быть устроены на отводных клапанах и направляющих гидрораспределителях, чтобы не допускать неавторизованную или случайную эксплуатацию.

(В.5). Отводные клапаны или направляющие гидрораспределители должны проектироваться на наиболее тяжелые условия по давлению, температуре и нагрузке, которым они могут подвергаться, и должны быть в соответствии с параграфом 107.

(В.6). Следует обеспечить меры по безопасному сбросу давления между изолированным защитным

устройством и отводным клапаном или направляющим гидрораспределителем.

122.6.2. Разгрузочный трубопровод от защитных устройств сброса давления.

(А). Между защитным устройством или устройствами и точкой разгрузки не должно быть промежуточного запорного клапана.

(В). Когда разгрузка происходит непосредственно в атмосферу, выбросы не должны ударяться о другой трубопровод или оборудование, и должны направляться в сторону от платформ и других участков, используемых персоналом.

(С). Рекомендуется, чтобы использовались индивидуальные разгрузочные линии, но если объединяются два или больше спусков, разгрузочный трубопровод должен проектироваться с достаточной площадью потока, чтоб предотвратить выброс пара или других сред. Площади поперечного сечения разгрузочной трубы должны быть не меньше, чем полная площадь выходного отверстия клапана, через которое производится подача в трубу, и разгрузочная труба должна быть настолько короткой и прямой, насколько это возможно, и должна быть размещена так, чтобы избежать неоправданных напряжений на клапан или клапаны.

(D). Разгрузочные линии от предохранительных устройств сброса давления, находящиеся в рамках сферы действия данного Сборника, должны проектироваться так, чтобы облегчать водоспуск.

(E). Когда используется присоединение зонтичного или каплеулавливающего типа,

разгрузочный трубопровод должен проектироваться так, чтобы предотвращать защемление, вызванное расширительными движениями.

(F). Водоспуск должен устраиваться, чтобы удалять воду, собранную над седлом предохранительного клапана.

(G). Материалы из углеродистой стали, перечисленные в Приложении А, могут использоваться для разгрузочного трубопровода, который подвергается воздействию температур свыше 800°F (427°C) только во время работы предохранительных устройств сброса давления при условии, что:

(G.1). продолжительность работы предохранительного устройства сброса давления само- ограничивается;

(G.2). выброс из трубопровода производится непосредственно в атмосферу;

(G.3). допустимые напряжения материала при температурах выше 800°F (427°C) должны браться из Раздела II, Часть D, Таблицы 1А и 1В для материалов, применимых к Разделу I и Разделу VIII, Подраздел 1 Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

122.7. Трубопровод для огнеопасных и горючих жидкостей.

122.7.1. Общие положения. Трубопровод для огнеопасных и горючих жидкостей, включая топливо и смазочные масла, находится в сфере действия этого Сборника. Трубопровод для синтетических смазочных веществ, не имеющих температуры вспышки или возгорания, не обязан отвечать требованиям параграфа 122.7.

Проектировщик предупреждается о том, что среди других критериев, статическое электричество может создаваться текущей средой. Кроме того, проектировщик предупреждается об эффекте сильного замораживания сжиженного газа, мгновенно превращающегося в пар во время потери давления. Это один из факторов для определения наименьшей ожидаемой эксплуатационной температуры, касающийся возможности хрупкого разрушения материалов. Следует также уделить внимание подъему давления, который может иметь место, когда холодная среда поглощает тепло из своего окружения.

122.7.2. Материалы.

(А). Материалы для бесшовных труб из стали или никелевых сплавов должны использоваться во всех участках, где труба находится в пределах 25 футов (7.6 метров) от оборудования или других труб, имеющих открытое пламя или оголенные детали с эксплуатационной температурой выше 400°F (204°C). Бесшовные трубы из стали или никелевого сплава также должны использоваться для топливных систем, размещенных в направлении подачи на запорный клапан (клапана) горелки.

(В). Во всех других участках, трубопроводные системы могут включать трубы или трубки из стали, никелевого сплава, пластичного чугуна, меди или латуни. Медные трубки должны иметь толщину не меньше, чем толщина, требуемая согласно параграфу 104.1.2(С.3), независимо от давления. Также смотрите параграфы 105, 124.6 и 124.7(А).

Когда используются материалы, отличные от стали или никелевого сплава, они должны быть размещены так,

чтобы любая утечка или разлив, возникшие в результате аварии этих материалов, не подвергали излишней опасности людей, здания или конструкции, или легко могли контролироваться дистанционными клапанами.

(С). Для систем смазочного масла, стальные трубки являются приемлемой альтернативой для стальной трубы.

(D). Трубы из полиэтилена (PE) и армированной терморезистивной смолой (RTR) могут использоваться для огнеопасных или горючих жидкостей только в подземных установках. Температуры среды не должны превышать 140°F (60°C), а давление должно быть ограничено 150 psi (1000 кПа). Когда такие трубы из PE или RTR используются с огнеопасными или горючими жидкостями, правила Приложения III должны считаться обязательными. Когда требования юрисдикции устанавливают, что должна использоваться труба с двойными стенками, то правила Приложения III должны применяться и к внутренней, и к внешней трубе.

Особая осторожность должна использоваться, чтобы предотвратить ущерб трубопроводу из RTR на присоединениях к коллектору или другим устройствам. Меры предосторожности должны быть предприняты, чтобы предотвратить раздавливание или сдвиг трубопровода из RTR, вызванные внешними нагрузками или обратной загрузкой, и чтобы предотвратить ущерб или выход из терминального присоединения, вызванные термическим расширением или сжатием.

Трубопроводы из RTR могут заканчиваться над уровнем земли и вне здания, при условии что:

(1). часть трубы из RTR, которая находится над поверхностью земли, полностью заключена в кабелепровод или корпус достаточной прочности, чтобы обеспечивать защиту от внешнего повреждения или разрушения. Когда используется гибкий кабелепровод, верхняя часть ствола должна быть прикреплена к прочной опоре. Кабелепровод или кожух должны тянуться минимум на 6 дюймов ниже уровня земли.

(2). Труба из RTR не должна подвергаться избыточным напряжениям, вызванным внешними нагрузками.

122.7.3. Трубопроводные соединения.

(А). Сварные соединения должны использоваться между трубопроводными компонентами, сделанными из стали или никелевого сплава, когда это практично. Когда необходимы болтовые фланцевые соединения, материал прокладки должен быть пригодным для условий эксплуатации. Резьбовые соединения, когда их нельзя избежать при соединении оборудования, клапанов, особых устройств или контрольно-измерительных приборов, должны быть:

(А.1). в трубопроводе толщиной не меньше, чем сверхпрочной, независимо от давления .

(А.2). ограничены, как предписано в параграфе 114, и

(А.3). собраны с исключительной осторожностью, чтобы гарантировать герметичность против утечек, с использованием резьбового герметика, пригодного для условий эксплуатации.

(В). Резьбовые соединения в медных или латунных трубах должны подвергаться таким же ограничениям, что и для случая стальных труб в пунктах (А.1), (А.2) и (А.3), выше.

(С). Медные трубки должны собираться с помощью развальцованных, неразвальцованных или компрессионных соединений, как предписано в

параграфе 115, или с помощью соединений, паяных твердым припоем в соответствии с параграфом 117. Запрещены соединения, паяные мягким припоем.

(D). Труба из RTR может склеиваться с помощью адгезива, в соответствии с рекомендуемыми процедурами производителя трубы.

(E). Соединений труб, зависящие от фрикционных характеристик или упругости горючих материалов для механической прочности или герметичности трубопровода, не должны использоваться внутри зданий.

(F). Стальные трубы должны собираться с помощью фитингов, в соответствии с параграфом 115, или с помощью муфтовых сварных фитингов.

122.7.4. Клапаны и особые устройства. Клапаны, фильтры грубой очистки, счетчики и другие особые устройства должны быть из стали или никелевого сплава. Как альтернатива, могут использоваться клапаны и особые устройства из пластичного или ковкого чугуна или медного сплава, при условии соблюдения ограничений, указанных в параграфах 124.6 и 124.7, когда температура металла не превышает 400°F (204°C).

122.8. Трубопровод для огнеопасных газов, токсичных газов или жидкостей, или неогнеопасных нетоксичных газов.

Хотя некоторые газы сжижаются для хранения и транспортировки, они должны рассматриваться как газы, если их упругость паров по Рейду больше, чем 40 psia (2068.6 миллиметров ртутного столба абсолютного давления) при 100°F (37.8°C).

122.8.1. Огнеопасный газ.

(A). Некоторые из широко распространенных огнеопасных газов – это ацетилен, этан, этилен, водород, метан, пропан, бутан и природный или отопительный газ. Ответственностью проектировщика является определение предельных концентраций (верхних и нижних пределов взрываемости) и свойств рассматриваемого газа. Использование взрывных концентраций необходимо избегать, или трубопровод должен проектироваться так, чтобы выдерживать взрывные силы.

Далее, проектировщик предупреждается об эффекте сильного охлаждения газа во время быстрого расширения. Это является одним из факторов для определения наименьшей ожидаемой эксплуатационной температуры, связанным с возможностью хрупкого разрушения материалов.

(B). *Материалы.* Стальные трубопроводы, подвергаемые ограничениям, указанным в параграфе 105, должны использоваться для всех огнеопасных газов, за исключением случаев, допускаемых в пунктах (B.2), (B.3) и (B.4), ниже.

(B.1). Трубные соединения должны быть сварными, когда это практично, за исключением того, что болтовые фланцевые соединения с подходящими прокладками могут использоваться, когда необходимо. Резьбовые соединения, когда их нельзя избежать при соединении оборудования, клапанов, особых устройств или контрольно-измерительных приборов, должны быть:

(B.1.1). в трубопроводах толщины не меньше чем сверхпрочная, независимо от давления или материала;

(B.1.2). ограничены, как предписано в параграфе 114, за исключением того, что резьбовые соединения и компрессионные фитинги с номинальным размером максимум NPS 3/4 (DN 20) для давления до 5000 psi (34,000 кПа) допускаются на присоединениях к регуляторам давления восполняемых контейнеров, и

(B.1.3). собраны с исключительной осторожностью, чтобы гарантировать герметичность против утечек, с использованием резьбового герметика, пригодного для условий эксплуатации.

(B.2). Для водородных систем, могут использоваться следующие альтернативные материалы:

(B.2.1). бесшовные стальные трубы со сварными соединениями,

(B.2.2). бесшовные медные или латунные трубы или трубы с соединениями, использующими паяные твердые припоем, резьбовые или компрессионные фитинги. Резьбовые фитинги не должны превышать NPS 3/4 (DN 20). Для защиты от повреждения, трубы должны быть установлены с использованием защитных устройств, которые должны предотвращать повреждение трубы во время монтажа, эксплуатации или обслуживания. Клапаны с подходящей набивкой, измерительные приборы, регуляторы и другое оборудование может также состоять из медных сплавов. Предохранительные перепускные устройства должны иметь индивидуальную вентиляцию, и присоединенные вентиляционные трубопроводы должны проектироваться так, чтобы переносить среду, без прогибов, во внешнюю атмосферу; и затем среда должна направляться в сторону от вентиляционных систем оборудования и вентиляции систем.

(B.3). Для контрольно-измерительных приборов и управления топливным газом, могут использоваться бесшовные медные трубы, на которые накладываются следующие ограничения:

(B.3.1). расчетное давление не должно превышать 100 psi (690 кПа);

(B.3.2). трубы не должны иметь номинальный внешний диаметр больше 5/8 дюйма (15.9 миллиметра).

(B.3.3). все соединения должны быть сделаны с помощью компрессионных или развальцованных фитингов;

(B.3.4). медная трубка не должна использоваться, если топливный газ содержит больше 0.3 грана (19.4 миллиграмма) сероводорода на 100 кубических футов/минуту (47 литров/секунду) газа при стандартных условиях;

(B.3.5). при проектировании следует учитывать меньшую прочность и температуру плавления меди по сравнению со сталью. Должна быть обеспечена адекватная опора и защита от высоких температур окружающей среды и вибрации.

(B.3.6). трубы должны устанавливаться с мерами защиты, которые должны предотвращать их повреждение во время монтажа, эксплуатации и обслуживания.

(B.4). Трубы из полиэтилена (PE) могут использоваться для природного газа только в подземных трубопроводах. Температура среды не должна превышать 140°F (60°C), но не должна быть ниже -20°F (-30°C), а давление должно быть ограничено 100 psi (690 кПа). Трубные соединения должны собираться термическим плавлением в соответствии с рекомендуемыми процедурами производителя. Когда труба из PE используется с огнеопасным газом, правила Приложения III должны считаться обязательными.

(C). *Клапаны и особые устройства.* Клапаны, фильтры грубой очистки, счетчики и другие особые устройства должны быть сделаны из стали или никелевого сплава. Как альтернатива, могут использоваться клапаны и особые устройства из пластичного чугуна или медного сплава, при условии выполнения ограничений, указанных в параграфах 124.6 и 124.7, когда температура металла не превышает 400°F (204С).

(D). Для систем распределения топливного газа внутри завода, когда использование перепускных клапанов с полной мощностью спуска, описанных в параграфе 122.5, может вызвать неоправданную опасность вентилирования, могут использоваться альтернативные проекты для ограничения давления. Альтернативный проект должен включать все положения, указанные ниже:

(D.1). *Тандемные клапаны-редукторы давления газа.* Чтобы защитить систему низкого давления, два клапана-редуктора давления газа, способные к независимой работе, должны устанавливаться последовательно. Каждый из этих клапанов должен иметь способность закрываться против максимального давления перед сечением, и контролировать давление на стороне низкого давления на уровне или ниже уровня расчетного давления системы низкого давления, в случае, когда второй клапан не может открыться. Линии управления должны быть должным образом защищены, спроектированы и установлены так, чтобы повреждение любой одной линии управления не приводило к созданию избыточного давления в напорной линии.

(D.2). *Расцепляющий запорный клапан.* Надежный расцепляющий запорный клапан должен устанавливаться так, чтобы автоматически закрываться менее чем за 1 секунду на уровне или ниже уровня расчетного давления напорной линии. Он должен иметь ручной возврат в исходное положение. Реле давления для запуска процесса закрывания расцепляющего запорного клапана должно быть присоединено непосредственно к расцепляющей силе клапана. Реле давления должно устанавливаться непосредственно на трубопровод низкого давления без промежуточного стопорного клапана. Расцепляющий запорный клапан должен размещаться так, чтобы к нему был доступ, и он был защищен от механического повреждения и от влияния погодных условий или других воздействий окружающей среды, которые могли бы помешать его правильной работе. Он может размещаться на стороне подачи или стороне нагнетания тандемных клапанов-редукторов давления. Расцепляющий запорный клапан и вся приемная линия должны проектироваться на максимальное давление подачи. Расцепляющий запорный клапан может также служить стопорным клапаном приемной линии в двухблочных вентиляционных системах изоляции подачи газа. Должны быть предусмотрены меры для безопасного спуска давления на напорной стороне от расцепляющего запорного клапана.

(D.3). *Предохранительные перепускные устройства.* Система низкого давления должна быть защищена от любых утечек через клапаны-редукторы давления, когда они закрываются, с помощью предохранительных перепускных устройств, сконструированных и спроектированных в соответствии с параграфами 107.8.3 и 122.5.3, и должны выбираться в соответствии с размером возможной утечки.

122.8.2. Токсичные среды (газы или жидкости).

(A). В целях данного Сборника, токсичная среда – это

Таблица 122.8.2(B)

Требования к минимальной толщине стенки для трубопроводов, работающих с токсичной средой.

	Углеродистая и низколегированная сталь (Приложение А, Таблицы А-1 и А-2)	и	Нержавеющая и никелевая легированная сталь (Приложение А, Таблицы А-3 и А-4)	и	Регламент 10S
DN 50 (NPS 2) и меньше	Супер прочная				Регламент 5S
Больше, чем DN 50 (NPS 2)	Стандартного веса				

среда, которая может быть смертельной или может вызывать повреждения и/или серьезные заболевания посредством контакта, вдыхания, глотания или впитывания через любые поверхности тела. Ответственность проектировщика должно быть принятие мер предосторожности, опубликованных для соответствующих отраслей промышленности, работающих с такими средами, которые могут быть более строгими, чем те, что указаны в этом Сборнике для токсичных жидкостей. Кроме того, трубопровод должен устанавливаться так, чтобы минимизировать возможность повреждения со стороны внешних источников.

(B). Предпочтительно, чтобы трубы и трубные фитинги были сделаны из бесшовной стали. Толщины стенки должна быть не меньше, чем указано в Таблице 122.8.2(B).

Если известно, что среда является коррозионной для сталей, указанных в Таблице 122.8.2(B), выбранные материалы и толщина стенки должны быть пригодными для таких условий эксплуатации. (Смотрите параграф 104.1.2).

(C). Трубопроводные соединения должны быть выполнены с помощью сварки или с помощью стальных муфтовых сварных фланцев или фланцев со сварной горловиной, имеющих подходящие прокладки. Муфтовые сварные соединения должны быть не больше чем размера DN 65 (NPS 2 1/2). Подкладочные кольца, использованные для производства кольцевых стыковых сварных швов, должны быть удалены после сварки. Нормальные угловые сварные швы не допускаются. Сборные патрубковые присоединения (труба патрубка, приваренная непосредственно к напорной трубе) не допускаются. Резьбовые соединения, когда их нельзя избежать, могут использоваться при условии, что удовлетворены все нижеследующие требования.

(C.1). Толщина трубы должна быть не меньше, чем сверхпрочная, независимо от давления или типа материала.

(C.2). Требования параграфа 114 должны быть удовлетворены, за исключением того, что резьбовые соединения с номинальным размером максимум DN 20 (NPS 3/4) для давления до 34,500 кПа (избыточное) (5000 psig) или с номинальным размером максимум DN 50 (NPS 2) для давления до 345 кПа (50 psig) допускаются на присоединениях к восполняемым резервуарам хранения и связанным с ними регуляторам давления, запорным клапанам, насосам и счетчикам.

(C.3). Резьбовые соединения должны собираться с исключительной осторожностью, чтобы гарантировать герметичность от утечек. Требования параграфа

135.5 должны быть удовлетворены. Резьбовой герметик, пригодный для условий эксплуатации, должен использоваться за исключением случаев, когда резьбовое соединение должно быть обварено герметизирующей сваркой.

(D). Должны использоваться стальные клапаны. Соединения крышек с конической резьбой не допускаются. Особое внимание должно быть уделено к дизайну клапана, чтобы предотвратить утечки в окружающую среду через шток клапана. Запорные элементы крышки или пластины крышки и другие корпусные соединения должны быть одного следующих типов:

(D.1). муфтовое;

(D.2). фланцевое с подходящими прокладками и закрепленное, по крайней мере, четырьмя болтами;

(D.3). патентованное, прикрепленное с помощью болтов, монтажных ушек или других долговременных средств, и имеющее такой дизайн, чтобы увеличивать сжатие прокладки при увеличении давления среды.

(D.4). резьбовое с цилиндрической резьбой, достаточной для механической прочности, с опорными поверхностями типа металл-к-металлу, и герметизирующим сварным швом, выполненным в соответствии с параграфом 127.4.5, действующими последовательно.

(E). Трубки с внешним диаметром не больше, чем 5/8 дюйма (16 миллиметра) с муфтовыми сварными фитингами могут использоваться, чтобы присоединять контрольно-измерительные приборы к технологической линии. Доступный корневой клапан должен устанавливаться на технологических линиях, чтобы допускать изоляцию трубки от технологического трубопровода. Схема и монтаж трубок должны минимизировать вибрацию и подвержение возможному повреждению.

(F). Положения параграфа 102.2.4 не допускаются. Упрощенные правила для анализа, указанные в параграфе 119.7.1(A.3) не допускаются. Трубопроводная система должна проектироваться так, чтобы минимизировать ударные нагрузки. Подходящий динамический анализ должен быть проведен, когда необходимо, чтобы избежать или минимизировать вибрацию, пульсацию или резонирующие эффекты в трубопроводе. Проектировщик предупреждается о том, что следует учитывать возможность хрупкого разрушения выбранных стальных материалов на всем диапазоне температур, которым они могут быть подвержены.

(G). Для работы с сухим хлором при температурах от -29°C (-20°F) до 149°C (300°F), материал трубопровода должен быть не меньшей толщины, чем бесшовная сверхпрочная сталь.

(H). Трубопровод токсичной среды должен пройти пневматическое испытание на утечку в соответствии с параграфом 137.5. Как альтернатива, может быть проведено испытание на утечку с помощью масс-спектрометра или галида в соответствии с параграфом 137.6 и гидростатическое испытание в соответствии с параграфом 137.3.

122.8.3. Неогнеопасные нетоксичные газы.

(A) Трубопровод для неогнеопасных и нетоксичных газов, таких как воздух, кислород, углекислый газ и азот, должен отвечать требованиям этого Сборника за

исключением случаев, допускаемый в пункте (B), ниже. Проектировщик предупреждается об эффекте сильного охлаждения во время резкого расширения. Этот один из факторов для определения наименьшей ожидаемой эксплуатационной температуры, касающихся хрупкого разрушения выбранного материала.

(B). Резьбовые соединения с компрессионными фитингами или без них, с номинальным размером до NPS 3/4 максимум для давлений до 5000 psi (34,500 кПа) допускаются на присоединениях к восполняемым резервуарам хранения, регуляторам давления, запорным клапанам и счетчикам. Смотрите параграф 114.

122.9. Трубопровод для коррозионных жидкостей и газов.

Когда необходимо использовать особый материал, такой как стекло и пластик, не указанный в Таблице 126.1, для транспортировки коррозионных или опасных жидкостей и газов, проектирование должно отвечать требованиям, указанным в параграфе 104.7.

122.10. Временные трубопроводные системы.

До испытания и эксплуатации электростанции и ее трубопроводных систем, большинство энергетических трубопроводов и трубопроводов вспомогательных служб подвергаются промывке или химической очистке, чтобы удалить внутренние инородные материалы, такие как частички ржавчины, шелуха, остатки от сварки или пайки твердым припоем, грязь и так далее, которые могли накопиться внутри трубопровода во время периода строительства. Промывка или очистка может проводиться продувкой паром или воздухом, циркуляцией горячего масла в масляных системах, циркуляцией кислой или щелочной среды или другими методами промывки или очистки. Временные трубопроводы, то есть трубопроводы, прикрепленные к постоянной трубопроводной системе, чья функция заключается в том, чтобы обеспечить средства для введения и удаления сред, используемых во время операций промывки или чистки, должны проектироваться и собираться так, чтобы выдерживать эксплуатационные условия во время промывки и чистки. Следующие минимальные требования должны применяться к временным трубопроводным системам.

(A). Каждая такая система должна быть проанализирована на соответствие параграфу 103.

(B). Присоединения для временного трубопровода к постоянным трубопроводным системам, которые должны остаться после, должны отвечать требованиям, предъявляемым к проектированию и строительству постоянной системы, к которой они прикрепляются.

(C). Временные трубопроводные системы должны поддерживаться так, чтобы силы и моменты, вызванные статическими, динамическими и расширительными нагрузками, не передавались неприемлемым образом на присоединенную постоянную трубопроводную систему. Параграфы 120 и 121 должны использоваться как руководство по проектированию опорных элементов временных трубопроводных систем.

(D). Временные трубопроводные системы должны быть способны выдерживать циклические нагрузки, которые возникают во время операций промывки и чистки. Особое внимание

должно быть уделено эффектам больших сил осевой нагрузки, которые могут генерироваться во время высокоскоростных циклов продувки. Когда паровой трубопровод подвергается операциям высокоскоростной продувки, должен использоваться непрерывный или автоматический водоспуск захваченной или потенциально захваченной воды внутри системы. Опоры на выхлопных терминалах продувочного трубопровода должны обеспечивать ограничение потенциального провисания трубы.

(E). Когда необходимо, временные трубопроводные системы, содержащие литой чугун или углеродистую сталь, подвергаемые химической чистке, должны быть предварительно нагреты, чтобы избежать потенциала хрупкого разрушения материала.

(F). Когда временный трубопровод был установлен, и он не отвечает требованиям этого Сборника, представляемым к временным трубопроводным системам, он должен быть физически удален или отделен от постоянного трубопровода, к которому он прикреплен, до того как будет проведено испытание постоянной трубопроводной системы и до запуска завода.

122.11. Трубопровод паровой ловушки.

122.11.1. Трубы конденсатной ловушки. Трубы конденсатной ловушки от трубопровода или оборудования, работающие на различных давлениях, не должны присоединяться для разгрузки через одну и ту же ловушку.

122.11.2. Нагнетательный трубопровод. Нагнетательный трубопровод ловушки должен проектироваться на то же давление, что и питательный трубопровод, если только разгрузка не вентилируется в атмосферу или не работает при низком давлении и не имеет запорных клапанов. Ни в коем случае расчетное давление нагнетательного трубопровода ловушки не должно быть меньше, чем максимальное давление нагнетания, которому он может быть подвергнут. Когда две или больше ловушки разгружаются в один и тот же коллектор, запорный клапан должен быть устроен на нагнетательном трубопроводе от каждой ловушки. Когда давление в нагнетательном трубопроводе может превысить давление в питательном трубопроводе, обратный клапан должен быть установлен в каждой напорной линии ловушки. Обратный клапан не требуется, если либо запорный клапан, либо паровая ловушка спроектированы так, чтобы автоматически предотвращать обратный поток и способны выдерживать перепад обратного давления, равный расчетному давлению нагнетательного трубопровода.

122.12. Выхлопной трубопровод и линия всасывания насоса.

Выхлопные линии и линии всасывания насоса для любого вида эксплуатации и давления должны иметь перепускные клапаны подходящего размера, если только эти линии и прикрепленное оборудование не спроектированы на максимальное давление, которому они могут быть подвергнуты случайно или неслучайно, или если не установлен подходящий индикатор аварийной сигнализации, такой как свисток или перепускной клапан свободного продува, который будет предупреждать оператора об опасности.

122.13. Напорный трубопровод насоса.

Напорный трубопровод насоса от насоса до, и включая, клапан, обычно используемый для изоляции или управления потоком, должен проектироваться на максимальное продолжительное давление, развиваемое насосом, и наибольшую одновременно действующую температуру среды, как минимум. Вариации давления и температуры, вызванные случайной неосторожной эксплуатацией, допускаются в соответствии с ограничениями, указанными в параграфе 102.2.4, при любом из следующих условий:

(A). во время работы устройств сброса избыточного давления, спроектированных для защиты трубопроводной системы и прикрепленного оборудования;

(B). во время краткого периода аномальной работы, такой как превышение скорости насоса, или

(C). во время неконтролируемых кратковременных волн давления или температуры.

122.14. Районные системы обогрева и распределения пара.

122.14.1. Общие положения. Когда используются клапаны-редукторы давления, одно или несколько перепускных устройств или предохранительных клапанов должны быть установлены на стороне низкого давления системы. В противном случае, трубопровод и оборудование на стороне низкого давления системы должны проектироваться так, чтобы выдерживать расчетное давление перед элементами. Перепускные или предохранительные устройства должны размещаться рядом или настолько близко, насколько это практично, к клапанам-редукторам. Суммарная спускная мощность должна быть такая, чтобы расчетное давление системы низкого давления не превышалось, если клапан-редуктор не сможет открыться.

122.14.2. Альтернативные системы. В районных системах обогрева и распределения пара, в которых давление пара не превышает 400 psf (2750 kPa) и, в которых использование перепускных клапанов, как описано в параграфе 122.14.1, не возможно (например, из-за того, что нет приемлемой точки выгрузки для вентиляционного трубопровода), альтернативные проекты могут использоваться вместо таких перепускных устройств. В любом из следующих случаев, рекомендуется, чтобы была обеспечена аварийная сигнализация, которая будет надежно предупреждать оператора о сбое любого клапана-редуктора давления.

(A). *Тандемные клапаны-редукторы давления пара.* Два или больше клапана-редуктора давления пара, способных к независимой работе, могут устанавливаться последовательно, каждый с установкой на безопасное рабочее давление обслуживаемого оборудования и трубопроводной системы или более низкое давление. В таком случае не требуется перепускное устройство.

Каждый клапан-редуктор давления должен иметь способность закрываться против полного давления линии, и контролировать редуцированное давление на уровне расчетного давления

системы низкого давления или на более низком уровне, в случаях, когда другой клапан не может открыться.

(B). Расцепляющие запорные клапаны. Расцепляющий запорный клапан с установкой на расчетное давление системы низкого давления или более низкое давление, может использоваться вместо второго клапана-редуктора или перепускного клапана.

ЧАСТЬ III. МАТЕРИАЛЫ.

01

123. Общие требования.

Глава III содержит ограничения и требуемые квалификации для материалов, основанные на присущих им изначально свойствах. Использование этих материалов в трубопроводных системах также подвержено требованиям и ограничениям, содержащимся в других частях этого Сборника.

123.1. Материалы и технические требования.

123.1.1. Материалы, включенные в список. Материалы, отвечающие следующим требованиям, должны считаться включенными в список и приемлемыми материалами.

(А). Материалы, для которых значения допустимого напряжения приведены в Приложении А или, которые были одобрены в соответствии с процедурой, указанной в пункте (С), ниже.

(В). Материал, отвечающий требованиям какого-либо технического требования, для которого допустимые напряжения не показаны в Приложении А, является приемлемым при условии, что его использование не запрещено, особо, этим Разделом Сборника и он удовлетворяет одному из следующих требований:

(В.1). На него делается ссылка в одном из стандартов, указанных в Таблице 126.1. Такой материал должен использоваться только в пределах сферы стандарта и форм продукта, охваченных этим стандартом, указанным в Таблице 126.1

(В.2). На него делается ссылка в других частях этого Раздела Сборника и он должен использоваться только в пределах сферы действия и форм продукта, охваченных этим текстом.

(С). Когда имеется желание использовать материалы, которые в настоящее время не приемлемы в соответствии с правилами этого Раздела Сборника, в Комитет должно быть направлено письменное обращение, полностью описывающее предлагаемый материал и предполагаемое его использование. Такой материал не должен считаться включенным в список, до тех пор, пока он не будет одобрен Комитетом и ему не будут присвоены значения допустимого напряжения. Подробно об информации, которая должна быть включена в такое обращение, смотрите в Приложении VI. Смотрите параграф 123.1.2

(D). Материалы, отвечающие техническим требованиям ASME SA или SB, могут использоваться взаимозаменяемо с материалом, указанным, как отвечающий требованиям перечисленных технических требований ASTM A или B с таким же номером, за исключением случаев, когда применяются требования параграфа 123.2.2.

123.1.2. Материалы, не включенные в список. Материалы отличные от тех, которые отвечают

требованиям параграфа 123.1.1, должны считаться материалами, не включенными в список. Такие материалы, не включенные в список, могут использоваться только для внешнего трубопровода не водогрейного котла при условии, что они отвечают всем следующим требованиям:

(А). Производитель материала гарантирует, что материалы, не включенные в список, удовлетворяют требованиям одного из технических требований, указанных в любом Разделе Сборника правил для трубопроводов под давлением ASME B31, Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел II, Часть D или одному из опубликованных технических требований, охватывающих химический состав, физические и механические свойства, метод и процесс производства, термическую обработку и контроль качества.

(В). Допустимые напряжения материалов, не включенных в список, должны определяться в соответствии с правилами параграфа 102.3.1(С).

(С). Материалы, не включенные в список, должны квалифицироваться для эксплуатации в пределах указанного диапазона минимальных и максимальных температур, основанного на данных, связанных с успешным опытом, испытаниями или анализом, или их комбинации.

(D). Проектировщик должен документально зафиксировать приемлемость использования материала, не включенного в список, для владельца.

(E). Должны быть удовлетворены все другие требования этого Сборника.

123.1.5. Размер или толщина. Материалы за пределами ограничений по размеру или толщине, данных в названии или пункте "сфера применения" любого технического требования, приведенного в Таблице 126.1, могут использоваться, если эти материалы находятся в соответствии с другими положениями этого технического требования, а в правилах строительства нет других похожих ограничений.

123.1.6. Маркировка материалов или продуктов. Материалы или продукты, маркированные, как отвечающие требованиям для более чем одного класса, типа или сплава какого-либо технического требования к материалу, приемлемы при условии, что:

(А). одна из маркировок включает техническое требование к материалу, сорт, класс и тип или сплав материала, допускаемого в соответствии с этим Сборником, и этот материал отвечает всем требованиям этого технического требования;

(В). используется соответствующее допустимое напряжение для указанного сорта, типа или сплава одного из технических требований к материалу из Приложения А;

01

(C). все другие требования этого Сборника удовлетворены для допускаемого материала.

123.2. Трубопроводные компоненты.

123.2.1. Общие положения. Материалы, которые не соответствуют правилам параграфа 123.1, могут использоваться для развальцованных, неразвальцованных и компрессионных трубных фитингов при условии, что удовлетворены требования параграфа 115.

123.2.2. Внешний трубопровод водогрейного котла.

(A). Материалы для внешнего трубопровода водогрейного котла, как определено в параграфе 100.1.2(A), должны быть указаны в соответствии с техническими требованиями ASME SA, SB или SFA. Материал, произведенный в соответствии с одним из технических требований ASTM, может использоваться при условии, что требования такого технического требования ASTM идентичны или более жесткие, чем требования технического требования ASME в отношении Сорта, Класса или Типа. Производитель материала или производитель компонента должны предоставить гарантию, приемлемую для уполномоченного инспектора, того, что были удовлетворены требованиям технического требования ASME. Материалы, произведенные в соответствии с техническими требованиями ASME или ASTM, не ограничиваются страной производства.

(B). Материалы, которые не являются полностью идентичными, должны отвечать требованиям PG-10 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

123.3. Элементы опоры трубопровода.

За исключением случаев, допускаемых параграфами 121.7.2(C) и (D), стальные материалы должны использоваться для изготовления элементов опоры трубопровода. Стальные материалы, которые не удовлетворяют правилам параграфа 123.1, могут использоваться для изготовления элементов опоры трубопровода при условии выполнения условий параграфа 121.2(C).

124. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ.

124.1 Общие положения.

Материалы, перечисленные в Таблицах допустимого напряжения A-1 – A-9 в Приложении A, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения напряжения за исключением случаев, допускаемых параграфом 122.6.2(G).

124.2. Сталь.

(A). При продолжительном воздействии температур выше 775°F (415°C), карбидная фаза чистой углеродистой стали, чистой никелевой легированной стали, углеродисто-марганцевой легированной стали,

марганцево-ванадиевой легированной стали и углеродисто-кремниевой стали может перейти в графит.

(B). При продолжительном воздействии температуры выше 875°F (470°C), карбидная фаза легированных сталей, таких как углеродисто-молибденовой, марганцево-молибденово-ванадиевой, марганцево-хромо-ванадиевой и хромо-ванадиевой, может перейти в графит.

(C). Углеродистая или легированная сталь, имеющая содержание углерода больше 0.35%, не должна использоваться в сварных конструкциях или формироваться с помощью процесса кислородной резки или других процессов термической резки.

(D). Когда низколегированные стали (3% хрома или меньше) используются при температурах выше 850°F, содержание углерода базового материала и сварочного присадочного металла должно быть 0.05% или больше.

124.4. Литой серый чугун

Низкая пластичность серого литого чугуна может привести к неожиданной аварии, если возникнет ударная нагрузка (нагрузка давления, температуры или механическая нагрузка). Возможные ударные нагрузки и последствия аварий должны учитываться перед тем, как указывать использование такого материала. Компоненты из литого чугуна могут использоваться в пределах номинальных показателей неударных давления-температуры, определенных стандартами и техническими требованиями, указанными здесь и в параграфе 105.2.1(B). Литые изделия в соответствии с ASME SA-278 и ASTM A 278 должны иметь максимальные пределы 250 psig (1725 кПа избыточного давления) и 450°F (230°C).

Следующие ссылочные параграфы запрещают или ограничивают использование серого литого чугуна для некоторых видов эксплуатации или для некоторых номинальных показателей давления-температуры.

Опоры трубопроводов	121.7.2(C)
Продувочный трубопровод	122.1.4(A.3)
ВЕР	
Вытяжной трубопровод ВЕР	122.1.4(B.3)
Клапаны и фитинги ВЕР	122.1.7
Продувочные клапаны	122.1.7(C.5) и (C.6)
Продувочный трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.1)
Вытяжной трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.2)
Огнеопасные или горючие жидкости	122.7.3
Огнеопасные газы	122.8.1(B)
Токсичные газы или жидкости	122.8.2

124.5. Ковкий чугун

Некоторые типы ковкого чугуна имеют низкие характеристики пластичности и могут подвергаться хрупкому разрушению. Ковкий чугун может использоваться для расчетных условий, не превышающих 350 psig (2415 кПа избыточного давления) или 450°F (230°C).

Следующие ссылочные параграфы запрещают или ограничивают использование ковкого чугуна для некоторых видов эксплуатации или некоторых номинальных показателей давления-температуры:

Опоры трубопроводов	121.7.2(D)
Продувочный трубопровод ВЕР	122.1.4(A.3)
Вытяжной трубопровод ВЕР	122.1.4(B.3)
Продувочный трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.1)
Вытяжной трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.2)
Огнеопасные или горючие жидкости	122.7.3(C)
Огнеопасные газы	122.8.1(B)
Токсичные газы или жидкости	122.8.2

124.6. Пластичный (узловатый) чугун.

Компоненты из пластичного (узловатого) чугуна, отвечающие требованиям ANSI B16.42, могут использоваться при следующих условиях:

(А). Компоненты для внешнего трубопровода водогрейного котла должны использоваться только в пределах следующих ограничений:

(А.1). Может использоваться только материал ASME SA-392.

(А.2). Расчетное давление не должно превышать 350 psig (2415 кПа избыточного давления).

(А.3). Расчетная температура не должна превышать 450°F (230°C).

(В). Сварка не должна использоваться, ни при изготовлении компонентов, ни при их сборке как часть трубопроводной системы.

(С). Следующие ссылочные параграфы запрещают или ограничивают использование пластичного чугуна для некоторых видов эксплуатации или для некоторых номинальных показателей давления-температуры.

Продувочный трубопровод ВЕР	122.1.4(A.3)
Вытяжной трубопровод ВЕР	122.1.4(B.3)
Продувочные клапаны ВЕР	122.1.7(C.5) и (C.6)
Продувочный трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.1)
Вытяжной трубопровод не-ВЕР	122.2.(A.2)
Огнеопасные или горючие жидкости	122.7.3(B)
Огнеопасные газы	122.8.1(D)
Токсичные газы или жидкости	122.8.2
Опоры трубопроводов	123.3

124.7. Цветные металлы.

Цветные металлы могут использоваться в трубопроводных системах при следующих условиях.

(А). Температуры плавления меди, медных сплавов, алюминия и алюминиевых сплавов должны учитываться,

особенно там, где имеется опасность возникновения пожара.

(В) Проектировщик должен учитывать возможность гальванической коррозии, когда комбинация разнородных металлов, таких как медь, алюминий и их сплавы, используется на стыке друг с другом или со сталью или другими металлами в присутствии электролита.

(С). *Резьбовые присоединения.* Подходящая резьбовая смесь должна использоваться при производстве резьбовых соединений в алюминиевой трубе, чтобы предотвратить задиранье, которое могло бы вызвать утечку, и, возможно, чтобы предотвратить разъединение. Труба в закаленном состоянии не должна нарезать.

124.8. Неметаллическая труба.

Этот Сборник признает существование большого разнообразия неметаллических трубопроводных материалов, которые могут использоваться в коррозионных (внешняя или внутренняя коррозия) или других специализированных условиях. Исключительная осторожность должна использоваться при их выборе, так как их расчетные свойства широко варьируются и зависят от материала, типа и сорта. Особое внимание должно быть уделено возможности:

(А). разрушения, когда имеет место опасность возникновения пожара;

(В). уменьшения прочности на растяжение при незначительном увеличении температуры, и

(С). эффектов токсичности. Другой вопрос, требующий рассмотрения, это обеспечение адекватной опоры для гибкой трубы.

Необязательные правила для неметаллического трубопровода смотрите в Приложении III к этому Сборнику.

124.9. Разрушение материалов во время эксплуатации.

Ответственностью инженера являться выбор материалов, пригодных для запланированного способа применения. Некоторые руководства по выбору защитных покрытий для металлического трубопровода приведены в Приложении IV.

125. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ К РАЗНЫМ ДЕТАЛЯМ.

125.1. Прокладки.

Ограничения на материалы прокладок указаны в параграфе 108.4.

125.2. Болтовое крепление.

Ограничения на материалы болтового крепления указаны в параграфе 108.5.

ГЛАВА IV. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕРАМ.

126. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И СТАНДАРТЫ ПО МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ И НЕСТАНДАРТНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ.

126.1. Стандартные трубопроводные компоненты.

Размеры стандартных трубопроводных компонентов должны удовлетворять стандартам и техническим требованиям, перечисленным в Таблице 126.1, в соответствии с параграфом 100.

126.2. Нестандартные трубопроводные компоненты.

Когда нестандартные трубопроводные компоненты проектируются в соответствии с параграфом 104, следование размерным стандартам ANSI и ASME строго рекомендуется, когда это является практичным.

126.3. Ссылочные документы.

Документы, перечисленные в Таблице 126.1, могут содержать ссылки на сборники правил, стандарты или технические требования, не перечисленные в этой таблице. Такие не перечисленные сборники правил, стандарты или технические требования должны использоваться только в контексте перечисленных документов, в которых они могут появляться.

Когда документы, перечисленные в Таблице 126.1, содержат правила проектирования, которые противоречат этому Сборнику, должны использоваться правила проектирования этого Сборника.

Требования к изготовлению, сборке, исследованию, осмотру и испытаниям Глав V и VI применяются к строительству трубопроводных систем. Эти требования не применимы к трубопроводным компонентам, изготовленным в соответствии с документами, перечисленными в Таблице 126.1, если иное не будет указано специально.

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты.

Технические требования к черным материалам ASTM			
Болты, гайки и штифты		Литые трубы	
A 193	Требования к материалам болтового крепления из легированной стали и нержавеющей стали для высокотемпературных условий эксплуатации	A 377	Требования к напорным трубам из пластичного чугуна
A 194	Требования к гайкам из углеродистой и легированной стали для болтов для условий эксплуатации с высоким давлением и высокой температурой	A 426	Требования к центробежно литым трубам из ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 307	Требования к болтам и шпилькам из углеродистой стали, прочность на разрыв 60000 psi	A 451	Требования к центробежно литым трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 320	Требования к материалам для болтового крепления из легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации	A 452	Требования к центробежно литым холоднокатаным трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 354	Требования к болтам, шпилькам и другим креплениям с внешней резьбой, сделанным из закаленной легированной стали		
A 437	Требования к материалам болтового крепления турбинного типа из легированной стали, прошедшим специальную термическую обработку для высокотемпературных условий эксплуатации	Бесшовные трубы и трубки	
A 449	Требования к болтам и шпилькам их закаленной стали	A 106	Требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 453	Требования к материалам болтового крепления, для высокотемпературных условий эксплуатации, с пределом текучести от 50 до 120 ksi, с коэффициентами расширения, сравнимыми с аустенитными сталями	A 179	Требования к бесшовным холодно тянутым трубкам для теплообменников и конденсаторов, из низкоуглеродистой стали
		A 192	Требования к бесшовным трубкам для водогрейных котлов, сделанным их углеродистой стали, для высокотемпературных условий эксплуатации
Литые изделия		A 199	Требования к бесшовным холоднокатаным трубкам для теплообменников и конденсаторов, сделанным из среднелегированной стали
A 47	Требования к литым изделиям из ферритного ковкого чугуна	A 210	Требования к бесшовным трубкам для водогрейных котлов и пароперегревателей, сделанным из среднеуглеродистой стали
A 48	Требования к литым изделиям из серого чугуна	A 213	Требования к бесшовным трубкам для водогрейных котлов, пароперегревателей и теплообменников, сделанным из ферритной и аустенитной легированной стали
A 126	Требования к литым изделиям из серого литого чугуна для клапанов, фланцев и трубных фитингов	A 335	Требования к бесшовным трубам из ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 197	Требования к вагранчному ковкому чугуну	A 369	Требования к кованым и расточенным трубам из углеродистой стали и ферритной легированной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 216	Требования к литым изделиям из углеродистой стали для сварки плавлением для высокотемпературных условий эксплуатации	A 376	Требования к бесшовным трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий в центральных котельных
A 217	Требования к стальным литым изделиям, мартенситная нержавеющая сталь и легированная сталь, для деталей, удерживающих давление, пригодных для высокотемпературных условий эксплуатации	A 430	Требования к кованым и расточенным трубам из аустенитной стали для высокотемпературных условий эксплуатации
A 278	Требования к литым изделиям из серого чугуна для деталей, содержащих давление, для температур до 650°F (345°C)		
A 351	Требования к литым стальным изделиям, аустенитная, аустенитная=ферритная (дуплексная) сталь, для деталей, удерживающих давление	Бесшовные и сварные трубы и трубки	
A 389	Требования к стальным литым изделиям, легированная сталь, прошедшая специальную термическую обработку, для деталей, удерживающих давление, пригодных для высокотемпературных условий эксплуатации	A 53	Требования к сварным и бесшовным черным и гальванизированным стальным трубам с цинковым покрытием
A 395	Требования к литым изделиям из ферритного ковкого чугуна, содержащим давление, для использования при повышенных температурах	A 268	Требования к бесшовным и сварным трубкам из ферритной нержавеющей стали для общего использования
A 536	Требования к литым изделиям из пластичного чугуна	A 312	Требования к бесшовным и сварным трубам из аустенитной нержавеющей стали
		A 333	Требования к бесшовным и сварным стальным трубам для низкотемпературных условий эксплуатации
Кованые изделия		A 450	Общие требования к трубкам из углеродистой, ферритной легированной и аустенитной легированной стали
A 105	Требования к кованым заготовкам из углеродистой стали для компонентов трубопроводных систем.	A 530	Общие требования к трубам из особой углеродистой и легированной стали
A 181	Требования к кованым заготовкам из углеродистой стали для трубопроводных систем общего назначения	A 714	Требования к высокопрочным сварным и бесшовным трубам из низколегированной стали
A 182	Требования к кованым или катанным трубным фланцам из легированной стали, кованым фитингам и вентилям и деталям для высокотемпературных условий эксплуатации		
A 350	Требования к кованым изделиям, углеродистая и низколегированная сталь, требующая испытания на ударную вязкость для трубопроводных компонентов		

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты (продолжение)

Технические требования к черным материалам ASTM (продолжение)		
Сварные трубы и трубки		Пластины, листы и полосы
A 134	Требования к трубам, стальным, сваренным дуговой сваркой с электрическим плавлением (размеры NPS 16 и больше)	A 240 Требования к стальным пластинам, листам и полосам из жаропрочной хромовой и хромоникелевой нержавеющей стали для сосудов под давлением
A 135	Требования к стальным трубам, сваренным электрическим сопротивлением	A 283 Требования к плитам из углеродистой стали с низким или средним пределом прочности на разрыв
A 139	Требования к стальным трубам, сваренным дуговой сваркой с электрическим плавлением (размеры NPS 4 и выше)	A 285 Требования к пластинам сосудов под давлением, низкая и средняя прочность на разрыв
A 178	Требования к трубкам водогрейных котлов из углеродистой стали, сваренным электросваркой сопротивлением	A 299 Требования к пластинам сосудов под давлением, углеродистая сталь, марганец-кремний
A 211	Требования к спирально сваренным стальным или чугунным трубам	A 387 Требования к пластинам сосудов под давлением, легированная сталь, хромомолибденовая
A 214	Требования к трубкам теплообменников и конденсаторов из углеродистой стали, сваренным электросваркой с сопротивлением	A 515 Требования к монтажным плитам из углеродистой стали для резервуаров под давлением для средне- и высокотемпературных условий эксплуатации
A 226	Требования к трубкам водогрейных котлов и пароперегревателей из углеродистой стали, сваренным электросваркой с сопротивлением, для высокотемпературных условий эксплуатации	A 516 Требования к монтажным плитам из углеродистой стали для резервуаров под давлением для умеренно- и низкотемпературных условий эксплуатации
A 249	Требования к сварным трубкам из аустенитной стали для водогрейных котлов, пароперегревателей, теплообменников и конденсаторов	
A 254	Требования к стальным трубкам, паяным медью	Прутки, бруски и профили
A 358	Требования к трубам из аустенитной хромоникелевой легированной стали, сваренным электрическим плавлением, для высокотемпературных условий эксплуатации	A 276 Требования к брускам и профилям из нержавеющей и жаропрочной стали
A 409	Требования к сварным трубам большого диаметра из аустенитной стали для коррозионных или высокотемпературных условий эксплуатации	A 322 Требования к стальным брускам, легированная сталь, стандартные сорта
A 587	Требования к трубам из низкоуглеродистой стали, сваренным электросваркой, для химической промышленности	A 479 Требования к брускам и профилю из нержавеющей и жаропрочной стали для использования в водогрейных котлах и других сосудах под давлением
A 671	Требования к стальным трубам, сваренным электросваркой с плавлением, для атмосферных и более низких температур	A 564 Требования к горячекатаным и холоднокатаным брускам, проволоке и профилю из нержавеющей и жаропрочной стали, затвердевающей при старении
A 672	Требования к стальным трубам, сваренным электросваркой с плавлением, для эксплуатации при высоком давлении при средних температурах	A 575 Требования к стальным брускам, углеродистая сталь, сортового торгового качества, М-сорта
A 691	Требования к трубам из углеродистой и легированной стали, сваренным сваркой плавлением, для условий эксплуатации при высоком давлении и высоких температурах	A 576 Требования к стальным брускам, углеродистая сталь, горячекатаная, особого качества
Фитинги		Конструкционные компоненты
A 234	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для средних и умеренных температур	A 36 Требования к конструкционной стали
A 403	Требования к трубным фитингам из катаной аустенитной нержавеющей стали	A 125 Требования к стальным пружинам, спиральным, прошедшим термическую обработку
A 420	Требования к трубным фитингам из катаной углеродистой стали и легированной стали для низкотемпературных условий эксплуатации	A 229 Требования к стальной проволоке, закаленной в масле, для механических пружин
		A 242 Требования к низколегированной конструкционной стали
Технические требования к цветным металлам ASTM		
Литые изделия		Кованые изделия
B 26	Требования к литью из алюминиевого сплава в песчаных формах	B 247 Требования к кузнечно-штамповочным изделиям, изделиям, кованым вручную, и горячекованым изделиям из алюминиевого сплава
B 61	Требования к литым бронзовым изделиям для пара и клапанов	B 283 Требования к кузнечно-штамповочным изделиям (горячепрессованным) из меди и медных сплавов
B 62	Требования к композитным металлическим литым изделиям из бронзы или унцевого металла	B 381 Требования к кованым изделиям из титана и титанового сплава
B 108	Требования к непрерывному литью из алюминиевого сплава	B 462 Требования к кованным или катаным трубным фитингам, клапанам и деталям из сплавов UNS N08020, UNS N08024, UNS N08026, UNS N08367 для коррозионных высокотемпературных условий эксплуатации
B 148	Требования к литым изделиям из алюминиевой бронзы	B 564 Требования к кованным изделиям из никелевого сплава
B 367	Требования к литым изделиям из титана и титанового сплава	
B 584	Требования к изделиям, литым в песчаных формах из медного сплава, для общего назначения	

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты (продолжение)

Технические требования к цветным материалам ASTM (продолжение)	
Бесшовные трубы и трубки	Сварные трубы и трубки (продолжение)
V 42	Требования к бесшовным медным трубам, стандартные размеры
V 43	Требования к бесшовным трубам из красной латуни, стандартные размеры
V 68	Требования к бесшовным медным трубам, светлого отжига
V 75	Требования к бесшовным медным трубам
V 88	Требования к бесшовным медным трубам для водопровода
V 111	Требования к бесшовным трубам и муфтам конденсаторов из меди и медного сплава
V 161	Требования к никелевым бесшовным трубам и трубкам
V 163	Требования к бесшовным трубкам конденсаторов и теплообменников из никеля и никелевого сплава
V 165	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелемедного сплава (UNS N04400)
V 167	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никельхромжелезного сплава (UNS N06600-N06690)
V 210	Требования к тянутым бесшовным трубкам из алюминиевого сплава
V 234	Требования к тянутым бесшовным трубкам из алюминия и алюминиевого сплава для конденсаторов и теплообменников
V 241	Требования к бесшовным трубам и бесшовным экструдированным трубам из алюминиевого сплава
V 251	Общие требования к катанным бесшовным трубкам из меди и медного сплава
V 280	Требования к бесшовным медным трубам для кондиционеров воздуха и хладагентов
V 302	Требования к ненарезанным медным трубам
V 315	Требования к бесшовным трубам и трубкам из медного сплава
V 407	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никельжелезхромового сплава
V 423	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никельжелезо-хромово-молибденово-медного сплава (UNS N08825 и N08821)
V 466	Требования к бесшовным медноникелевым трубам и трубкам
V 677	Требования к бесшовным трубам и трубкам из UNS N08904, UNS N08925 и UNS N08926
V 729	Требования к бесшовным трубам и трубкам из никелевых сплавов UNS N08020, UNS N08026, UNS N08024
Бесшовные и сварные трубы и трубки	Фитинги
V 337	Требования к бесшовным и сварным трубам из титана и титанового сплава
V 338	Требования к бесшовным и сварным трубкам из титана и титанового сплава для конденсаторов и теплообменников
Сварные трубы и трубки	Пластины, листы и полосы
V 464	Требования к сварным трубам из хромо-никеле-железо-молибдено-медно-колумбиевого сплава (UNS N08020)
V 467	Требования к сварным медноникелевым трубам
V 468	Требования к сварным трубкам из хромо-никеле-железо-молибденово-медно-колумбиевого стабилизированного сплава (UNS N08020)
V 547	Требования к формованным и сварным дуговой сваркой круглым трубкам из алюминия и алюминиевого сплава
V 603	Требования к сварным трубам из медного сплава
V 673	Требования к сварным трубам из сплавов UNS N08904, UNS N08925, UNS N08926
V 674	Требования к сварным трубкам из сплавов UNS N08904, UNS N08925, UNS N08926
V 361	Требования к заводским сварным фитингам из катаного алюминия и алюминиевого сплава
V 366	Требования к фитингам из никелевого сплава
V 168	Требования к пластинам, листам и полосам из никельхромжелезного сплава (UNS N06600-N06690)
V 209	Требования к листам и пластинам из алюминия и алюминиевых сплавов
V 265	Требования к полосам, листам и пластинам из титана и титанового сплава
V 402	Требования к пластинам и листам из медноникелевого сплава для сосудов, работающих под давлением
V 409	Требования к пластинам, листам и полосам из никельжелезхромового сплава
V 424	Требования к пластинам, листам и полосам из сплава Ni-Fe-Cr-Mo-Cu (UNS N08825 и UNS N08221)
V 463	Требования к кованным или катаным пластинам, листам и полосам из сплавов UNS N08020, UNS N08026, UNS N08024
V 625	Требования к пластинам и листам из никелевого сплава (UNS N08904, UNS N08925, UNS N08031, UNS N08932, UNS N08926)
Прутки, бруски и профиль	Прутки, бруски и профиль
V 150	Требования к пруткам, брускам и профилям из алюминиевой бронзы
V 151	Требования к пруткам и брускам из медноникелецинкового сплава (никелевое серебро) и медноникелевого сплава
V 221	Требования к экструдированным брускам, пруткам, проволоке, профилю и трубкам из алюминиевого сплава
V 348	Требования к брускам и биллетам из титана и титанового сплава
V 408	Требования к пруткам и брускам из никельжелезхромового сплава
V 425	Требования к пруткам и брускам из сплава Ni-Fe-Cr-Mo-Cu (UNS N08825 и UNS N08221)
V 473	Требования к брускам и проволоке из никелевого сплава UNS N08020, N08024, UNS N08026
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)

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты (продолжение)

Технические требования к цветным материалам ASTM (продолжение)

Припой

B 32 Требования к мягкому припою

Технические требования API**Бесшовные и сварные трубы**

5L Линейные трубы

Американские национальные стандарты

B1.20.3	Сухая трубная резьба (дюймовая)	B18.22M	Метрические простые шайбы
B16.18	Литые напорные фитинги из медного сплава для соединений, паяных мягким припоем	B18.22.1 ²	Простые шайбы
B18.2.1	Квадратные и шестигранные болты и винты – дюймовый ряд	Z223.1	Национальный сборник правил для топливного газа (NFPA 54)
B18.2.4.6M	Метрические шестигранные утяжеленные гайки		

Стандартные практики MSS

SP-6	Стандартная полировка для контактных граней трубных фланцев и фланцев соединительных торцов клапанов и фитингов	SP-58	Трубные подвески и опоры, материалы, проектирование и производство
SP-9	Торцовка для бронзовых, железных и стальных фланцев	SP-61	Гидростатическое испытание стальных клапанов
SP-25	Стандартная система маркировки для клапанов, фитингов и фланцев и муфт	SP-67 ¹	Поворотные заслонки
SP-42 ¹	Шиберные, проходные запорные, угловые и обратные коррозионно-устойчивые клапаны класса 150 с фланцевыми торцами и торцами под стыковую сварку	SP-69	Трубные подвески и опоры – выбор и применение
SP-43	Катаные бесшовные стальные фитинги для сварки встык	SP-75	Технические требования к катаным фитингам для стыковой сварки, прошедшим усиленные испытания
SP-45	Байпасные и водопускные присоединения	SP-79	Редукционные втулки для муфтовой сварки
SP-51	Легкие коррозионно-устойчивые литые фланцы и фланцевые фитинги класса 150	SP-80	Бронзовые шиберные, проходные запорные, угловые и обратные клапаны
SP-53	Стандарт качества для стальных литых и кованных изделий для клапанов, фланцев и фитингов и других трубопроводных компонентов – Метод исследования магнитными частицами	SP-89	Трубные подвески и опоры – Практики изготовления и инсталляции
SP-54	Стандарт качества для стальных литых и кованных изделий для клапанов, фланцев и фитингов и других трубопроводных компонентов – Метод радиографического исследования	SP-93	Стандарт качества для стальных литых и кованных изделий для клапанов, фланцев и фитингов и других трубопроводных компонентов – Метод исследования проникающей жидкостью
SP-55	Стандарт качества для стальных литых и кованных изделий для клапанов, фланцев и фитингов и других трубопроводных компонентов – Визуальный метод для оценки неоднородностей поверхности	SP-94	Стандарт качества для стальных литых и кованных изделий для клапанов, фланцев и фитингов и других трубопроводных компонентов – Метод ультразвукового исследования
		SP-97	Цельно армированные фитинги патрубковых отводов – с торцами под муфтовую сварку, резьбовыми и под стыковую сварку
		SP-105	Инструментальные клапаны для применения в рамках Сборника

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты (продолжение)

Сборники правил и стандарты ASME			
....	Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME	B16.28	Катаные стальные коленчатые патрубки и обратные линии небольшого радиуса для сварки встык
B1.1	Унифицированная дюймовая винтовая резьба	B16.34	Клапаны – с фланцевыми, резьбовыми торцами и торцами под сварку
B1.13M	Метрическая винтовая резьба – Профиль М	B16.42	Трубные фланцы и фланцевые фитинги из пластичного чугуна – Классы 150 и 300
B1.20.1	Трубная резьба, общего назначения (дюймовая)	B16.47	Стальные фланцы большого диаметра
B16.1	Трубные фланцы и фланцевые фитинги из литого чугуна – классы 25, 125, 250 и 800	B16.48	Стальные линейные заглушки
B16.3	Резьбовые фитинги из ковкого чугуна	B18.2.2	Квадратные и шестигранные гайки (дюймовый ряд)
B16.4	Резьбовые фитинги из серого чугуна	B18.2.3.5M	Метрические шестигранные болты
B16.5	Трубные фланцы и фланцевые фитинги	B18.2.3.6M	Метрические шестигранные утяжеленные болты
B16.9	Катаные стальные фитинги для сварки встык	B18.21.1	Контрольные шайбы (дюймовый ряд)
B16.10	Размеры "от грани до грани" и "от торца до торца" клапанов	B31.3	Технологические трубопроводы
B16.11	Кованые стальные фитинги, для муфтовой сварки и резьбовые	B31.4	Системы транспортировки жидкости для углеводородов, жидкого нефтяного газа, уксусного ангидрида и спиртов
B16.14	Заглушки, втулки и контргайки с трубной резьбой, сделанные из черных металлов	B31.8	Трубопроводные системы транспортировки и распределения газа
B16.15	Литые бронзовые резьбовые фитинги, классы 125 и 250	B36.10M	Сварные и бесшовные катаные стальные трубы
B16.20	Металлические прокладки для трубных фланцев – кольцевое соединение, спирально свернутые и в кожухе	B36.19M	Бесшовные стальные трубы
B16.21	Неметаллические плоские прокладки для трубных фланцев	TDP-1	Рекомендуемые практики для предотвращения гидравлического удара в паровых турбинах, используемых для выработки электрической энергии – заводы, работающие на ископаемом топливе
B16.22	напорные фитинги из катаной меди и медного сплава, для соединений, паяных мягким припоем		
B16.24	Литые трубные фланцы и фланцевые фитинги из медного сплава – Классы 150, 300, 400, 600, 900, 1500 и 2500		
B16.25	Торцы для сварки встык		
Технические требования ASNT			
CP-189	Стандарт ASNT для квалификации и сертификации персонала, выполняющего испытания неразрушающими методами	SNT-TC-1A	Квалификация и сертификация персонала, проводящего испытания неразрушающими методами
Технические требования AWS			
A3.0	Стандартные термины и определения в области сварки	QC1	Квалификация и сертификация сварочных инспекторов
Стандарты AWWA и ANSI/AWWA			
C-110/A21.10	Фитинги из литого чугуна размером от 2 до 48 дюймов	C-300	Водопроводные трубы из армированного бетона – типа стального цилиндра, без предварительного напряжения
C-111/A21.11	Соединения с резиновыми прокладками для труб и фитингов из литого чугуна	C-301	Водопроводные трубы из армированного бетона – типа стального цилиндра, с предварительным напряжением
C-115/A21.15	Фланцевые трубы из литого чугуна с резьбовыми фланцами	C-302	Водопроводные трубы из армированного бетона – не цилиндрического типа, без предварительного напряжения
C-150/A21.50	Проектирование по толщине труб из пластичного чугуна	C-500	Шибберные клапаны для обычных водопроводных работ
C-151/A21.51	Трубы из пластичного чугуна, центробежно-литые в металлических и выложенных песком литейных формах	C-504 ¹	Поворотные заслонки с резиновыми седлами
C-200	Сборные стальные трубы, сваренные электросваркой	C-600	Установка водяных коллекторов из литого чугуна
C-207	Стальные трубные фланцы	C-606	Желобковые и отбортованные соединения
C-208	Размеры для фитингов стальных водопроводных труб		

Таблица 126.1.
Технические требования и стандарты (продолжение)

Национальные сборники правил по пожарной безопасности

NFPA 8503. Стандарт для систем распыленного топлива
NFPA 1963. Винтовая резьба и прокладки для присоединений пожарных шлангов

Стандарты PFI

ES-16. Отверстия доступа и заглушки для радиографического исследования трубных сварных швов

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (a). Для применений во внешнем трубопроводе водогрейного котла смотрите параграф 123.2.2.
 (b). Для всех других трубопроводов, материалы, отвечающие техническим требованиям ASME SA или SB, могут использоваться взаимозаменяемо с материалами, указанными в технических требованиях ASTM A или B с таким же номером, указанных в Таблице 126.1.
 (c). Одобренный год выпуска технических требований и стандартов не указан в Таблице 126.1. Эта информация приведена в Приложении F к этому Сборнику.
 (d). Адреса и номера телефонов организаций, чьи стандарты и технические требования приведены в этой Таблице, приведены в конце Приложения F.
 (e). Сокращения, использованные в этой Таблице:

V.W. сварка встык
 C.I. литой чугун
 Engr. Инжиниринг
 Gen. Общий
 G.I. серый чугун

H.T. высокая температура
 L.T. низкая температура
 M.I. ковкий чугун
 Serv. условие эксплуатации
 S.S. нержавеющая сталь

S.W. муфтовая сварка
 Temp. температура
 Thd. резьбовой
 T.S. прочность на растяжение

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Смотрите параграф 107.1(D) в отношении требований к удержанию штока клапана.
 (2). Стандарт ANSI B18.22.1 является не метрическим.

ГЛАВА V. ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ.

127. СВАРКА.

127.1. Общие положения.

Трубопроводные системы должны конструироваться в соответствии с требованиями этой Главы и из материалов, которые были произведены в соответствии с требованиями Главы IV. Эти требования применяются ко всем операциям изготовления, сборки и монтажа, независимо от того будут ли они проводиться в цехе или на стройплощадке. Следующее применяется в основном к сварке черных материалов. Сварка алюминия, меди и так далее, требует других операций подготовки и процедур сварки.

127.1.1. Сварочные процессы, которые должны использоваться в рамках этой части Сборника, должны отвечать всем требованиям к испытаниям, указанным в Разделе IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

127.2. Материал.

127.2.1. Присадочный металл. Все присадочные металлы, включая материал плавкой вставки, должны отвечать требованиям Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Присадочный металл, который не был включен в Раздел IX, может использоваться, если сначала будет проведено успешное квалификационное испытание процедуры в соответствии с Разделом IX. Присадочные металлы с содержанием углерода меньше 0.05% не должны использоваться при высокотемпературных условиях эксплуатации (свыше 850°F) с низколегированными сталями из-за сниженных свойств в отношении разрушения при ползучести.

127.2.2. Подкладочные кольца. Подкладочные кольца (когда они используются), должны отвечать следующим требованиям:

(A). *Кольца из черных металлов.* Подкладочные кольца из черных металлов, которые становятся постоянной частью сварного шва, должны быть сделаны из материала сварочного качества, совместимого с базовым материалом, а содержание серы не должно превышать 0.05%.

(A.1). Подкладочные кольца могут быть сплошными, обработанными на станке, или разъёмного типа.

(A.2). Если две прилегающие поверхности должны свариваться с третьим элементом, используемым как подкладочное кольцо, и один

или два из этих трех элементов являются ферритными, а другой элемент или элементы являются аустенитными, то удовлетворительное использование таких материалов должно определяться в соответствии с WPS, квалифицированной как требуется в параграфе 127.5.

(A.3). Подкладочные полосы, используемые в продольных сварных соединениях, должны быть удалены.

(B). *Кольца из цветных металлов и неметаллические кольца.* Подкладочные кольца из цветных металлов или неметаллов, могут использоваться для подкладки при условии, что они включены в WPS, как требуется в параграфе 127.5. Неметаллические или неплавкие кольца должны быть удалены.

127.2.3. Плавкие вставки. Плавкие вставки могут использоваться при условии, что они сделаны из материала, совместимого с химическими и физическими свойствами базового материала. Квалификация WPS должна быть, как требуется в параграфе 127.5.

127.3. Подготовка к сварке.

(A). *Подготовка торцов.*

(A.1). Кислородная или дуговая резка приемлемы, только если срез является разумно гладким и точным, а весь шлак счищен с поверхностей, срезанных пламенем. Обесцвечивание, которое может оставаться на поверхности, срезанной пламенем, не считается разрушительным окислением.

(A.2). Размеры подготовки торцов под стыковую сварку, содержащиеся в ASME B16.25 или любая другая подготовка торцов, которая отвечает требованиям WPS, приемлемы.

(A.3). Если торцы трубопроводных концов расточены, такая расточка не должна приводить к тому, что окончательная толщина стенки после сварки становится меньше, чем минимальная расчетная толщина. Когда необходимо, металл сварного шва с соответствующими качествами может наплавляться на внешнюю или внутреннюю поверхность трубопроводного компонента, чтобы обеспечить дополнительный материал для станочной обработки, чтобы гарантировать удовлетворительную посадку колец.

(A.4). Если торцы трубопроводного компонента высажены, они могут растачиваться, чтобы допускать использование полностью утепленного подкладочного кольца при условии, что остающаяся чистая толщина законченных торцов не меньше чем минимальная расчетная толщина.

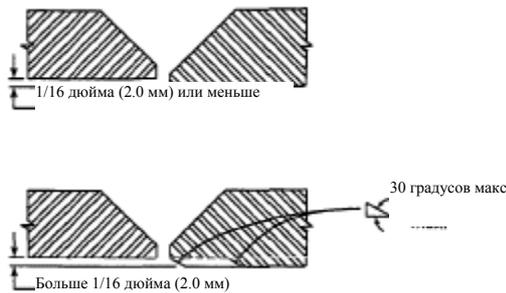


Рисунок 127.3. Стыковая сварка трубопроводных компонентов с внутренней невыверенностью.

(В). *Очистка.* Поверхности для сварки должны быть чистыми и должны быть свободными от краски, масла, ржавчины, шелухи или другого материала, который будет вредить сварке.

(С). *Выравнивание.* Внутренние диаметры трубопроводных компонентов, которые должны свариваться встык, должны быть выровнены настолько аккуратно, насколько это практично в рамках существующих коммерческих допусков по диаметрам, толщинам стенок и некруглости. Выравнивание должно поддерживаться во время сварки. Внутренняя невыверенность торцов, которые должны соединяться, не должна превышать 1/16 дюйма (2.0 миллиметра), если только дизайн трубопровода не указывает особо какое-либо другое значение допустимой невыверенности.

Когда внутренняя невыверенность превышает допустимую, допускается, чтобы компонент со стенкой, выступающей внутрь, подрезался внутри, как показано на Рисунке 127.3. Однако, подрезка должна приводить к толщине трубопроводного компонента, не меньшей, чем минимальная расчетная толщина, а изменение контура не должно превышать 30 градусов (смотрите рисунок 127.3).

(D). *Расстояние.* Корневое расстояние соединения должно быть, как указано в WPS.

(E). *Муфтовое сварное соединение.* При сборке соединения до сварки, труба или трубка должны вставляться в муфту на максимальную глубину и затем вытягиваться обратно примерно на 1/16 дюйма (2.0 миллиметра) от точки контакта между торцами трубы и буртика муфты (смотрите рисунок 127.4.4(B) и (C)). В соединениях гильзового типа без внутреннего буртика, между стыкуемыми торцами трубы или трубки должно быть расстояние примерно 1/16 дюйма (2.0 миллиметра).

Посадка между муфтой и трубой должна отвечать требованиям применимых стандартов для муфтовых сварных фитингов и ни в коем случае внутренний диаметр муфты или гильзы не должен превышать внешний диаметр трубы или трубки больше чем на 0.080 дюйма (2.0 миллиметра).

127.4. Процедура.

127.4.1. Общие положения.

(А). Квалификация WPS, которое должно использоваться, и квалификация работы сварщиков и операторов сварочных автоматов, требуются и должны отвечать требованиям параграфа 127.5.

(В). Сварка не должна проводиться, если на участок проведения сварки падает дождь, снег, град или сильный ветер.

(С). Прихваточные сварные швы, которым разрешено оставаться в законченном сварном шве, должны производиться квалифицированным сварщиком. Прихваточные сварные швы, выполненные неквалифицированным сварщиком, должны быть удалены. Прихваточные сварные швы, которые остаются, должны быть сделаны с помощью электрода и WPS, которые являются одними и теми же или эквивалентными электроду и WPS, которые будут использоваться в первом проходе. Точки начала и конца должны быть подготовлены с помощью полировки или других средств, так чтобы они могли удовлетворительно вливаться в окончательные сварной шов. Прихваточные сварные швы, которые треснули, должны быть удалены.

(D). **ВНИМАНИЕ:** Любые кратеры вне зоны запланированного сварного шва должны избегаться на любом базовом металле.

127.4.2. Кольцевые стыковые сварные швы.

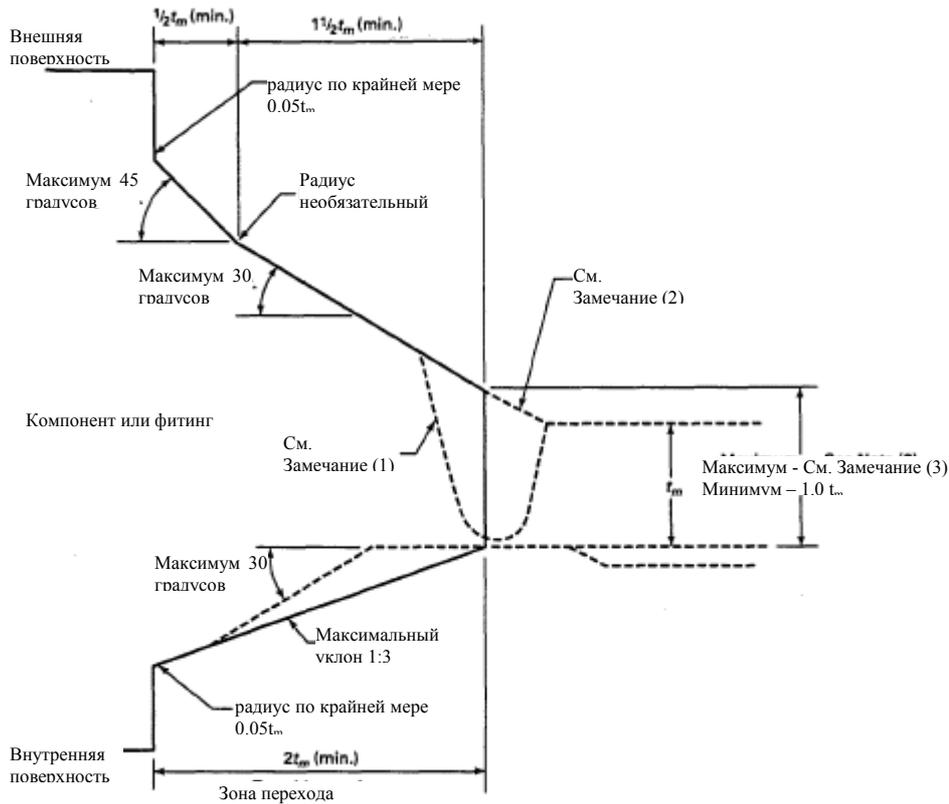
(А). Кольцевые стыковые сварные швы должны быть полнопроваренными сварными швами и должны выполняться с помощью V-образной разделки со скосом двух кромок, X-образной разделки со скосом двух кромок или другого типа разделки, с использованием подкладочных колец или плавких вставок или без их использования. Глубина сварного шва, измеренная между внутренней поверхностью сварного шва и внешней поверхностью трубы, должна быть не меньше, чем минимальная толщина, требуемая в Главе II для конкретного используемого размера и стенки трубы.

(В). С тем чтобы избежать резких переходов в контуре законченного сварного шва, также должны быть выполнены требованиям пунктов (В.1) – (В.4), ниже.

(В.1). Когда компоненты с различными внешними диаметрами или толщинами стенок свариваются вместе, свариваемый торец компонента с большим внешним диаметром должен попадать в конверт, образованный сплошными линиями на рисунке 127.4.2. Сварной шов должен образовывать постепенный переход, не превышающий уклона 30 градусов от компонента с меньшим диаметром к компоненту с большим диаметром. Это условие также может быть выполнено с помощью добавления присадочного сварочного материала, если необходимо, за пределами того, что в противном случае, было бы краем сварного шва.

(В.2). Когда оба компонента, подлежащих сварке (отличные от трубы, привариваемой к трубе), имеют переход от более толстого участка к сварочному торцу, прилежащий угол между поверхностью сварного шва и поверхностью любого из компонентов должен быть не меньше, чем 150 градусов. Смотрите параграф 119.3(B), в котором приведены другие факторы, которые необходимо учитывать для таких проектов.

(В.3). При сварке трубы к трубе, поверхность



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(а). Значение t_m равно значению в зависимости от применимости следующих параграфов:

- (1). как определено в параграфе 104.1.2(A).
- (2). минимальная заказанная толщина стенки цилиндрического сварного торца компонента или фитинга (или более тонкая из двух), когда соединение проводится между двумя компонентами.

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Сварной шов показан только в иллюстративных целях
- (2). Переход сварного шва и усиление сварного шва должны отвечать требованиям параграфов 127.4.2(B) и (C.2) и могут быть вне максимального конверта.
- (3). Максимальная толщина на торце компонента равна:
 - (а). большей из величин ($t_m + 0.15$ дюймов) или $1.15t_m$, когда заказывается на основе минимальной толщины стенки;
 - (б). большей из величин ($t_m + 0.15$ дюймов) или $1.10t_{ном}$, когда заказывается на основе номинальной толщины стенки.

Рисунок 127.4.2. Переход сварочного торца – максимальный конверт.

Таблица 127.4.2.

Усиление кольцевых и продольных стыковых сварных швов.

Толщина базового металла, дюймов (миллиметров)	Максимальная толщина усиления для расчетной температуры					
	> 750°F (400°C)		350°F – 750°F (175°C – 400°C)		< 350°F (175°C)	
	дюймы	миллиметры	дюймы	миллиметры	дюймы	миллиметры
До 1/8 (3.0) включительно	1/16	2.0	3/32	2.5	3/16	5.0
Больше 1/8 и меньше 3/16 (3.0 – 5.0) включительно	1/16	2.0	1/8	3.0	3/16	5.0
Больше 3/16 и меньше 1/2 (5.0 – 13.0) включительно	1/16	2.0	5/32	4.0	3/16	5.0
Больше 1/2 и меньше 1 (13.0 – 25.0) включительно	3/32	2.5	3/16	5.0	3/16	5.0
Больше 1 и меньше 2 (25.0 – 50.0) включительно	1/8	3.0	1/4	6.0	1/4	6.0
Больше 2 (50.0)	5/32	4.0	Большая величина из 1/4 дюйма (6 мм) или 1/8-кратная ширина сварного шва в дюймах (миллиметрах)			

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Для соединений с двойными стыковыми сварными швами, ограничение на усиление, указанное выше, должно применяться отдельно для внутренней и отдельно для внешней поверхностей соединения.
- (б). Для соединений с одинарным стыковым сварным швом, ограничения на усиление, указанные выше, должны применяться только к внешней поверхности соединения.
- (с). Толщина усиления сварного шва должна основываться на толщине более тонкого из соединяемых материалов.
- (d). Толщины усиления сварного шва должны определяться по более высокой из примыкающих поверхностей.
- (е). Усиление сварного шва может удаляться при желании.

сварного шва должна, как минимум, быть вровень с внешней поверхностью трубы, за исключением случаев, допускаемых в параграфе 127.4.2(В.4).

(В.4). Для сварных швов, сделанных без добавления присадочного металла, вогнутость должна быть ограничена глубиной 1/32 дюйма (1 миллиметр) ниже внешней поверхности трубы, но не должна посягать на минимальную требуемую толщину.

(С). Допускаются поверхности в состоянии после сварки; однако, поверхности сварных швов должна быть достаточно свободна от грубой волнистости, желобков, нахлесток, резких кромок и углублений, чтобы отвечать следующим требованиям.

(С.1). Состояние поверхности законченных сварных швов должно быть пригодно для правильной интерпретации результатов радиографического исследования и других исследований неразрушающими методами, когда исследования неразрушающими методами требуется в таблице 136.4. В тех случаях, когда имеется сомнение в отношении состояния поверхности при интерпретации радиографической пленки, пленка должна быть сравнена с реальной поверхностью сварного шва для интерпретации и определения приемлемости.

(С.2). Усиления допускаются в соответствии с Таблицей 127.4.2.

(С.3). Подсечки не должны превышать 1/32 дюйма (1.0 миллиметра) и не должны посягать на минимальную требуемую толщину сечения.

(С.4). Если поверхность сварного шва требует полировки, чтобы отвечать приведенным выше критериям, следует использовать осторожность, чтобы избежать уменьшения сварного шва или базового металла ниже минимальной требуемой толщины.

(С.5). Вогнутость на корневой стороне одинарного кольцевого стыкового сварного шва допускается, когда результирующая толщина сварного шва равна, по крайней мере, толщине более тонкого элемента из двух соединяемых сечений, а контур вогнутости гладкий и не имеет острых углов. Внутреннее состояние корневой поверхности кольцевого сварного шва, который был исследован радиографическим методом, приемлемо только, когда имеет постепенное изменение плотности, как показано на радиографии. Если кольцевой сварной шов не должен исследоваться радиографически, визуальное исследование может проводиться на сварных швах, к которым имеется удобный доступ.

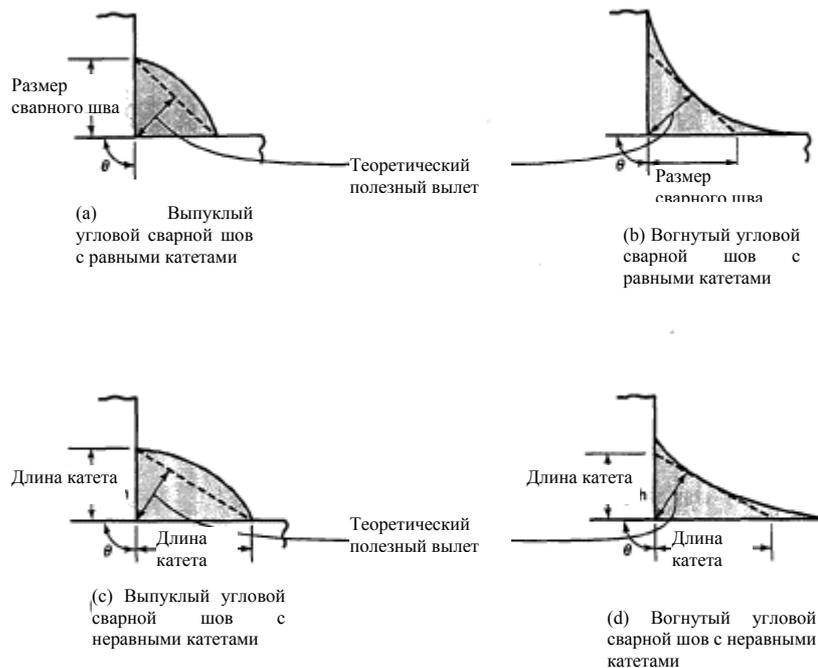
127.4.3. Продольные стыковые сварные швы.

Продольные стыковые сварные швы, не охваченные применимыми техническими требованиями к материалам, перечисленными в Таблице 126.1, должны отвечать требованиям к кольцевым стыковым сварным швам, приведенным в параграфе 127.4.2.

127.4.4. Угловые сварные швы.

При производстве угловых сварных швов, металл сварного шва должен наплавляться таким образом, чтобы обеспечивать адекватное проплавление в базовом металле в корне сварного шва.

Угловые сварные швы могут варьироваться от выпуклых до вогнутых. Размер углового сварного шва определяется, как показано на Рисунке 127.4.4(А). Типичные минимальные размеры углового сварного шва для съемных фланцев и компонентов, свариваемых муфтовой сваркой, показаны на Рисунках 127.4.4(В) и (С).



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). "Размер" углового сварного шва с равными катетами должен описываться длиной катета наибольшего вписанного равнобедренного треугольника.
- (б). "Размер" углового сварного шва с неравными катетами должен описываться с использованием длин катетов и их размещение на элементах, подлежащих соединению.
- (с). Угол θ , обозначенный на рисунках, выше, может отличаться от 90 градусов, показанных на рисунках выше, и зависит от угла между свариваемыми поверхностями.
- (д). Для углового сварного шва с равными катетами, угол θ между соединяемыми элементами, равен 90 градусов, теоретический полезный вылет должен быть равен $0.7 \times$ длина катета. Для других угловых сварных швов, теоретический полезный вылет должен основываться на длинах катетов и угле θ между соединяемыми элементами.
- (е). Для все угловых сварных швов, особенно угловых сварных швов с неравными катетами, с углом θ меньше 90 градусов, теоретический полезный вылет должен лежать в пределах поперечного сечения наплавленного металла сварного шва и должен быть не меньше, чем минимальное расстояние сквозь сварной шов.

Рисунок 127.4.4(A). Размер углового сварного шва.

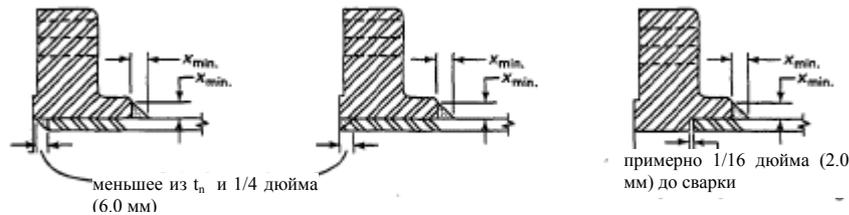
127.4.5. Герметизирующие сварные швы. Когда выполняется герметизирующая сварка резьбового соединения, резьба должна быть полностью покрыта герметизирующим сварным швом. Герметизирующая сварка должна выполняться квалифицированными сварщиками.

127.4.8. Сварные патрубки.

(А). Сварные патрубковые присоединения должны выполняться с помощью полнопроваренных сварных швов, за исключением случаев, допускаемых в параграфе 127.4.8(F). Рисунки 127.4.8(A), (B) и (C) показывают

типичные размеры патрубковых присоединений с использованием дополнительного усиления и без него. Не было сделано попыток показать все допустимые типы конструкций и тот факт, что показан некий тип конструкции не указывает на то, что он рекомендуется больше, чем другие типы, которые не показаны.

(B). Рисунок 127.4.8(D) показывает базовые типы сварных швов, используемых для сборки патрубковых присоединений. Размещение и минимальный размер таких крепежных швов



- (а) Лицевой и задний сварной шов (смотрите Замечания (1) и (2))
- (б) Лицевой и задний сварной шов (смотрите Замечания (1) и (2))
- (с) муфтовый сварной фланец (смотрите Замечания (2) и (3))

t_n = номинальная толщина стенки трубы.

$X_{min} = 1.09t_n$ или толщина втулки (в зависимости от того, какая величина будет меньше).

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Смотрите параграф 122.1.1(F) по ограничениям на размеры.
- (2). Смотрите параграф 104.5.1 по ограничениям на использование.
- (3). Смотрите параграф 122.1.1(H) по ограничениям на использование.

Рисунок 127.4.4(В). Размеры сварного шва для съемных и муфтовых сварных фланцев; некоторые приемлемые типы крепежных сварных швов для фланцев.

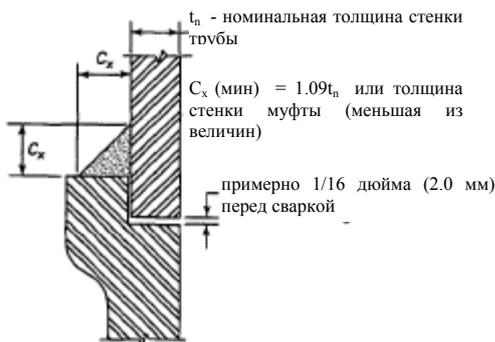


Рисунок 127.4.4(С). Минимальные сварочные размеры, требуемые для муфтовой сварки компонентов, отличных от фланцев.

должны отвечать требованиям параграфа 127.4.8. Сварные швы должны рассчитываться в соответствии с параграфом 104.3.1, но должны быть не меньше, чем размеры, показанные на рисунке 127.4.8(D).

Условные обозначения и символы, использованные в этом параграфе и на рисунке 127.4.8(D), следующие:

t_c = меньшая из величин: 1/4 дюйма (6.0 миллиметров) и $0.7t_{nb}$

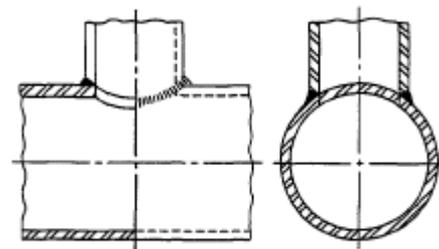


Рисунок 127.4.8(С). Типичное сварное патрубковое присоединение без дополнительного усиления.

t_{nr} = номинальная толщина усилительного элемента (кольца или седла), дюймы (миллиметры);

t_{min} = меньшая величина из t_{nb} и t_{nr} ;

t_{nb} = номинальная толщина стенки патрубка, дюймы (миллиметры);

t_{nh} = номинальная толщина стенки коллектора, дюймы (миллиметры).

(С). Рисунок 127.4.8(Е) показывает патрубки, сделанные с помощью приварки полумуфт или адаптеров непосредственно к напорной трубе.

Такие патрубковые присоединения и специальные интегрально усиленные фитинги патрубкового присоединения, которые примыкают к внешней поверхности стенки напорной трубы, или которые вставляются в отверстие, прорезанное в стенке напорной трубы, должны иметь

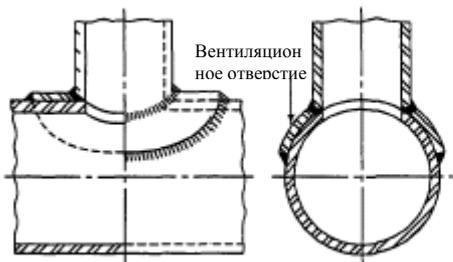


Рисунок 127.4.8(В). Типичное сварное патрубковое присоединение с дополнительным усилением.

отверстие и контур патрубка такие, чтобы обеспечивать хорошую посадку и должны крепиться посредством полнопроваренных стыковых сварных швов за исключением случаев, допускаемых в пункте (F), ниже.

Полнопроваренные стыковые сварные швы должны покрываться перекрывающимися угловыми сварными швами и отвечать требованиям параграфа 104. Перекрывающиеся угловые сварные швы должны иметь минимальный размер полезного вылета не меньше, чем показано на рисунке 127.4.8(Е).

(D). В патрубковых присоединениях, имеющих усилительные подушки или седла, усиление должно крепиться с помощью сварных швов на внешней кромке и на периметре патрубка следующим образом:

(D.1). Если сварной шов, соединяющий дополнительное усиление и патрубок, является полнопроваренным стыковым сварным швом, он должен покрываться перекрывающимся угловым сварным швом, имеющим минимальный размер полезного вылета не меньше t_c ; сварной шов на внешней кромке, соединяющий дополнительное усиление и напорную трубу, должен быть угловым сварным швом с минимальным размером полезного вылета $0.5t_{pr}$.

(D.2). Если сварной шов, соединяющий дополнительное усиление и патрубок, является угловым сварным швом, размер полезного вылета должен быть не меньше, чем $0.7t_{min}$. Сварной шов на внешней кромке, соединяющий внешнее усиление и напорную трубу, должен также быть угловым сварным швом с минимальным размером полезного вылета $0.5t_{pr}$.

(E). Когда используются кольца или седла, вентиляционное отверстие должно быть устроено (на боку, а не на разветвлении) в кольце или седле, чтобы выявить утечку в сварном шве между патрубком и напорной трубой и чтобы обеспечить вентиляцию во время операций сварки и термической обработки. Кольца и седла могут выполняться в виде составных изделий, если соединения между деталями имеют прочность, эквивалентную основному металлу кольца или седла, и если каждая деталь снабжена вентиляционным отверстием. Хорошая посадка должна быть обеспечена между усилительными кольцами или седлами и деталями, к которым они крепятся.

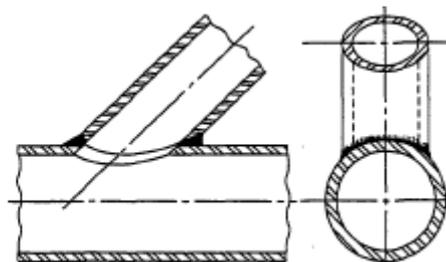


Рисунок 127.4.8(С). Типичное сварное угловое патрубковое присоединение без дополнительного усиления.

(F). Патрубки размера NPS 2 и меньше, которые не требуют усиления (смотрите параграф 104.3), могут конструироваться как показано на рисунке 127.4.8(F). Стыковые сварные швы должны покрываться перекрывающимися угловыми сварными швами с минимальным размером полезного вылета не меньше, чем показано на рисунке 127.4.8(F). Эта конструкция не должна использоваться при расчетных температурах больше 750F (400°C) или при расчетных давлениях больше 1025 psi (7100 кПа).

127.4.9. Крепежные сварные швы. Конструкционные крепления могут выполняться с помощью полнопроваренных, частично проваренных или угловых сварных швов.

(A). Конденсаторная сварка низкой энергии может использоваться для приварки временных креплений напрямую к деталям, удерживающим давление, при условии, что они будут удалены до того, как трубопроводная система будет подвергнута эксплуатационному давлению или температуре. После их удаления, затронутые участки должны быть исследованы в соответствии с параграфом 136.4. Квалификация процедуры и квалификация работы не требуются.

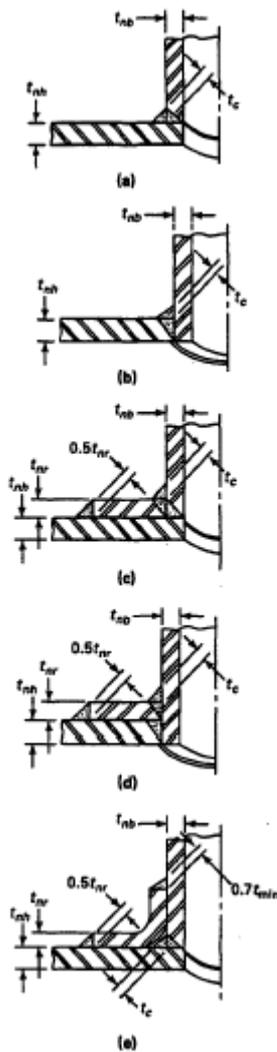
Этот метод сварки может также использоваться для постоянного крепления не структурных деталей, таких как датчики деформации или термодары при условии, что:

(A.1). подготовлено техническое требование к сварочной процедуре, описывающие оборудование для конденсаторной сварки, материалы, которые должны соединяться, и техники применения; квалификация этой процедуры не требуется;

(A.2). минимальная толщина материала, к которому должны быть сделано прикрепление, равна 0.090 дюйма (2.3 миллиметра);

(A.3). подача мощности ограничена до уровня меньше 125 Вт-сек.

127.4.10. Термическая обработка. Предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка сварных швов должна быть в соответствии с параграфом 131 или 132 в зависимости от применимости.



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Сварочные размеры могут быть больше, чем минимальные значения, показанные здесь.

Рисунок 127.4.8(D). Некоторые приемлемые типы крепления сварных патрубков, показывающие минимальные допустимые сварные швы.

127.4.11. Сварка для устранения дефектов

(А). *Устранение дефектов.* Все дефекты в сварных швах или базовых материалах, требующие устранения, должны удаляться с помощью газопламенной или дуговой строжки, полировки, обрубки или станочной обработки. Предварительный нагрев может потребоваться для газопламенной или дуговой строжки на некоторых сплавах затвердевающих на воздухе, для того чтобы предотвратить растрескивание вблизи от поверхности, обработанной газопламенной или дуговой строжкой.

(В). *Сварные швы для устранения дефектов.* Сварные швы для устранения дефектов должны выполняться в соответствии с WPS, с

использованием квалифицированных сварщиков или операторов сварочных автоматов (смотрите параграф 127.5). При этом должно признаваться, что полость, которая должна быть заварена во время ремонта, может отличаться по контуру или размерам от нормальной подготовки соединения и может накладывать другие ограничительные условия. Типы, масштаб и методы исследования должны быть в соответствии с Таблицей 136.4. Для ремонта сварных швов минимальным исследованием должен быть тот же метод, что был использован для вскрытия дефектов в оригинальном сварном шве. Для ремонтов на базовом материале, минимальным исследованием должен быть такой же метод, что и для стыковых сварных швов.

127.5. Квалификация.

127.5.1. Общие положения. Квалификация WPS, которое должно быть использовано, и квалификация работы сварщиков и операторов сварочных автоматов требуются и должны отвечать требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (раздел IX) за исключением модификация этих требований, указанных ниже.

Некоторые материалы, указанные в Приложении А, не включены в группы Р-номеров в Разделе IX ASME. Когда этим материалам присваиваются Р-номера в Приложении А, они могут свариваться в рамках этого Сборника для внешнего трубопровода не водогрейного котла только без отдельной квалификации, как если бы они были включены в Раздел IX ASME.

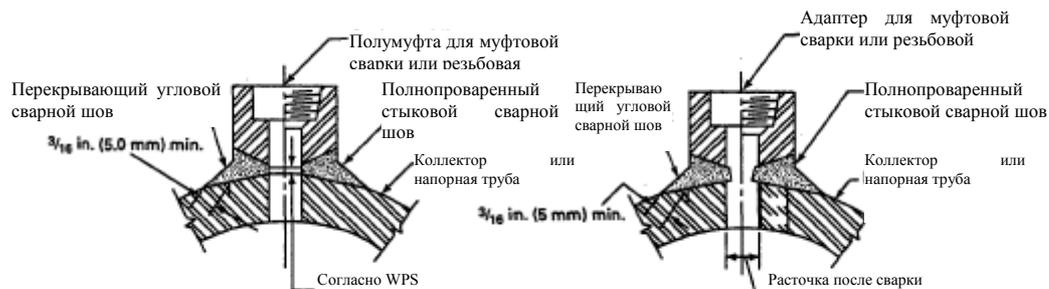
127.5.2. Ответственность за сварку. Каждый работодатель (смотрите параграф 100.2) должен нести ответственность за сварку, выполняемую его организацией, и работу сварщиков и операторов сварочных автоматов, нанятых его организацией.

127.5.3. Ответственность за квалификацию.

(А). *Процедуры.* Каждый работодатель должен нести ответственность за квалификацию любого WPS, которое, по его намерению, будет использовать персонал его организации. Однако, чтобы избежать повторения усилий, и при условии одобрения владельца, может использоваться WPS, квалифицированное технически компетентной группой или агентством:

(А.1). если группа или агентство, квалифицирующее WPS, отвечает всем требованиям к квалификации процедуры, указанным в этом Сборнике;

(А.2). если изготовитель принимает WPS, квалифицированное таким образом;



(a). Патрубковое присоединение с использованием кованой стальной полумуфты для муфтовой сварки или резьбовой согласно ASME B16.11 (Смотрите замечание (1)).

(b). Патрубковое присоединение, использующее кованный стальной адаптер для муфтовой сварки или резьбовой для условий по давлению и температуре выше, чем допускается для кованных стальных фитингов по ASME B16.11.

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Смотрите параграф 104.3.1(C.2) для патрубковых присоединений, не требующих расчетов усиления.

Рисунок 127.4.8(E). Типичные полнопроваренные сварные патрубковые присоединения для полумуфт или адаптеров размера NPS 3 и меньше.

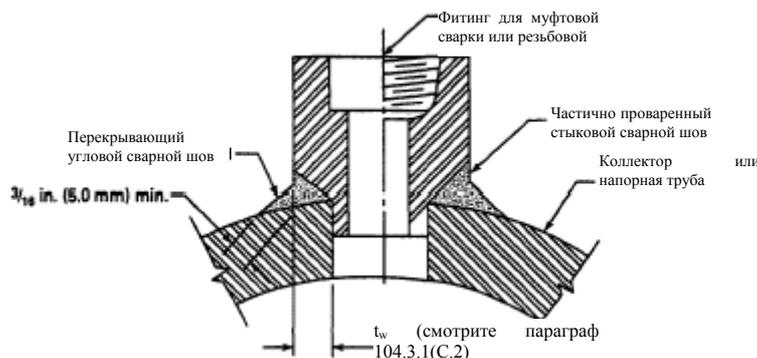


Рисунок 127.4.8(F). Типичное частично проваренное патрубковое присоединение для фитингов размера NPS 2 и меньше.

(A.3). если пользователь WPS квалифицировал по крайней мере одного сварщика с использованием этого WPS;

(A.4). если пользователь WPS принимает особую ответственность за работу по квалификации процедуры, выполненную для него, подписав отчеты, требуемые согласно параграфу 127.6.

Все четыре выше указанных условия должны быть удовлетворены до того, как WPS, квалифицированное таким образом, может быть использовано.

(B). *Сварщики и операторы сварочных автоматов.* Каждый работодатель должен

нести ответственность за квалификацию всех сварщиков и операторов сварочных автоматов, нанимаемых им.

Однако, чтобы избежать повторения усилий, он может принять квалификацию работы сварщика/оператора сварочного автомата (WPQ), сделанную предыдущим работодателем (при условии одобрения владельца или его агента) на трубопроводе с использованием такой же или эквивалентной процедуры, в которой существенные параметры находятся в пределах, установленных в Разделе IX,

Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Работодатель, принимающий такие квалификационные испытания, проведенные предыдущим работодателем, должен получить копию (от предыдущего работодателя) WPQ, показывающую наименование работодателя, который провел квалификацию сварщиков или операторов сварочных автоматов, даты таких квалификаций и свидетельство того, что сварщик или оператор сварочного автомата поддерживал эту квалификацию в соответствии с пунктом QW-322 раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Работодатель должен затем подготовить и подписать отчет, требуемый в соответствии с параграфом 127.6, принимая ответственность за способности сварщика или оператора сварочного автомата.

01

127.5.4. Стандартные технические требования к сварочной процедуре. Стандартные технические требования к сварочной процедуре, опубликованные Американским обществом сварки и указанные в Приложении E Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, допускаются для строительства в рамках этого Сборника в пределах ограничений, установленных Статьей V Раздела IX ASME.

127.6. Отчеты по сварке.

Работодатель должен составить и сохранить отчет (по WPS и/или WPQ), подписанный им и доступный покупателю или его агенту и инспектору, в отношении использованных WPS и сварщиков и/или операторов сварочных автоматов, нанятых им, в котором должны быть указаны даты и результаты квалификации процедур и работы.

WPQ также должен указывать идентификационный символ, присвоенный сварщику или оператору сварочного автомата, нанятого работодателем, и работодатель должен использовать этот символ, чтобы идентифицировать сварку, выполненную сварщиком или оператором сварочного автомата. Это может выполняться нанесением этого идентификационного символа на сварное соединение так, как указано работодателем. Иначе же, работодатель должен вести учет, который показывает сварные швы, выполненные таким сварщиком или оператором сварочного автомата.

128. ПАЙКА ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ.

128.1. Общие положения.

128.1.1. Процессы пайки твердым припоем, которые должны использоваться в соответствии с этой частью Сборника, должны удовлетворять всем требованиям к испытаниям, указанным в Разделе IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

128.2. Материалы.

128.2.1. Присадочный металл. Присадочный металл должен плавиться и свободно течь в пределах желаемого

температурного диапазона и вместе с подходящим флюсом или контролируемой атмосферой, должен увлажнять и прилипать к соединяемым поверхностям.

128.2.2. Флюс. Флюсы, которые являются жидкостями и химически активны при температуре пайки твердым припоем, должны использоваться, когда необходимо предотвратить окисление присадочного металла и соединяемых поверхностей и ускорить свободное течение присадочного металла.

128.3. Подготовка.

128.3.1. Подготовка поверхностей. Поверхности, подлежащие пайке твердым припоем, должны быть чистыми и свободными от жира, оксидов, краски, шелухи, грязи или другого материала, который будет вредить пайке. Подходящий химический или механический метод очистки может использоваться, чтобы обеспечить чистые увлажняемые поверхности для пайки твердым припоем.

128.3.2. Зазор в соединении. Зазор между соединяемыми поверхностями должен быть не больше, чем необходимо для полного капиллярного распределения присадочного металла.

128.4. Процедура.

128.4.1. Общие положения.

(А). Квалификация процедур пайки твердым припоем, которые должны использоваться, и работ паяльщика или оператора пайки твердым припоем требуется и должна удовлетворять требованиям параграфа 128.5.

(В). Никакая пайка твердым припоем не должна проводиться, если на участок, подлежащий пайке, падает дождь, снег, град или дует сильный ветер.

128.4.2. Нагрев. Соединение должно быть доведено до температуры пайки за такое короткое время, насколько это возможно, чтобы минимизировать окисление.

128.5. Квалификация.

128.5.1. Общие положения. Квалификация процедуры пайки твердым припоем и квалификация работы паяльщиков и операторов пайки твердым припоем должны проводиться в соответствии с требованиями Части QB, Раздел IX, Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением модификаций этих требований, указанных здесь.

128.5.2. Ответственность за пайку твердым припоем. Каждый работодатель (смотрите параграф 100.2) должен нести ответственность за пайку, выполненную его организацией, и работу паяльщиков или операторов пайки твердым припоем, нанятых его организацией.

128.5.3. Ответственность за квалификацию.

(А). *Процедура.* Каждый работодатель должен нести ответственность за проведение квалификации любого технического требования к процедуре пайки твердым припоем

Однако, чтобы избежать повторения усилий, и при условии одобрения владельца, может использоваться BPS, квалифицированное технически компетентной группой или агентством:

(А.1). если группа или агентство, квалифицирующее процедуры, отвечает всем требованиям к квалификации процедуры, указанным в этом Сборнике;

(А.2). если изготовитель принимает процедуру, квалифицированную таким образом;

(А.3). если пользователь процедуры квалифицировал, по крайней мере, одного паяльщика твердым припоем с использованием этого BPS;

(А.4). если пользователь процедуры принимает особую ответственность за работу по квалификации процедуры, выполненную для него, подписав отчеты, требуемые согласно параграфу 128.6.

Все четыре, выше указанных, условия должны быть удовлетворены до того, как процедура, квалифицированная таким образом, может быть использована.

(В). *Паяльщики и операторы пайки твердым припоем.* Каждый работодатель должен нести ответственность за квалификацию всех паяльщиков и операторов пайки твердым припоем, нанимаемых им. Однако, чтобы избежать повторения усилий, он может принять квалификацию работы паяльщика/оператора пайки твердым припоем (BPQ), сделанную предыдущим работодателем (при условии одобрения владельца или его агента) на трубопроводе с использованием такой же или эквивалентной процедуры, в которой существенные параметры находятся в пределах, установленных в Разделе IX, Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Работодатель, принимающий такие квалификационные испытания, проведенные предыдущим работодателем, должен получить копию (от предыдущего работодателя) BPQ, показывающую наименование работодателя, который провел квалификацию паяльщиков или операторов пайки твердым припоем, даты таких квалификаций и дату, когда паяльщик последний раз проводил пайку твердым припоем трубопроводных компонентов, находящихся под давлением, в соответствии с такой квалификацией. Работодатель должен, затем, подготовить и подписать отчет, требуемый в соответствии с параграфом 128.6, принимая ответственность за способности паяльщика или оператора пайки твердым припоем.

128.6. Отчеты по пайке твердым припоем.

Работодатель должен составить и сохранить отчет, подписанный им и доступный покупателю или его агенту и инспектору, в котором должны быть указаны даты и результаты квалификации процедур и работы.

BPQ также должен указывать идентификационный символ, присвоенный паяльщику или оператору пайки твердым припоем, нанятого работодателем, и работодатель должен использовать этот символ, чтобы идентифицировать сварку, выполненную паяльщиком или оператором пайки твердым припоем. Это может выполняться нанесением этого идентификационного символа на паяное соединение так, как указано

работодателем. Иначе же, работодатель должен вести учет, который показывает паяные соединения, выполненные таким паяльщиком или оператором пайки твердым припоем.

Таблица 129.3.2.

Примерные нижние критические температуры.

Материал	Примерная критическая температура (1), °F (°C)
Углеродистая сталь (P-номер 1)	1340 (725)
Углеродисто-молибденовая сталь (P-номер 3)	1350 (730)
1Cr-1/2Mo (P-номер 4, номер группы 1)	1375 (745)
1 1/2Cr01/2Mo (P-номер 4, номер группы 2)	1430 (775)
2 1/4Cr-1Mo, 3Cr-1Mo (P-номер 5A)	1480 (805)
5Cr-1/2Mo (P-номер 5B, номер группы 1)	1505 (820)
9Cr-1/2Mo (P-номер 5B, номер группы 2)	1490 (810)

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Эти значения приведены только как общее руководство. Пользователь может применять значения, полученные для специфических материалов, вместо этих значений.

129. ГИБКА И ФОРМОВКА.

1291.1. Гибка.

Труба может сгибаться с помощью любого горячего или холодного метода и на любой радиус, который приведет к согнутой поверхности, свободной от трещин, что должно быть определено методом исследования, указанным в проекте, и существенно свободной от продольного коробления. Такие сгибы должны отвечать требованиям к проектированию, указанным в параграфах 102.4.5 и 104.2.1. Это не должно запрещать использование колен, спроектированных как гофрированные или складчатые.

129.2. Формовка.

Трубопроводные компоненты могут формоваться (обжатием, нахлесткой или расковыванием трубных торцов, вытягиванием горловин и так далее) с помощью любого горячего или холодного метода обработки, при условии, что такие процессы приводят к формованным поверхностям, которые однородны и свободны от трещин или других дефектов, что должно быть определено методом исследования, указанным в проекте.

129.3. Термическая обработка колен и формованных компонентов

129.3.1. Горячая гибка или формовка проводятся при температуре выше $T_{crit} - 100^\circ\text{F}$ (56C), где T_{crit} — это нижняя критическая температура материала. Холодная гибка или формовка проводятся при температуре ниже $T_{crit} - 100^\circ\text{F}$ (56C). (Смотрите таблицу 129.3.2, в которой указаны нижние критические температуры).

129.3.2. Термическая обработка после гибки или формовки, в течение времени и при температурных циклах, указанных для послесварочной термической обработки в Таблице 132, требуется для всех материалов из углеродистой стали (Р-номер 1) с номинальной толщиной стенки больше 3/4 дюйма (19.0 миллиметра), если только операции гибки или формовки не проводятся и не заканчиваются при температурах 1650°F (900С) и выше.

129.3.3. Термическая обработка после гибки или формовки, как определено ниже, требуется для всех материалов из ферритной легированной стали (исключая Р-номер 1) с номинальным размером трубы 4 дюйма и больше или с номинальной толщиной 1/2 дюйма (13.0 миллиметра) и больше.

(А). Если выполняется горячая гибка или формовка, материал должен проходить термическую обработку полным закаливанием, нормализацией и отпуском, или отпуск термообработкой, как указано проектировщиком.

(В). Если выполняется холодная гибка или формовка, термическая обработка требуется при продолжительности и термическом цикле, указанных для материалов в Таблице 132.

129.3.4. Термическая обработка после гибки или формовки для других материалов, включая аустенитную нержавеющую сталь, и не требуется, и не запрещается. Если термическая обработка после гибки или формовки должна проводиться, проектировщик должен полностью описать процедуру, которая должна при этом использоваться.

130. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ И КРЕПЛЕНИЮ ТРУБОПРОВОДНЫХ ОПОР.

130.1.

Стандартные трубные подвески и опоры должны изготавливаться в соответствии с требованиями MSS SP-58. Сварщики, операторы сварочных автоматов и WPS должны быть квалифицированы в соответствии с требованиями Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

130.2.

Особые подвески, опоры, якоря и направляющие, не определенные как стандартные типы компонентов подвески в MSS SP-58, должны свариваться в соответствии с требованиями параграфа 127 (параграф 132 не применим, за исключением случаев, когда это требуется в соответствии с используемой сварочной процедурой) и должны обследоваться в соответствии с требованиями параграфа 136.4.2.

130.3.

Сварные швы, крепящие подвески, опоры, направляющие и якоря к трубопроводной системе, должны отвечать требованиям Глав V и VI этого Сборника.

131. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ ПЕРЕД СВАРКОЙ.

131.1.

Требования к предварительному нагреву, указанные здесь, являются обязательными минимальными значениями.

Температура базового металла перед сваркой должна быть равна или выше указанной минимальной температуры во всех направлениях от точки сварки на расстояние 3 дюйма или расстояние, равное 1.5-кратной толщине базового металла (как определено в параграфе 131.4.1) – в зависимости от того, какая величина будет большей.

Температура базового металла для прихваточных сварных швов должна быть равна или выше указанной минимальной температуры на расстоянии не меньше чем 1 дюйма во всех направлениях от точки сварки.

131.2.

При сварке двух материалов с различными Р-номерами, требуемая минимальная температура предварительного нагрева должна быть большей температурой для свариваемых материалов.

131.3.

Температура предварительной сварки должна проверяться с помощью карандашей, указывающих температуру, термометров или других подходящих методов, чтобы гарантировать, что требуемая температура предварительного нагрева достигается до и равномерно поддерживается во время операции сварки.

131.4. Температура предварительного нагрева.

Минимальная температура предварительного нагрева для всех материалов должна быть 50°F (10°C), если иное не указано в следующих параграфах.

131.4.1. Толщина, на которую проводится ссылка, является большей номинальной толщиной на сварном шве деталей, которые должны быть соединены.

131.4.2. Р-номер 1. 175°F (80С) для материала, который имеет указанное минимальное содержание углерода больше 0.30% и толщину на соединении больше 1 дюйма (25.0 миллиметра). Предварительный нагрев может основываться на реальном содержании углерода, определенного с помощью анализа ковшовой пробы или анализа продукта в соответствии с техническим требованием к материалу, вместо максимального содержания углерода, указанного в техническом требовании к материалу.

131.4.3. Р-номер-3. 175 °F (80°C) для материала или форм продукта, который имеет либо указанную минимальную прочность на растяжение больше 60,000 psi (413.7 МПа), либо толщину на соединении больше 1/2 дюйма (13.0 миллиметра).

131.4.4. Р-номер 4. 250°F (120°C) для всех материалов.

131.4.5. Р-номера 5А и 5В.

(А). 400°F (200°C) для материала, который имеет либо указанную минимальную прочность на растяжение больше 60,000 psi (413.7 МПа), либо имеет указанное минимальное содержание хрома больше 6.0% и толщину на соединении больше 1/2 дюйма (13.0 миллиметра).

(В). 300°F (150°C) для всех других материалов, имеющих такой Р-номер.

131.4.6. Р-номер 6. 400°F (200°C) для всех материалов.

131.4.7. Р-номера 9А и 9В.

(а). 250°F (120°C) для всех материалов с Р-номером 9А.

(б). 300°F (150°C) для всех материалов с Р-номером 9В.

131.4.8. Р-номер 10I. 300°F (150°C) с максимальной температурой между проходами 450°F (230°C) максимум.

131.5.

Для наложения корневого валика с помощью дуговой сварки с инертным газом и вольфрамовым сварочным электродом, может использоваться более низкая температура предварительного нагрева в соответствии с температурой, установленной в WPS.

131.6. Прерывание сварки.

131.6.1. После того, как начнется сварка, минимальная температура предварительного нагрева должна поддерживаться до тех пор, пока не будет проведена любая требуемая РВНТ (послесварочная термическая обработка) на материалах с Р-номерами 3, 4, 5А, 5В и 6, за исключением тех случаев, когда удовлетворены все нижеследующие условия.

(А). наплавлено минимум 3/4 дюйма толщины металла сварного шва или заполнено минимум 25% сварочного желобка – в зависимости от того, какая величина будет меньше (сварное соединение должно иметь достаточную опору, чтобы предотвратить перенапряжение сварного шва, если сварное соединение должно переноситься или иным образом нагружаться).

(В). Для материалов с Р-номерами 3, 4 и 5А (с содержанием хрома 3.0% максимум), допускается, чтобы сварной шов медленно остывал до комнатной температуры.

(С). Для материалов с Р-номерами 5В (с содержанием хрома больше 3.0%) и Р-номером 6, сварной шов подвергается адекватной промежуточной термической обработке с контролируемой скоростью охлаждения.

(D). После охлаждения и до возобновления сварки, визуальное исследование сварного шва должно

проводиться, чтобы гарантировать, что не образовалось никаких трещин

(Е). Требуемый предварительный нагрев должен применяться до того, как сварка будет возобновлена.

132. ПОСЛЕСВАРОЧНАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

132.1.

Перед применением подробных требований и исключений, указанных в этих параграфах, удовлетворительная квалификация WPS, которое должно использоваться, должна быть проведена в соответствии с существенными параметрами Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, включая условия послесварочной термической обработки или недостаток послесварочной термической обработки и включая другие ограничения, указанные ниже. За исключением случаев, указанных в параграфах 132.2 и 132.3, все сварные швы в материалах, включенных в группы Р-номеров, указанные в Таблице 132, должны проходить послесварочную термическую обработку в пределах температурного диапазона, указанного в Таблице 132. (Диапазон, указанный в Таблице 132, может модифицироваться Таблицей 132.1 для нижнего предела, и параграфом 132.2 для верхнего предела). Материалы в Таблице 132 приведены в соответствии с группировкой по Р-номерам в Приложении А. Сварные швы в материалах, не включенных в Таблицу 132, должны проходить термическую обработку в соответствии с WPS.

132.2.

Термическая обработка может выполняться подходящим методом нагревания, который обеспечит желаемые скорости нагрева и охлаждения, требуемую температуру металла, однородность температуры и контроль над температурой.

(А). Верхний предел температурного диапазона РВНТ в Таблице 132 является рекомендуемым значением, которое может быть превышено при условии, что реальная температура не будет превышать нижнюю критическую температуру любого из свариваемых материалов (смотрите таблицу 129.3.2).

(В). Когда детали с разными Р-номерами соединяются с помощью сварки, послесварочная термическая обработка должна быть такой, как указано для материала, требующего более высокой температуры РВНТ. Когда деталь, не находящаяся под давлением, приваривается к детали, находящейся под давлением, и РВНТ требуется для любой из них, максимальная температура РВНТ не должна превышать максимальную температуру, допустимую для детали, находящейся под давлением.

(С). Осторожность необходима для того, чтобы избежать металлургического повреждения некоторых материалов или сварных швов, которые не должны выдерживать или не квалифицированы на выдерживание требуемых температур РВНТ.

Таблица 132.
Послесварочная термическая обработка.

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 1, номера групп 1, 2, 3	от 1100 (600) до 1200 (650)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 1 необязательна при условии, что выполнены все следующие условия:

- (1). минимальная толщина, как определено в параграфе 132.4.1, равна 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) или меньше.
- (2). минимальный предварительный нагрев в 200°F (95°C) применяется, когда номинальная толщина материала любого из базовых металлов превышает 1 дюйм (25.0 миллиметров).

(В). Когда непрактично проводить РВНТ в температурном диапазоне, указанном в Таблице 132, допускается проводить РВНТ этого материала при более низких температурах в течение более длительного времени в соответствии с Таблицей 132.1.

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 3, номера групп 1, 2	от 1100 (600) до 1200 (650)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 3 необязательна, при условии, что выполнены все следующие условия:

- (1). минимальная толщина, как определено в параграфе 132.4.1, равна 5/8 дюйма (16.0 миллиметров) или меньше.
- (2). минимальный предварительный нагрев в 200°F (95°C) применяется, когда номинальная толщина материала любого из базовых металлов превышает 5/8 дюйма (16.0 миллиметров).
- (3). указанное содержание углерода базового материала с Р-номером 3 равно 0.25% или меньше.

(В). Когда непрактично проводить РВНТ в температурном диапазоне, указанном в Таблице 132, допускается проводить РВНТ этого материала при более низких температурах, в течение более длительного времени в соответствии с Таблицей 132.1.

132.3. Исключения из требований по обязательной РВНТ

132.3.1. Послесварочная термическая обработка не требуется при следующих условиях:

(А). сварные швы выполняются в цветных металлах;

(В). сварные швы исключены в соответствии с Таблицей 132

(С). сварные швы подвергаются температурам большим, чем нижняя критическая температура (смотрите Таблицу 129.3.2) во время изготовления, при условии, что WPS была квалифицирована с РВНТ (смотрите параграф 132.1) при температурном диапазоне, который будет достигаться во время изготовления.

132.3.2. Исключения из послесварочной термической обработки в Таблице 132 могут основываться на реальном химическом составе, определенном с помощью анализа ковшовой пробы или анализа продукта в соответствии с техническими требованиями к материалу, вместо

указанного или максимального указанного химического состава.

132.4. Определение толщины, определяющей РВНТ.

132.4.1. Термин *номинальная толщина*, используемый в Таблице 132 и Замечаниях к ней, является меньшей толщиной из пунктов (А) и (В):

(А). толщина сварного шва;

(В). толщина более толстого из материалов, соединяемых сварным швом.

132.4.2. Толщина сварного шва, которая является фактором, определяющим номинальную толщину, определяется следующим образом:

(А). для стыковых сварных швов (кольцевых и продольных) – более толстый из стыкуемых торцов после подготовке к сварке, включая станочную обработку внутреннего диаметра;

(В). для угловых сварных швов – толщина полезного вылета сварного шва;

(С) для частично проваренных сварных швов – глубина разделки кромок под сварку;

Таблица 132
Послесварочная термическая обработка (продолжение)

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)	50 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 4, номера групп 1, 2	от 1300 (700) до 1375 (750)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 4 необязательна, при условии, что выполнены все следующие условия:

(1). сварные швы в трубах и крепежные сварные швы к трубам, удовлетворяющие следующим условиям:

- (А). номинальная толщина материала 1/2 дюйма (13.0 миллиметра) или меньше;
- (В). указанное содержание углерода в материале, подлежащем сварке, равно 0.15% или меньше;
- (С). применение минимального предварительного нагрева 250°F (120°C) во время сварки;

(2). для герметизирующей сварки резьбовых или других механических соединений:

- (А). герметизирующий сварной шов имеет толщину полезного вылета 3/8 дюйма (9.0 миллиметра) или меньше;
- (В). минимальный предварительный нагрев 250°F (120°C) поддерживается во время сварки.

(3). Крепежные сварные швы для прикреплений, не несущих нагрузку, при соблюдении условий (А)(2) и (А)(3), выше, и следующих условий:

(А). должны использоваться сварные швы приварки штырей или угловые сварные швы, выполненные с помощью процессов SMAW или GTAW;

(В). затвердевшая часть зоны термического влияния (HAZ) не должна нарушать требования к минимальной толщине стенки трубы, определенной в соответствии с квалификацией сварочной процедуры с использованием максимальной подачи тепла при сварке. Глубина HAZ должна браться как точка, в которой твердость HAZ не превышает средней твердости базового металла вне пределов HAZ на более чем 10%.

(С). Если используется SMAW, сварочный электрод должен быть низководородного типа;

(D). толщина испытательной пластины, использованной при проведении квалификации сварочной процедуры, в соответствии с Разделом IX, должна быть не меньше, чем толщина материала, который должен быть сварен.

(Е). крепежный сварной шов имеет толщину полезного вылета 3/16 дюйма или меньше.

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)	50 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 5А, номер групп 1	от 1300 (700) до 1400 (760)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 5А необязательна при условии, что выполнены все следующие условия:

(1). сварные швы в трубах и крепежные сварные швы к трубам, удовлетворяющие следующим условиям:

- (А). номинальная толщина материала 1/2 дюйма (13.0 миллиметра) или меньше;
- (В). указанное содержание углерода в материале, подлежащем сварке, равно 0.15% или меньше;
- (С). применение минимального предварительного нагрева 300°F (150°C) во время сварки.

(2). Крепежные сварные швы для прикреплений, не несущих нагрузку, при соблюдении условий (А)(2) и (А)(3), выше, и следующих условий:

(А). должны использоваться сварные швы приварки штырей или угловые сварные швы, выполненные с помощью процессов SMAW или GTAW;

(В). затвердевшая часть зоны термического влияния (HAZ) не должна нарушать требования к минимальной толщине стенки трубы, определенной в соответствии с квалификацией сварочной процедуры с использованием максимальной подачи тепла при сварке. Глубина HAZ должна браться как точка, в которой твердость HAZ не превышает средней твердости базового металла вне пределов HAZ на более чем 10%.

(С). Если используется SMAW, сварочный электрод должен быть низководородного типа;

(D). толщина испытательной пластины, использованной при проведении квалификации сварочной процедуры в соответствии с Разделом IX, должна быть не меньше, чем толщина материала, который должен быть сварен;

(Е). крепежный сварной шов имеет толщину полезного вылета 3/16 дюйма или меньше.

Таблица 132.
Послесварочная термическая обработка (продолжение)

Р-номер из Приложения А	Диапазон выдержки, °F (°C)	температуры	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
			до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 5В, номера групп 1, 2	от 1300 (700) до 1400 (760)		1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

Р-номер из Приложения А	Диапазон выдержки, °F (°C)	температуры	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
			до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 6, номера групп 1, 2, 3	от 1400 (760) до 1475 (800)		1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ:

(А). РВНТ является необязательной для материалов Типа 410 с Р-номером 6. при условии, что выполнены все нижеследующие условия:

- (1). указанное содержание углерода не больше 0.08%;
- (2). номинальная толщина материала 3/8 дюйма (10 миллиметров) или меньше;
- (3). сварной шов выполняется с использованием присадочного металла с А-номером 8, А-номером 9 или F-номером 43.

Р-номер из Приложения А	Диапазон выдержки, °F (°C)	температуры	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
			до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 7, номера групп 1, 2	от 1350 (730) до 1425 (775)		1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). Вместо скорости охлаждения, описанной в параграфе 132.5, скорость охлаждения материала с Р-номером 7 должна быть не больше, чем 100°F (55°C) в час, в диапазоне выше 1200°F (650C), после чего скорость охлаждения должна быть достаточно быстрой, чтобы избежать охрупчивания

(В). РВНТ является необязательной для материалов Типа 405 с Р-номером 7, при условии, что выполнены все нижеследующие условия:

- (1). указанное содержание углерода не больше 0.08%;
- (2). номинальная толщина материала 3/8 дюйма (10 миллиметров) или меньше;
- (3). сварной шов выполняется с использованием присадочного металла с А-номером 8, А-номером 9 или F-номером 43.

Р-номер из Приложения А	Диапазон выдержки, °F (°C)	температуры	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
			до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов	(50 миллиметров)
Р-номер 8, номера групп 1, 2, 3, 4	нет		нет	нет	

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ:

(А). РВНТ и не требуется, и не запрещается для соединений между аустенитными нержавеющейми сталями с Р-номером 8.

Таблица 132.
Послесварочная термическая обработка (продолжение)

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)	50 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 9А, номер группы 1	от 1100 (600) до 1200 (650)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 9А необязательна при условии, что выполнены все следующие условия:

- (1). номинальная толщина материала равна 1/2 дюйма (13.0 миллиметров) или меньше;
- (2). указанное содержание углерода в материале, который должен быть сварен, равна 0.15% или меньше;
- (3). минимальный предварительный нагрев в 250°F (120°C) поддерживается во время сварки

(В). Когда непрактично проводить РВНТ в температурном диапазоне, указанном в Таблице 132, допускается проводить РВНТ этого материала при более низких температурах в течение более длительного времени, в соответствии с Таблицей 132.1, но минимальная температура РВНТ должна быть не меньше, чем 1000°F (550°C).

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)	50 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 9В, номер группы 1	от 1100 (600) до 1175 (630)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	2 часа плюс 15 минут для каждых дополнительных 2 дюймов (50 миллиметров)	

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). РВНТ для материалов с Р-номером 9В необязательна для номинальной толщины материала 5/8 дюйма (16.0 миллиметра) и меньше, при условии, что квалификация сварочной процедуры была проведена с использованием материала толщины, равной или большей, чем производственный сварной шов.

(В). Когда непрактично проводить РВНТ в температурном диапазоне, указанном в Таблице 132, допускается проводить РВНТ этого материала при более низких температурах в течение более длительного времени, в соответствии с Таблицей 132.1, но минимальная температура РВНТ должна быть не меньше, чем 1000°F (550°C).

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины		
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)	50 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 10Н, номер группы 1

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ:

(А). Послесварочная термическая обработка и не требуется, и не запрещается. Если какая-нибудь термическая обработка проводится после формовка или гибки, она должна проводиться в пределах температурных диапазонов, указанных ниже для конкретных сплавов, после этого должно следовать быстрое охлаждение:

Сплав S31803	1870°F – 2010°F
Сплав S32550	1900°F – 2050°F
Сплав S32750	1880°F – 2060°F
другие сплавы	1800°F – 1900°F

Таблица 132.
Послесварочная термическая обработка (продолжение)

Р-номер из Приложения А	Диапазон температуры выдержки, °F (°C)	Время выдержки в зависимости от номинальной толщины	
		до 2 дюймов (50 миллиметров)	больше 2 дюймов (50 миллиметров)
Р-номер 10I, номер группы 1	от 1350 (730) до 1500 (815)	1 час/дюйм (25 миллиметров) 15 минут минимум	1 час/дюйм (25 миллиметров)

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(А). Вместо скорости охлаждения, описанной в параграфе 132.5, скорость охлаждения материала с Р-номером должна быть не больше, чем 100°F в час в диапазоне выше 1200°F (650С), после чего скорость охлаждения должна быть достаточно быстрой, чтобы избежать охрупчивания.

(В). Послесварочная термическая обработка и не требуется, и не запрещена для номинальной толщины 1/2 дюйма и меньше.

(D). сварные швы для устранения дефектов в материале – глубина полости, подлежащей ремонту;

(Е) сварные швы на патрубковых присоединениях – толщина сварного шва является размером, имеющим место в плоскости, пересекающей продольные оси, и вычисляется, как показано для каждой схемы с использованием:

t_c = меньшая из величин 1/4 дюйма или $0.7t_{nb}$.

(1). для сварных швов, описанных на рисунке 127.4.8(D):

Схема (a)

толщина сварного шва = $t_{nb} + t_c$

Схема (b)

толщина сварного шва = $t_{nb} + t_c$

Схема (c)

толщина сварного шва = большая из двух величин: $t_{nr} + t_c$ или $t_{nb} + t_c$

Схема (d)

толщина сварного шва = $t_{nb} + t_{nr} + t_c$

Схема (e)

толщина сварного шва = $t_{nb} + t_c$

(2). для сварных швов, описанных на рисунках 127.4.8(E) и (F):

толщина сварного шва = глубина стыкового сварного шва + толщина полезного вылета перекрывающего углового сварного шва.

132.4. Термин *номинальная толщина материала*, используемый в Таблице 132, является более толстым из материалов, которые должны быть соединены, на сварном шве.

132.5. Требования к нагреванию и охлаждению при РВНТ.

Выше 600°F (315°C), скорость нагревания и скорость охлаждения не должны превышать 600°F (315°C) в час, деленные на половину максимальной толщины материала (в дюймах) на сварном шве, но ни в коем случае скорость не должна превышать 600°F (315°C) в

час. (Смотрите Таблицу 132, в которой приведены требования к скорости охлаждения для материалов с Р-номерами 7 и 10I).

132.6. Нагрев в печи.

(А). Нагрев узла в печи должен использоваться, когда это практично; однако, размер или форма изделия или неблагоприятное воздействие желаемой термической обработки на один или несколько компонентов, когда идет речь о разнородных металлах, могут заставить использовать альтернативные процедуры, такие как нагрев одного участка перед сборкой или применение локального нагрева в соответствии с параграфом 132.7.

(В). Узел может проходить послесварочную термическую обработку за более, чем одно нагревание в печи, при условии, что имеется перекрывание, по крайней мере, 1 фут (300 миллиметров) обрабатываемых участков, а часть узла, находящаяся вне печи, экранируется так, чтобы температурный градиент не был вредным.

(С). Запрещается прямое столкновение пламени об узел.

132.7. Локальный нагрев.

Сварные швы могут проходить РВНТ локально, с помощью нагревания кольцевой полосы вокруг всего компонента со сварным швом, находящимся в середине этой полосы. Ширина полосы, нагреваемой до температуры РВНТ для кольцевых сварных швов должна быть, по крайней мере, в три раза шире толщины стенки на сварном шве более толстой соединяемой детали. Для сварных швов на патрубках и крепежных сварных швов, ширина полосы, нагреваемой до температуры РВНТ, должна простираться за пределы патрубкового или крепежного сварного шва с каждой стороны на, по крайней мере, двукратную

Таблица 132.1.

Требования к альтернативной послесварочной термической обработке для углеродистой и низколегированной сталей.

Уменьшение температуры ниже минимальной указанной температуры, °F (°C)	Минимальное время выдержки при уменьшенной температуре, часов (Замечание (2))
50 (28)	2
100 (56)	3
150 (84) (Замечание (1))	10
200 (112) (Замечание (1))	20

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ:

Послесварочная термическая обработка при более низких температурах в течение более длительного времени, в соответствии с этой Таблицей, должна использоваться только, когда это допускается в соответствии с Таблицей 132.

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Уменьшение на более чем 100°F (56°C) ниже минимальной указанной температуры допускается только для материалов с Р-номерами 1, группа номер 1 и 2.

(2). Показанное время применяется к толщинам до 1 дюйма (25 миллиметров). Добавляйте по 15 минут/дюйм (15 минут/25 миллиметров) толщины для толщин больших, чем 1 дюйм (25 миллиметров).

толщину коллектора и должна полностью простирается вокруг коллектора.

133. НАНЕСЕНИЕ ШТАМПОВ.

Штамп, если используются, должны наноситься таким методом, которые не будут приводить к резким неоднородностям. Ни в коем случае, штамп не должен приводить к нарушениям требований по минимальной толщине стенки или приводить к выдавливаниям материала или сокращению проходного отверстия труб.

ВНИМАНИЕ: Разрушительные эффекты могут возникать в результате нанесения штампов на материалы, которые будут эксплуатироваться в длительных условиях ползучести или ползучей усталости.

135. СБОРКА.**135.1. Общие положения.**

Сборка различных трубопроводных компонентов, не зависимо от того, производится ли она в цехе или в поле, должна проводиться так, чтобы полностью смонтированный трубопровод отвечал требованиям инженерного проекта.

135.2. Выравнивание.

135.2.1. Присоединения оборудования. При производстве присоединений к оборудованию, такому как насосы или турбины, или другим трубопроводным компонентам, которые чувствительны к нагрузкам, накладываемым извне, носильное выравнивание

трубопровода запрещено, если это действие приводит к торцевым реакциям, которые превышают торцевые реакции, допускаемые в соответствии с проектом.

135.2.2. Холодная деформация. Перед сборкой соединений в трубопроводе, который должен быть подвергнут холодной деформации, необходимо провести исследование направляющих, опор и якорей на наличие препятствий, которые могут вмешаться в желаемое движение или привести к нежелательному движению. Зазор или нахлестка трубопровода перед сборкой должны сверяться с проектными техническими требованиями и исправляться, если необходимо.

135.3. Болтовые фланцевые присоединения.

135.3.1. Посадка. Все фланцевые соединения должны садиться так, чтобы поверхности контакта с прокладками опирались равномерно на прокладки, и затем должны затягиваться с относительно единообразным напряжением болтов.

135.3.2. Сжатие прокладки. При затягивании болтов на фланцевых соединениях с прокладками, прокладка должна правильно сжиматься, в соответствии с принципами проектирования, применимыми к используемому типу прокладки.

135.3.3. Соединения между литым чугуном и сталью. Фланцевые соединения между литым чугуном и сталью, в соответствии с параграфом 108.3, должны собираться с осторожностью, чтобы избежать повреждения фланца из литого чугуна.

135.3.4. Зацепление болтов. Все болты должны войти в зацепление так, чтобы было видимое свидетельство того, что их резьба полностью прошла через гайку или резьбовое крепление.

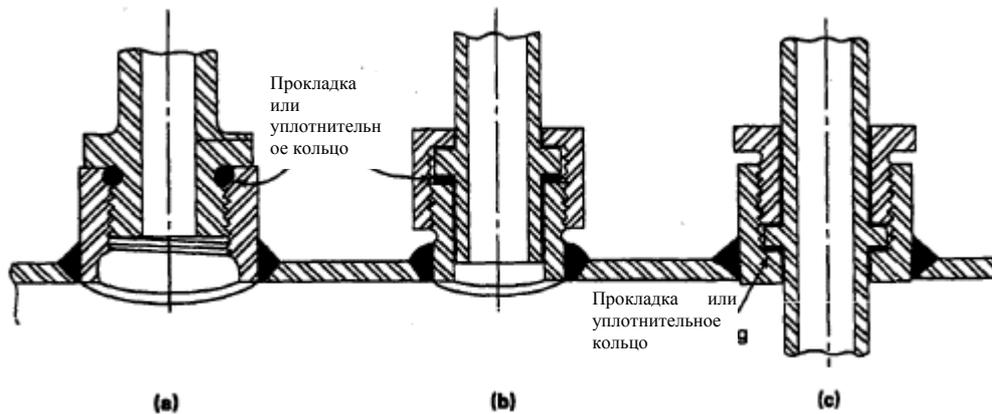
135.3.5. Соединения, облицованные неметаллами. При сборке соединений, облицованных неметаллами, таких, как стальные трубы, облицованные пластиком, следует учитывать меры по поддержанию электрической проводимости между фланцевыми трубными участками, когда это требуется.

135.4. Набивные соединения и законопаченные соединения.

Осторожность должна использоваться, чтобы гарантировать зацепление элементов соединения. Когда набивные соединения используются, чтобы поглощать термическое расширение, должный зазор должен быть обеспечен на дне муфты, чтобы допускать движение.

135.5. Резьбовые трубы.

135.5.1. Резьбовой состав. Любой состав или смазка, используемые в резьбовых соединениях, должен быть пригодными для условий эксплуатации, и должен быть совместимым с трубопроводным материалом и технологической средой.



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Резьба является цилиндрической резьбой в соответствии с ASME B1.1.

Рисунок 135.5.3. Типичные резьбовые соединения, использующие цилиндрическую резьбу.

135.5.2. Соединения для герметизирующей сварки. Резьбовые соединения, которые должны быть в последствии обварены герметизирующей сваркой, в соответствии с параграфом 127.4.5, должны выполняться без какого-либо резьбового состава.

135.5.3. Соединения, использующие цилиндрическую резьбу. Некоторые соединения, использующие цилиндрическую резьбу с уплотнением на поверхности, отличной от резьбы, показаны на рисунке 135.5.3. Следует использовать осторожность, чтобы избежать перекашивания уплотнения при установке таких соединений в узлы трубопровода с помощью сварки или пайки твердым припоем.

135.5.4. Зачеканивание. Зачеканивание резьбовых соединений для достижения выравнивания запрещено.

135.6. Соединения трубок.

135.6.1. Развальцованные. Уплотнительная поверхность должна быть свободной из вредных дефектов до инсталляции.

135.6.2. Неразвальцованные и компрессионные. Неразвальцованные и компрессионные соединения должны собираться, в соответствии с рекомендациями производителя.

ГЛАВА VI. ОСМОТР, ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ.

136. ОСМОТР И ИССЛЕДОВАНИЕ.

136.1. Осмотр.

136.1.1. Общие положения. Этот Сборник проводит разницу между "исследованием" и "осмотром". Осмотр – это ответственность владельца и может проводиться работниками владельца или стороной, уполномоченной владельцем, за исключением осмотров, требуемых в соответствии с параграфом 136.2. До начальной эксплуатации, трубопроводная установка должна быть осмотрена, чтобы гарантировать соответствие инженерному проекту и требованиям, предъявляемым к материалам, изготовлению, сборке, исследованиям и испытаниям в этом Сборнике.

136.1.2. Проверка соответствия. Соответствие требованиям этого Сборника должно проверяться Уполномоченным Инспектором, когда должен наноситься штамп Сборника, в соответствии с Разделом I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Должны применяться правила этого Сборника, и требования к системам контроля качества Приложения A-300 к разделу I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Требования к системам контроля качества приведены в Приложении J к этому Сборнику. Обязанности Инспектора должны быть такими, как определено в пункте PG-90 Раздел I, Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Формуляры отчета по данным включены в Приложение к разделу I ASME для использования при составлении необходимых отчетов по инспекциям. Инспектор должен убедиться, что трубопровод был построен в соответствии с применимыми требованиями этого Сборника.

136.1.3. Права Инспекторов. Инспектора должны иметь доступ к любому участку, на котором проводится работа, имеющая отношение к строящемуся трубопроводу. Это включает производство, сборку, термическую обработку, сборку, монтаж, исследование и испытание трубопровода. Они должны иметь право проводить аудит любого исследования, инспектировать трубопровод с использованием любого подходящего метода исследования, требуемого в соответствии с инженерным проектом или этим Сборником, и просматривать все сертификаты и отчеты, необходимые для того, чтобы выполнить ответственность владельца, указанную в параграфе 136.1.1.

136.1.4. Квалификации инспекторов, работающих у владельца.

(А). Инспектор владельца должен назначаться Владельцем, и он должен быть наемным работником владельца, работником инжиниринговой или научной организации или работником признанной страховой или инспекционной компании, действующей как агент владельца. Инспектор владельца не должен быть работником производителя, сборщика или монтажника трубопровода, если только владелец не является также производителем, сборщиком или монтажником.

(В). Инспектор владельца должен иметь не менее 10 лет опыта проектирования, производства, монтажа, сборки или инспектирования энергетических трубопроводов. Каждый год удовлетворительной завершенной работы на пути получения инженерной степени, признанной Аккредитационным советом по инжинирингу и технологии, должен зачитываться как один год опыта, но не более 5 лет в общей сложности.

(С). При делегировании обязанностей по проведению инспекций (осмотров), владелец несет ответственность за определение того, что лицо, которому делегируется функция проведения осмотров, квалифицировано для выполнения такой функции.

136.2. Осмотр и квалификация уполномоченного инспектора для внешнего трубопровода водогрейного котла.

136.2.1. Трубопровод, для которого требуется осмотр и нанесение штампа в соответствии с параграфом 100.1.2(A), должен инспектироваться во время строительства и после завершения строительства и, по выбору уполномоченного инспектора, на таких стадиях работы, которые он захочет указать. Для особых требований смотрите применимые части Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, параграфы с PG-104 по PG-113. Каждый производитель, сборщик или монтажник должен содействовать уполномоченным инспекторам в их работе.

136.2.1.1. Инспекции (осмотры), требуемые в соответствии с этим разделом, должны выполняться инспектором, нанятым Уполномоченным инспекционным агентством, аккредитованным ASME.

136.2.2. Сертификация, с помощью нанесения штампа и заполнения формуляров по данным, когда требуется, должна проводиться в соответствии с параграфами PG-104, PG-105, PG-109, PG-110, PG-111 и PG-112 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

136.3. Исследование.

136.3.1. Общие положения. Исследование обозначает функции, выполняемые производителем, сборщиком, монтажником или лицом, уполномоченным владельцем, которые включают в себя исследования неразрушающими методами (NDE), такие как визуальное, радиографическое, ультразвуковое, вихревыми токами, проникающей жидкостью и магнитными частицами. Глубина исследования и стандарты приемлемости, выходящие за рамки требований этого Сборника, должны быть предметом предварительного согласования между производителем, сборщиком или монтажником и Владелец.

136.3.2. Квалификация персонала для NDE. Персонал, который выполняет исследования неразрушающими методами сварных швов, должен квалифицироваться и сертифицироваться для каждого метода исследования в соответствии с программой, разработанной работодателем сертифицируемого персонала, которая должна базироваться на следующих минимальных требованиях:

(А). инструкция по основам неразрушающего метода исследования;

(В). тренинг в процессе работы, для того чтобы познакомить персонал NDE с внешним видом и интерпретацией индикаций дефектов сварных швов. продолжительность такого тренинга должна быть достаточной, чтобы гарантировать адекватное усвоение требуемых знаний;

(С). обследование зрения, выполняемое, по крайней мере, один раз в год, чтобы определить оптическую способность персонала NDE проводить требуемые исследования;

(D). после завершения пунктов (А) и (В), выше, персонал NDE должен пройти устный или письменный экзамен и проверку в работе работодателем, чтобы определить квалифицирован ли персонал NDE для выполнения требуемых исследований и интерпретации результатов;

(Е). сертифицированный персонал NDE, чья работа не включала выполнение какого-либо особого метода исследования в течение 1 года или больше, должен пройти повторную сертификацию. Повторная сертификация проводится успешным выполнением исследования пункта (D), выше, а также прохождением обследования зрения в пункте (С), выше. Существенные изменения в процедурах или оборудовании должно потребовать повторную сертификацию персонала NDE.

Следующее может использоваться, как альтернативы к только что описанным программам, в зависимости от применимости: SNT-TC-1A или CP-189; а персонал, квалифицированный по AWS QC-1, может использоваться для визуального исследования сварных швов.

136.4. Методы исследования сварных швов.

136.4.1. Исследование неразрушающими методами. Исследования неразрушающими методами должны проводиться, в соответствии с требованиями этой Главы. Типы и глубина обязательных исследований для сварных швов, находящихся под давлением, и сварных швов на

компонентах, удерживающих давление, указаны в Таблице 136.4. Для сварных швов, отличных от тех, что охвачены в Таблице 136.4, требуется только визуальное исследование. Сварные швы, требующие исследование неразрушающими методами, должны отвечать применимым стандартам приемлемости для индикаций, как указано в параграфах 136.4.2 – 136.4.6. Как общее руководство, способности к обнаружению дефектов для различных методов исследования показаны в Таблице 136.4.1. Сварные швы, не требующие исследования (то есть RT, UT, MT или PT) в соответствии с этим Сборником или инженерным проектом, должны считаться приемлемыми, если они отвечают требованиям к исследованиям, указанным в параграфе 136.4.2, и требованиям к испытанию давлением, указанным в параграфе 137.

136.4.2. Визуальное исследование. Визуальное исследование, как определено в параграфе 100.2, должны выполняться, когда необходимо, во время изготовления и монтажа трубопроводных компонентов, чтобы обеспечить проверку того, что требования проекта и WPS удовлетворяются в процессе работы. Кроме того, визуальное исследование должно проводиться, чтобы проверить, что все законченные сварные швы в трубе и трубопроводных компонентах отвечают стандартам приемлемости, указанным в пункте (А), ниже, или находятся в пределах ограничений на изъяны, указанных в технических требованиях к материалу, в соответствии с которыми была изготовлена труба или компонент.

(А). *Стандарты приемлемости.* Следующие индикации не приемлемы:

(А.1). трещины – внешняя поверхность;

(А.2). поднутрение на поверхности, которое больше, чем 1/32 дюйма (1.0 миллиметра) глубиной;

(А.3). усиление сварного шва больше, чем указано в Таблице 127.4.2;

(А.4). недостаточное плавление на поверхности;

(А.5). неполное проплавление (применяется только, когда к внутренней поверхности имеется удобный доступ);

(А.6). любая другая линейная индикация больше чем 3/16 дюйма (5.0 миллиметров) длиной;

(А.7). пористость поверхности с округленными индикациями, имеющими размеры больше 3/16 дюйма (5.0 миллиметра), или с четырьмя или более округленными индикациями, разделенными расстоянием 1/16 дюйма (2.0 миллиметра) или меньше, от края до края, в любом направлении. Округленные индикации – это индикации, которые являются круглыми или эллиптическими, у которых длина меньше трехкратной ширины.

136.4.3. Исследование магнитными частицами. Когда бы исследование магнитными частицами ни требовалось, в соответствии с этой Главой (смотрите таблицу 136.4), оно должно проводиться в соответствии с методами, указанными в Статье 7, Раздел V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

(А). *Оценка индикаций.*

(А.1). Механические неоднородности на поверхности будут указаны удерживанием пленкообразующего материала исследования. Все индикации не обязательно являются дефектами; однако,

Таблица 136.4.

Обязательные минимальные исследования неразрушающими методами для сварных швов, находящихся под давлением, или сварных швов на компонентах, удерживающих давление.

Тип сварного шва	Условия проектирования трубопровода и исследование неразрушающим методом		
	Температуры больше 750°F (400°C) при любых давлениях	Температуры от 350°F (175°C) до 750°F (400°C) включительно при всех давлениях выше 1025 psig (7100 кПа избыточного давления)	Все другие
Стыковые сварные швы (кольцевые и продольные) (Замечание (1))	RT или UT для размеров больше NPS 2. MT или PT для размеров NPS 2 и меньше (Замечание (2))	RT или UT для размеров больше NPS 2 с толщинами больше 3/4 дюйма (19.0 миллиметра). VT для всех других размеров с толщиной 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) или меньше	Визуальное для всех размеров и толщин
Сварные патрубковые присоединения (указанные размеры – размеры патрубка) (Замечания (3) и (4))	RT или UT для размеров больше NPS 4. MT или PT для размеров NPS 4 и меньше (Замечание (2))	RT или UT для размеров патрубка больше NPS 4 с толщинами патрубка больше 3/4 дюйма (19.0 миллиметра). MT или PT для размеров патрубка NPS 4 и меньше, с толщинами патрубка больше 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) VT для всех других размеров патрубков с толщиной 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) или меньше	Визуальное для всех размеров и толщин
Угловые, муфтовые, крепежные и герметизирующие сварные швы	PT или MT для всех размеров и толщин (Замечание (5))	VT для всех размеров и толщин	VT для всех размеров и толщин

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (A). Все сварные швы должны проходить визуальное исследование в дополнение к указанному типу исследования неразрушающим методом.
- (B). NPS – номинальный размер трубы.
- (C). RT – радиографическое исследование, UT – ультразвуковое исследование, MT – исследование магнитными частицами, PT – исследование проникающей жидкостью, VT – визуальное исследование.
- (D). Для исследований неразрушающими методами компонентов, удерживающих давление, смотрите стандарты, перечисленные в Таблице 126.1 или в технических требованиях к изготовлению.
- (E). Стандарты приемлемости для исследований неразрушающими методами следующие: MT – смотрите параграф 136.4.3; PT – смотрите параграф 136.4.4; VT – смотрите параграф 136.4.2; RT – смотрите параграф 136.4.5; UT – смотрите параграф 136.4.6.

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Толщина стыковых сварных швов определяется как толщина более толстого из двух примыкающих торцов, после подготовки торцов.
- (2). RT может использоваться как альтернатива для PT или MT, когда оно выполняется в соответствии с параграфом 136.4.5.
- (3). RT или UT патрубковых сварных швов должно проводиться до применения какого-либо неинтегрального усилительного материала.
- (4). В место волнометрического исследования (RT, UT) сварных патрубковых присоединений, когда они требуются выше, поверхностное исследование (PT, MT) приемлемо и, когда используется, должно проводиться на толщине, меньше половины толщины сварного шва, или на каждых 1/2 дюйма (12.5 миллиметра) толщины сварного шва и всех доступных поверхностях окончательных сварных швов.
- (5). Угловые сварные швы, не превышающие толщины полезного вылета 1/4 дюйма (6 миллиметров), которые используются для постоянного прикрепления деталей, не удерживающих давление, исключаются из требований по PT или MT в приведенной выше Таблице.

Таблица 136.4.1.
Изъяны сварных швов, показываемые различными типами исследования.

Изъян	Визуальное	Магнитными частицами	Проникающей жидкостью	Радиографическое	Ультразвуковое
Трещина поверхность	– X (Замечание (1))	X (Замечание (1))	X (Замечание (1))	X	X
Трещина внутренняя	– .....	.....	.....	X	X
Поднутрение поверхность	– X (Замечание (1))	X (Замечание (1))	X (Замечание (1))	X	X
Усиление сварного шва	X (Замечание (1))	.....	.....	X	X
Пористость	X (Замечание (1), (2))	X (Замечание (1), (2))	X (Замечание (1), (2))	X	X
Шлаковая инклюзия	X (Замечание (2))	X (Замечание (2))	X (Замечание (2))	X	X
Недостаток плавления (на поверхности)	X (Замечание (1), (2))	X (Замечание (1), (2))	X (Замечание (1), (2))	X	X
Неполное проплавление	X (Замечание (3))	X (Замечание (3))	X (Замечание (3))	X	X

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Применяется, когда внешняя поверхность доступна для исследования и/или, когда внутренняя поверхность имеет удобный доступ.
- (2). Неоднородности являются дефектами, когда они открываются на поверхности.
- (3). Применяется *только*, когда внутренняя поверхность имеет удобный доступ.

некоторые металлургические неоднородности и вариации магнитной проницаемости могут производить похожие индикации, которые не релевантны для обнаружения неприемлемых неоднородностей.

(А.2). Любая индикация, которая считается нерелевантной, должна быть повторно исследована, чтобы проверить, имеет ли место дефект или нет. Подготовка поверхности может предшествовать повторному исследованию. Нерелевантные индикации, которые могут маскировать индикации дефектов, неприемлемы.

(А.3). Релевантные индикации – это те индикации, которые получаются в результате неприемлемых механических неоднородностей. Линейные индикации – это индикации, в которых длина больше чем в три раза превышает ширину. Округленные индикации – это индикации, которые являются круглыми или эллиптическими с длиной меньшей, чем трехкратная ширина.

(А.4) Индикация неоднородности может быть больше, чем неоднородность, которая порождает ее; однако размер индикации, а не размер неоднородности является основой для приемлемости или отбраковки.

(В). *Стандарты приемлемости.* Следующие релевантные индикации не приемлемы:

- (В.1). любые трещины или линейные индикации;
- (В.2). округленные индикации с размерами больше 3/16 дюйма (5.0 миллиметра);
- (В.3). четыре или больше округленных индикации в ряд, разделенные расстоянием 1/16 дюйма (2.0 миллиметра) или меньше, от края до края;
- (В.4). Десять или больше округленных индикаций в любых 6 квадратных дюймах (3870 квадратных миллиметров) поверхности с главным размером этой площади не больше 6 дюймов (150 миллиметров), когда

указанная площадь берется в наиболее неблагоприятном положении по отношению к оцениваемым индикациям.

136.4.4. Исследование проникающей жидкостью.

Когда бы исследование проникающей жидкостью ни требовалось, в соответствии с этой Главой (смотрите Таблицу 136.4), оно должно выполняться в соответствии с методами, указанными в Статье 6 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

(А). *Оценка индикаций.*

(А.1). Механические неоднородности на поверхности будут показаны миграцией проникающей жидкости; однако, локализованные поверхностные неоднородности, такие как те, что могут возникнуть от меток станочной обработки или при подготовке поверхности, могут производить похожие индикации, которые являются нерелевантными для обнаружения неприемлемых неоднородностей.

(А.2). Любая индикация, которая считается нерелевантной, должна быть повторно исследована, чтобы проверить, имеет ли место дефект или нет. Подготовка поверхности может предшествовать повторному исследованию. Нерелевантные индикации и широкие участки пигментации, которые могут маскировать индикации дефектов, неприемлемы.

(А.3). Релевантные индикации – это те индикации, которые получаются в результате неприемлемых механических неоднородностей. Линейные индикации – это индикации, в которых длина больше чем в три раза превышает ширину. Округленные индикации – это индикации, которые являются круглыми или эллиптическими с длиной меньшей, чем трехкратная ширина.

(А.4). Индикация неоднородности может быть больше,

чем неоднородность, которая порождает ее; однако размер индикации, а не размер неоднородности является основой для приемлемости или отбраковки.

(В). *Стандарты приемлемости.* Следующие релевантные индикации не приемлемы:

(В.1). любые трещины или линейные индикации;

(В.2). округленные индикации с размерами больше 3/16 дюйма (5.0 миллиметра);

(В.3). четыре или больше округленных индикации в ряд, разделенные расстоянием 1/16 дюйма (2.0 миллиметра) или меньше, от края до края;

(В.4). Десять или больше округленных индикаций в любых 6 квадратных дюймах (3870 квадратных миллиметров) поверхности с главным размером этой площади не больше 6 дюймов (150 миллиметров), когда указанная площадь берется в наиболее неблагоприятном положении по отношению к оцениваемым индикациям.

136.4.5. Радиографическое исследование. Когда радиографическое исследование требуется в соответствии с этой Главой (смотрите Таблицу 136.4), оно должно выполняться, в соответствии с методами, указанными в Статье 2 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением того, что требования пункта T-285 должны использоваться как общее руководство, а не для отбраковки радиографий, если только геометрическая нерезкость не будет превышать 0.07 дюйма (2.0 миллиметра).

(А). *Стандарты приемлемости.* Сварные швы, которые на радиографии имеют любой из следующих типов неоднородностей, являются неприемлемыми;

(А.1). любой тип трещин или зон неполного плавления или проплавления;

(А.2). любая другая удлиненная индикация, которая имеет длину больше:

(А.2.1). 1/4 дюйма (6.0 миллиметров) для t до 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) включительно;

(А.2.2). 1/3 t для t от 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) до 2 1/4 дюйма (57.0 миллиметров) включительно;

(А.2.3). 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) для t больше 2 1/4 дюйма (57.0 миллиметров), где t – толщина более тонкой части сварного шва.

ЗАМЕЧАНИЕ: t , на которое производится ссылка в пунктах (А.2.1), (А.2.2) и (А.2.3), выше, относится к толщине исследуемого сварного шва; если сварной шов соединяет два элемента, имеющих различную толщину на сварном шве, то t является более тонкой из этих двух толщин.

(А.3). любая группа индикаций в ряд, которые имеют совокупную длину больше, чем t в любой длине $12t$, за исключением тех случаев, когда расстояние между последовательными индикациями превышает $6L$, где L – это самая длинная индикация в группе;

(А.4). пористость сверх той, что показана, как приемлемая в Приложении А-250 к Разделу I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

(А.5). вогнутость корня, когда имеется резкая смена плотности, как показано на радиографии.

136.4.6. Ультразвуковое исследование. Когда ультразвуковое исследование требуется, в соответствии с этой Главой (смотрите Таблицу 136.4),

оно должно выполняться в соответствии с методами, указанными в Статье 5 Раздела V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, и в соответствии со следующими требованиями.

(А). Следующие критерии также должны быть удовлетворены при выполнении ультразвукового исследования.

(А.1). Номинальная толщина исследуемого материала должна быть больше, чем 1/2 дюйма (12.5 миллиметра).

(А.2). Оборудование, используемое для проведения исследования, должно быть способно, записывать данные ультразвукового исследования, включая положения сканирования.

(А.3). Персонал NDE, собирающий и анализирующий данные ультразвукового исследования, должен продемонстрировать свою способность выполнять приемлемое исследование с использованием письменных процедур. Необходимо продемонстрировать, что процедура выполняется приемлемо на квалификационном пробном образце, имеющем изъяны.

(В). *Стандарты приемлемости.* Сварные швы, которые, в соответствии с ультразвуковым исследованием показаны как имеющие неоднородности, которые производят индикации, большие 20% от контрольного уровня, должны быть исследованы до такой степени, чтобы персонал, проводящий ультразвуковое исследование мог определить их размер, идентификацию и размещение, так чтобы он смог оценить каждую неоднородность на приемлемости, в соответствии со стандартами приемлемости, указанными в пунктах (В.1) и (В.2), ниже.

(В.1). Неоднородности, оцененные как имеющие трещины, недостаток плавления или неполное проплавление, неприемлемы независимо от длины.

(В.2). Другие неоднородности не приемлемы, если индикация превышает контрольный уровень и их длина превышает следующие значения:

(В.2.1). 1/4 дюйма (6.0 миллиметров) для t до 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) включительно;

(В.2.2). 1/3 t для t от 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) до 2 1/4 дюйма (57.0 миллиметров) включительно;

(В.2.3). 3/4 дюйма (19.0 миллиметров) для t больше 2 1/4 дюйма (57.0 миллиметров), где t – толщина более тонкой части сварного шва. Если сварной шов соединяет два элемента, имеющих различную толщину на сварном шве, то t является более тонкой из этих двух толщин.

137. ИСПЫТАНИЯ ДАВЛЕНИЕМ.

137.1. Общие требования.

137.1.1. Суб-блоки. Когда испытание давлением проводится в соответствии с требованиями этого Сборника, испытание трубопроводных систем давлением, для гарантирования герметичности против утечек должно

быть приемлемым для определения любых утечек в трубопроводных суб-блоках.

137.1.2. Температура испытательной среды. Температура испытательной среды должна быть температурой имеющегося источника среды, если иное не указано владельцем. Испытательное давление не должно применяться до тех пор, пока система и герметизирующая среда не будут на, примерно, одной и той же температуре. При проведении испытания давлением при низких температурах металла, необходимо учитывать возможность хрупкого разрушения.

137.1.3. Защита персонала. Соответствующие меры предосторожности, на случай разрыва трубопроводной системы, должны быть предприняты, чтобы исключить опасность для персонала вблизи от испытываемых линий.

137.1.4. Максимальное напряжение во время испытания. Ни в какой момент времени, во время проведения испытания давлением, ни одна часть трубопроводной системы не должна подвергаться напряжению, большему чем напряжение, допустимое в соответствии с параграфом 102.3.3(B).

137.1.5. График испытания. Испытание давлением должно выполняться после завершения послесварочной термической обработки, требуемой в соответствии с параграфом 132, исследований неразрушающими методами, требуемых в соответствии с Таблицей 136.4, и всех других операций по изготовлению, сборке и монтажу, требуемых для того, чтобы обеспечить систему или ее части, подвергаемые испытанию давлением, способностью выдерживать давление.

137.2. Подготовка к испытанию.

137.2.1. Открытие соединений. Все соединения, включая, сварные швы, которые не были ранее испытаны давлением, должны быть оставлены без изоляции и должны быть открытыми для исследования во время испытания. По предварительному соглашению, законченная система или ее части, подвергаемые испытанию, могут быть покрыты изоляцией до испытания, при условии, что будет использовано более длительное время выдержки системы под давлением, чтобы проверить возможность утечек через изоляционный барьер.

137.2.2. Добавление временных опор. Трубопроводные системы, рассчитанные для использования с газом или паром, должны обеспечиваться дополнительными временными опорами, если необходимо, чтобы выдерживать вес испытательной жидкости. Такие опоры должны отвечать требованиям к процедурам испытания и очистки системы, описанным в параграфе 122.10.

137.2.3. Фиксация или изоляция трубных компенсаторов. Трубные компенсаторы должны быть снабжены временными фиксаторами (ограничителями), если необходимо, для выдерживания дополнительной нагрузки давления во время испытания, или они должны быть изолированы во время испытания системы.

137.2.4. Изоляция оборудования и трубопровода, которые не подвергаются испытанию давлением. Оборудование, которое не подвергается испытанию давлением, должно быть либо отсоединено от системы, либо изолировано заглушкой или похожими средствами. Клапаны могут

использоваться для этой цели при условии, что запорный элемент клапана пригоден для предполагаемого испытательного давления. Владелец должен отдавать себе отчет в ограничениях по давлению и температуре для каждого клапана, подвергаемого воздействию испытательных условий и условий, далее описанных в параграфе 107.1(C). Изолированное оборудование и трубопровод должны вентилироваться.

137.2.5. Обработка фланцевых соединений, содержащих заглушки. Фланцевые соединения, в которые вставлены заглушки, чтобы отсечь другое оборудование во время испытания, не должны испытываться после удаления заглушек при условии, что в дальнейшем выполняются требования параграфа 137.7.1.

137.2.6. Меры предосторожности против расширения испытательной среды. Если испытание давлением должно продолжаться в течение периода времени, во время которого испытательная среда в системе подвергается термическому расширению, следует предпринять меры предосторожности, чтобы избежать избыточного давления. Устройство сброса давления с уставкой на давление, в 1 1/3 раза большее, чем испытательное давление, рекомендуется во время проведения испытания давлением при условии, что не будут превышены требования параграфов 137.1.4, 137.4.5 и 137.5.5.

137.3. Требования для особых трубопроводных систем

137.3.1. Внешний трубопровод водогрейного котла. Внешний трубопровод водогрейного котла (смотрите параграф 100.1.2(A)) должен подвергаться гидростатическому испытанию в соответствии с требованиями параграфа PG-99 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Испытание должно проводиться в присутствии Уполномоченного инспектора.

137.3.2. Внешний трубопровод не водогрейного котла. Весь внешний трубопровод не водогрейного котла должен проходить гидростатическое испытание, в соответствии с требованиями параграфа 137.4. Как альтернатива, когда указано владельцем, трубопровод может испытываться на утечку, в соответствии с параграфам 137.5, 137.6 или 137.7. Линии, открывающиеся в атмосферу, такие как вентиляционные или водоспускные в направлении нагнетания от последнего запорного клапана, не требуют испытания.

137.4. Гидростатическое испытание.

137.4.1. Материал. Когда допускается техническим требованием к материалу, гидростатическое испытание системы может выполняться вместо гидростатического испытания, требуемого в соответствии с техническим требованием к материалу, использованному в суб-блоках трубопровода или системе, при условии, что минимальное испытательное давление, требуемое для трубопроводной системы, будет выдержано.

137.4.2. Воздушные вентиляционные отверстия в верхних точках. Вентиляционные отверстия должны быть оборудованы на всех верхних точках трубопроводной системы, которая при этом находится в таком положении, в котором будет проводиться испытание,

чтобы выдувать воздушные карманы во время наполнения компонента или системы. Вентилирование, во время заполнения системы, может обеспечиваться за счет ослабления фланцев, имеющих минимум четыре болта, или за счет использования вентиляционных отверстий оборудования.

137.4.3. Испытательная среда. Вода должна, обычно, использоваться как испытательная среда, если иное не будет указано владельцем. Испытательная вода должна быть чистой и должна быть такого качества, чтобы минимизировать коррозию материалов в трубопроводной системе. Дальнейшие рекомендуемые меры предосторожности по качеству испытательной воды, используемой для гидростатического испытания аустенитных (серия 300) и ферритных (серия 400) сталей, приведены в Приложении IV, параграф IV-3.4.

137.4.4. Проверка испытательного оборудования до применения давления. Испытательное оборудование должно быть исследовано до того, как давление будет применено, чтобы гарантировать, что оно присоединено герметично. Все загрузочные линии низкого давления и все другие компоненты, которые не подвергаются испытательному давлению, должны быть отсоединены или изолированы клапанами или другими подходящими средствами.

137.4.5. Требуемое давление гидростатического испытания. Давление гидростатического испытания в любой точке в трубопроводной системе должно быть не меньше, чем 1.5-кратное расчетное давление, но не должно превышать максимального допустимого испытательного давления для любых неизолированных компонентов, таких, как резервуары, насосы или клапаны, а также не должно превышать ограничений, налагаемых параграфом 102.3.3(B). Давление должно непрерывно поддерживаться в течение минимум 10 минут и затем, может быть, снижено до расчетного давления, и удерживаться на таком уровне в течение такого промежутка времени, который будет необходим, чтобы провести исследование на утечки. Исследования на утечку должны проводиться для всех соединений и присоединений. Трубопроводная система, за исключением возможных локализованных случаев на насосах или набивке клапанов, не должна показывать видимых свидетельств увлажнения или утечки.

137.5. Пневматическое испытание.

137.5.1. Общие положения. За исключением предварительного испытания, в соответствии с параграфом 137.5.4, пневматическое испытание не должно использоваться, если только владелец не укажет пневматическое испытание или не допустит его использование, как альтернативу. Рекомендуется, чтобы пневматическое испытание использовалось только тогда, когда существует одно из следующих условий:

(А) когда трубопроводные системы спроектированы так, что они не могут быть заполнены водой;

(В) когда трубопроводные системы должны использоваться в таких видах эксплуатации, когда остатки испытательной среды не допустимы.

137.5.2. Испытательная среда. Газ, используемый в роли испытательной среды, должен быть неогнеопасным

и не токсичным. Так как сжатые газы могут быть опасными, когда они используются в роли испытательной среды, рекомендуется, чтобы специальные меры предосторожности для защиты персонала были предприняты, когда газ под давлением используется как испытательная среда.

137.5.3. Проверка испытательного оборудования перед применением давления. Испытательное оборудование должно быть исследовано перед применением давления, чтобы гарантировать, что оно герметично присоединено. Все компоненты, не подвергаемые испытательному давлению, должны быть отсоединены или изолированы, с помощью клапанов или других подходящих средств.

137.5.4. Предварительное испытание. Предварительное пневматическое испытание, не превышающее 25 psig (175 кПа избыточного давления), может использоваться до других методов испытания на утечку, как средство для обнаружения основных утечек. Если используется, предварительное пневматическое испытание должно выполняться в соответствии с требованиями параграфов 137.5.2 и 137.5.3.

137.5.5. Требуемое давление пневматического испытания. Давление пневматического испытания должно быть не меньше 1.2-кратного и не больше 1.5-кратного расчетного давления трубопроводной системы. Испытательное давление не должно превышать максимального допустимого испытательного давления любого неизолированного компонента, такого как сосуды, насосы или клапаны. Давление в системе должно повышаться постепенно до не более, чем половины испытательного давления, после чего давление должно повышаться шагами, примерно по одной десятой испытательного давления до тех пор, пока не будет достигнуто желаемое испытательное давление. Давление должно поддерживаться в течение минимум 10 минут. Затем оно должно снижаться до давления, равного меньшему из следующих: расчетное давление или 100 psig (700 кПа избыточного давления) и удерживаться на таком уровне в течение такого промежутка времени, который будет необходим, чтобы провести исследование на утечки. Исследования на утечку, обнаруженную методом мыльного пузыря или эквивалентным методом, должно проводиться для всех соединений и присоединений. Трубопроводная система, за исключением возможных локализованных случаев на насосах или набивке клапанов, не должна показывать видимых свидетельств увлажнения или утечки.

137.6. Испытание с помощью масс-спектрометра и галида.

137.6.1. Когда указано владельцем, системы с условия эксплуатации и проектирования таким, что они требуют методы испытания, имеющие более высокую степень чувствительности, чем можно добиться с помощью гидростатического или пневматического испытания, должны испытываться по методу такому, как испытание с помощью гелиевого масс-спектрометра или испытания с помощью галида, которые имеют требуемую чувствительность.

137.6.2. Когда проводятся испытания с масс-спектрометром или галидом, они должны проводиться в соответствии с инструкциями производителя испытательного оборудования. Во всех случаях должна использоваться калиброванная контрольная утечка со скоростью утечки не большей, чем максимальная допустимая утечка из системы. Оборудование должно быть калибровано по этой контрольной утечке, таким образом, чтобы утечка из системы, измеренная с помощью такого оборудования, могла быть определена, как не превышающая по скорости контрольную утечку.

137.7. Испытание во время начальной эксплуатации

137.7.1. Когда указано владельцем, испытание во время начальной эксплуатации и исследование приемлемы, когда другие типы испытания не практичны или когда герметичность, против утечек, можно продемонстрировать самим характером эксплуатации. Один пример – трубопровод, в котором нет запорных клапанов для изоляции какой-либо линии и когда временные запорные элементы непрактичны. Другими примерами могут быть системы, в которых во время проверки насосов, компрессоров или другого оборудования обеспечивается возможность исследования на утечку до полномасштабной эксплуатации. Испытание при начальной эксплуатации не применимо к внешнему трубопроводу не водогрейного котла.

137.7.2. При проведении испытания при начальной эксплуатации, трубопроводная система должна постепенно доводиться до нормального эксплуатационного давления и непрерывно удерживаться на этом уровне, в течение минимум 10 минут. Исследование на утечку должно быть проведено для всех соединений и присоединений. Трубопроводная система, за исключением возможных локализованных случаев на насосах или набивке клапанов, не должна показывать видимых свидетельств увлажнения или утечки.

137.8. Повторное испытание после ремонта или добавления.

137.8.1. Ремонты могут проводиться на деталях, находящихся под давлением, во внешних трубопроводах водогрейных котлов, после проведения гидростатического испытания, требуемого в соответствии с параграфом 137.3.1, при условии, что соблюдаются требования параграфа PW-54.2 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

137.8.2. Детали, не находящиеся под давлением, могут привариваться к деталям, находящимся под давлением, внешнего трубопровода водогрейного котла после гидростатического испытания, требуемого в соответствии с параграфом 137.3.1, при условии, что соблюдаются требования параграфа PW-54.3 Раздела I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

137.8.3. В случае проведения ремонта или добавления компонентов к внешнему трубопроводу не водогрейного котла после испытания, затронутый изменениями трубопровод должен пройти повторное испытание в соответствии с положениями параграфа 137.3.2. Однако, система не требует повторного испытания после герметизирующей сварки или после прикрепления монтажных ушек, скоб, изоляции, опор, табличек данных или других прикреплений, не содержащих давление, при условии что:

(A). крепежный угловой сварной шов не превышает 3/8 дюйма (10.0 миллиметров) толщины или, если используется полнопроваренный сварной шов, прикрепленный материал не превышает номинальную толщину элемента, удерживающего давление, или 1/2 дюйма (12.0 миллиметров) – в зависимости от того, какая величина будет меньшей;

(B). сварные швы проходят предварительный нагрев, как требуется в параграфе 131;

(C). сварные швы исследуются, как требуется в Таблице 136.4;

(D). герметизирующий сварной шов исследуется на утечку после пуска системы.

137.8.4. Все устранения дефектов в сварных швах должны проводиться в соответствии с параграфом 127.4.11.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Начинается на следующей странице.

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P- номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки								
A 53	A	S	C	1	(2)	48	30	1.00
	B	S	C-Mn	1	(2)	60	35	1.00
A 106	A	.....	C-Si	1	(2)	48	30	1.00
	B	.....	C-Si	1	(2)	60	35	1.00
	C	.....	C-Si	1	(2)	70	40	1.00
A 179	....	.....	C	1	(1)(2)(5)	(47)	26	1.00
A 192	....	.....	C-Si	1	(2)(5)	(47)	26	1.00
A 210	A1	.....	C-Si	1	(2)	60	37	1.00
	C	.....	C-Mn-Si	1	(2)	70	40	1.00
A 333	1	.....	C-Mn	1	(1)	55	30	1.00
	6	.....	C-Mn-Si	1	(1)	60	35	1.00
A 396	FPA	.....	C-Si	1	(2)	48	30	1.00
	FPB	.....	C-Mn	1	(2)	60	35	1.00
API-5L	A	.....	C	1	(1)(2)(14)	48	30	1.00
	B	.....	C-Mn	1	(1)(2)(14)	60	35	1.00
Трубы, сваренные встык в печи								
A 53	....	F	C	1	(4)	48	30	0.60
API-5L	A 25	I & II	C	1	(1)(4)(14)	45	25	0.60
Трубы и трубки, сваренные электросваркой сопротивлением								
A 53	A	E	C	1	(2)	48	30	0.85
	B	E	C-Mn	1	(2)	60	35	0.85
A 135	A	.....	C	1	(1)(2)	48	30	0.85
	B	.....	C-Mn	1	(1)(2)	60	35	0.85

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих											Сорт	Номер технического требования
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750	800		
Бесшовные трубы и трубки												
.....	12.0	11.7	10.7	9.0	A	A 53
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	B	
.....	12.0	11.7	10.7	9.0	A	A 106
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	B	
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	C	
.....	11.8	11.5	10.6	9.2	.....	A 179
.....	11.8	11.5	10.7	9.0	.....	A 192
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	A1	A 210
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	C	
.....	13.8	.....	.....	.....	1	A 333
.....	15.0	14.4	.....	.....	6	
.....	12.0	11.7	10.7	9.0	FPA	A 396
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	FPB	
.....	12.0	11.7	10.7	9.0	A	API-5L
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	B	
Трубы, сваренные встык в печи												
.....	7.2	7.0	.....	.....	.....	A 53
6.8	6.8	6.8	6.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 25	API-5L
Трубы и трубки, сваренные электросваркой сопротивлением												
.....	10.2	9.9	9.1	7.7	A	A 53
.....	12.8	12.2	11.0	9.2	B	
.....	10.2	9.9	9.1	7.7	A	A 135
.....	12.8	12.2	11.0	9.2	B	

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы и трубки, сваренные электросваркой с сопротивлением (продолжение)								
A 178	A	.....	C	1	(2)(5)	(47)	26	0.85
	C	.....	C	1	(2)	60	37	0.85
A 214	.....	.....	C	1	(1)(2)(5)	(47)	26	0.85
A 226	.....	.....	C-Si	1	(2)(5)	(47)	26	0.85
A 333	1	.....	C-Mn	1	(1)	55	30	0.85
	6	.....	C-Mn-Si	1	.....	60	35	0.85
API-5L	A25	I & II	C	1	(1)(14)	45	25	0.85
	A	.....	C	1	(1)(2)(14)	48	30	0.85
	B	.....	C-Mn	1	(1)(2)(14)	60	35	0.85
A 587	.....	.....	C	1	(1)(2)	48	30	0.85
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла								
A 134	A283A	.....	C	1	(1)(7)	45	24	0.80
	A283B	.....	C	1	(1)(7)	50	27	0.80
	A283C	.....	C	1	(1)(7)	55	30	0.80
	A283D	.....	C	1	(1)(7)	60	33	0.80
A 134	A285A	.....	C	1	(1)(2)(8)	45	24	0.80
	A285B	.....	C	1	(1)(2)(8)	50	27	0.80
	A285C	.....	C	1	(1)(2)(8)	55	30	0.80
A 139	A	.....	C	1	(1)(2)(14)	48	30	0.80
	B	.....	C-Mn	1	(1)(2)(14)	60	35	0.80
API-5L	A	.....	C	1	(1)(2)(14)	48	30	0.90
	B	.....	C-Mn	1	(1)(2)(14)	60	35	0.90
A 211	A570-30	.....	C	1	(1)(7)(14)(16)	49	30	0.75
	A570-33	.....	C	1	(1)(7)(14)(16)	52	33	0.75
	A570-40	.....	C	1	(1)(7)(14)(16)	55	40	0.75

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих											Сорт	Номер технического требования
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750	800		
Трубы и трубки, сваренные электросваркой с сопротивлением (продолжение)												
.....	10.0	9.8	9.1	7.7	A	A 178
.....	12.8	12.2	11.0	9.2	C	
.....	10.0	9.8	9.1	7.8	.....	A 214
.....	10.0	9.8	9.1	7.8	.....	A 226
.....	11.7	.....	.....	.....	1	A 333
.....	12.8	12.2	.....	.....	6	
9.5	9.5	9.5	9.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A25	API-5L
.....	10.2	9.9	9.1	7.7	A	
.....	12.8	12.2	11.0	9.2	B	
.....	10.2	9.9	9.1	7.9	.....	A 587
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла												
.....	9.0	.....	.....	.....	A283A	A 134
.....	10.0	.....	.....	.....	A283B	
.....	11.0	.....	.....	.....	A283C	
.....	12.0	.....	.....	.....	A283D	
.....	9.0	8.8	8.2	7.2	A285A	A 134
.....	10.0	9.7	9.0	7.7	A285B	
.....	11.0	10.6	9.7	8.2	A285C	
.....	9.0	9.4	8.6	7.2	A	A 139
.....	12.0	11.5	10.4	8.6	B	
.....	10.8	10.5	9.6	8.1	A	API-5L
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	B	
9.2	9.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A570-30	A 211
9.8	9.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A570-33	
10.3	10.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A570-40	

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)								
А 671	CA55	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	55	30	0.90
	CA55	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	55	30	1.00
	CA55	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	55	30	0.90
	CA55	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	55	30	1.00
А 671	CB60	10, 13	C-Si	1	(1)(2)(15)	60	32	0.90
	CB60	11, 12	C-Si	1	(1)(2)(15)	60	32	1.00
	CB60	20, 23, 30, 33	C-Si	1	(1)(2)	60	32	0.90
	CB60	21, 22, 31, 32	C-Si	1	(1)(2)	60	32	1.00
А 671	CB65	10, 13	C-Si	1	(1)(2)(15)	65	35	0.90
	CB65	11, 12	C-Si	1	(1)(2)(15)	65	35	1.00
	CB65	20, 23, 30, 33	C-Si	1	(1)(2)	65	35	0.90
	CB65	21, 22, 31, 32	C-Si	1	(1)(2)	65	35	1.00
А 671	CB70	10, 13	C-Si	1	(1)(2)(15)	70	38	0.90
	CB70	11, 12	C-Si	1	(1)(2)(15)	70	38	1.00
	CB70	20, 23, 30, 33	C-Si	1	(1)(2)	70	38	0.90
	CB70	21, 22, 31, 32	C-Si	1	(1)(2)	70	38	1.00
А 671	CC60	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	60	32	0.90
	CC60	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	60	32	1.00
	CC60	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	60	32	0.90
	CC60	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	60	32	1.00
А 671	CC65	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	65	35	0.90
	CC65	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	65	35	1.00
	CC65	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	65	35	0.90
	CC65	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	65	35	1.00
А 671	CC70	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	70	38	0.90
	CC70	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	70	38	1.00
	CC70	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	70	38	0.90
	CC70	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	70	38	1.00
А 671	CK75	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	0.90
	CK75	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	1.00
	CK75	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	40	0.90
	CK75	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	40	1.00

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих										Сорт	Номер технического требования	
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750			800
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)												
.....	12.4	12.0	10.9	9.2	CA55	A 671
.....	13.8	13.3	12.1	10.2	CA55	
.....	12.4	12.0	10.9	9.2	CA55	
.....	13.8	13.3	12.1	10.2	CA55	
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	CB60	A 671
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	CB60	
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	CB60	
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	CB60	
.....	14.7	14.0	12.5	10.3	CB65	A 671
.....	16.3	15.5	13.9	11.4	CB65	
.....	14.7	14.0	12.5	10.3	CB65	
.....	16.3	15.5	13.9	11.4	CB65	
.....	15.8	14.9	13.3	10.8	CB70	A 671
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	CB70	
.....	15.8	14.9	13.3	10.8	CB70	
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	CB70	
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	CC60	A 671
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	CC60	
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	CC60	
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	CC60	
.....	14.7	14.0	12.5	10.3	CC65	A 671
.....	16.3	15.5	13.9	11.4	CC65	
.....	14.7	14.0	12.5	10.3	CC65	
.....	16.3	15.5	13.9	11.4	CC65	
.....	15.8	14.9	13.3	10.8	CC70	A 671
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	CC70	
.....	15.8	14.9	13.3	10.8	CC70	
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	CC70	
.....	16.9	15.9	14.1	11.3	CK75	A 671
.....	18.8	17.7	15.7	12.6	CK75	
.....	16.9	15.9	14.1	11.3	CK75	
.....	18.8	17.7	15.7	12.6	CK75	

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P- номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)								
А 671	CD70	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	70	50	0.90
	CD70	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	70	50	1.00
	CD70	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	0.90
	CD70	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	1.00
А 671	CD80	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	0.90
	CD80	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	1.00
	CD80	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	0.90
	CD80	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	1.00
А 672	A45	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	45	24	0.90
	A45	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	45	24	1.00
	A45	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	45	24	0.90
	A45	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	45	24	1.00
А 672	A50	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	50	27	0.90
	A50	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	50	27	1.00
	A50	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	50	27	0.90
	A50	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	50	27	1.00
А 672	A55	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	55	30	0.90
	A55	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	55	30	1.00
	A55	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	55	30	0.90
	A55	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	55	30	1.00
А 672	B55	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	55	30	0.90
	B55	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	55	30	1.00
	B55	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	55	30	0.90
	B55	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	55	30	1.00
А 672	B60	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	60	32	0.90
	B60	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	60	32	1.00
	B60	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	60	32	0.90
	B60	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	60	32	1.00
А 672	B65	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	65	35	0.90
	B65	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	65	35	1.00
	B65	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	65	35	0.90
	B65	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	65	35	1.00

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих											Сорт	Номер технического требования
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750	800		
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)												
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	CD70	А 671
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	CD70
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	.....	.....	.....	.....	CD70
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	CD70
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	CD80	А 671
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	CD80
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	.....	.....	.....	.....	CD80
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	CD80
.....	10.2	9.9	9.3	81	A45	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11.3	11.0	10.3	9.0	A45
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	10.2	9.9	9.3	81	A45
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11.3	11.0	10.3	9.0	A45
.....	11.3	10.9	10.1	8.6	A50	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.5	12.1	11.2	9.6	A50
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11.3	10.9	10.1	8.6	A50
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.5	12.1	11.2	9.6	A50
.....	12.4	12.0	10.9	9.2	A55	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	A55
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.4	12.0	10.9	9.2	A55
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	A55
.....	12.4	12.0	10.9	9.2	B55	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	B55
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.4	12.0	10.9	9.2	B55
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	B55
.....	13.5	13.0	11.7	9.7	B60	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	14.4	13.0	10.8	B60
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.5	13.0	11.7	9.7	B60
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	14.4	13.0	10.8	B60
.....	14.7	14.0	12.5	10.3	B65	А 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.3	15.5	13.9	11.4	B65
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	14.7	14.0	12.5	10.3	B65
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.3	15.5	13.9	11.4	B65

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P- номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)								
А 672	B70	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	70	38	0.90
	B70	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	70	38	1.00
	B70	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	70	38	0.90
	B70	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	70	38	1.00
А 672	C55	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	55	30	0.90
	C55	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	55	30	1.00
	C55	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	55	30	0.90
	C55	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	55	30	1.00
А 672	C60	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	60	32	0.90
	C60	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	60	32	1.00
	C60	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	60	32	0.90
	C60	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	60	32	1.00
А 672	C65	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	65	35	0.90
	C65	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	65	35	1.00
	C65	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	65	35	0.90
	C65	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	65	35	1.00
А 672	C70	10, 13	C	1	(1)(2)(15)	70	38	0.90
	C70	11, 12	C	1	(1)(2)(15)	70	38	1.00
	C70	20, 23, 30, 33	C	1	(1)(2)	70	38	0.90
	C70	21, 22, 31, 32	C	1	(1)(2)	70	38	1.00
А 672	D70	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(15)	70	50	0.90
	D70	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(15)	70	50	1.00
	D70	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	0.90
	D70	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	1.00
А 672	D80	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	0.90
	D80	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	1.00
	D80	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	0.90
	D80	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	1.00
А 672	N75	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	0.90
	N75	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	1.00
	N75	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	42	0.90
	N75	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	42	1.00

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих										Сорт	Номер технического требования	
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750			800
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)												
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.8	14.9	13.3	10.8	B70	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17.5	16.6	14.8	12.0	B70	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.8	14.9	13.3	10.8	B70	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17.5	16.6	14.8	12.0	B70	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.4	12.0	10.9	9.2	C55	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	C55	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.4	12.0	10.9	9.2	C55	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	C55	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.5	13.0	11.7	9.7	C60	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	14.4	13.0	10.8	C60	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.5	13.0	11.7	9.7	C60	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	14.4	13.0	10.8	C60	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	14.7	14.0	12.5	10.3	C65	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.3	15.5	13.9	11.4	C65	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	14.7	14.0	12.5	10.3	C65	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.3	15.5	13.9	11.4	C65	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.8	14.9	13.3	10.8	C70	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17.5	16.6	14.8	12.0	C70	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.8	14.9	13.3	10.8	C70	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17.5	16.6	14.8	12.0	C70	
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	.....	.....	.....	.....	D70	A 672
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	D70	
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	.....	.....	.....	.....	D70	
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	D70	
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	.....	.....	.....	.....	D80	A 672
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	D80	
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	.....	.....	.....	.....	D80	
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	D80	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.9	15.9	14.1	11.3	N75	A 672
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	N75	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.9	15.9	14.1	11.3	N75	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	N75	

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)								
A 691	CMSH70	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(15)	70	50	0.90
	CMSH70	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(15)	70	50	1.00
	CMSH70	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	0.90
	CMSH70	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(3)	70	50	1.00
A 691	CMSH80	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	0.90
	CMSH80	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(15)	80	60	1.00
	CMSH80	20, 23	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	0.90
	CMSH80	21, 22	C-Mn-Si	1	(1)(3)	80	60	1.00
A 691	CMS75	10, 13	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	0.90
	CMS75	11, 12	C-Mn-Si	1	(1)(2)(15)	75	42	1.00
	CMS75	20, 23, 30, 33	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	42	0.90
	CMS75	21, 22, 31, 32	C-Mn-Si	1	(1)(2)	75	42	1.00
Медные трубки, паянные твердым припоем								
A 254	.....	.....	C	.....	(1)(9)(10)	42	25	1.00
Пластина								
A 36	.....	.....	C-Mn-Si	1	(1)(7)(21)	58	36	0.92
A 283	A	.....	C	1	(1)(7)	45	24	0.92
	B	.....	C	1	(1)(7)	50	27	0.92
	C	.....	C	1	(1)(7)	55	30	0.92
	D	.....	C	1	(1)(7)	60	33	0.92
A 285	A	.....	C	1	(2)	45	24	1.00
	B	.....	C	1	(2)	50	27	1.00
	C	.....	C	1	(2)	55	30	1.00
A 299	.....	.....	C-Mn-Si	1	(2)(23)	75	40	1.00
	.....	.....	C-Mn-Si	1	(2)(22)	75	42	1.00
A 515	55	.....	C-Si	1	(2)	55	30	1.00
	60	.....	C-Si	1	(2)	60	32	1.00
	65	.....	C-Si	1	(2)	65	35	1.00
	70	.....	C-Si	1	(2)	70	38	1.00

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих											Сорт	Номер технического требования
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750	800		
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)												
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	.....	.....	.....	.....	CMSH 70	A 691
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	CMSH 70	
15.8	15.8	15.8	15.7	15.7	15.7	15.5	.....	.....	.....	.....	CMSH 70	
17.5	17.5	17.5	17.4	17.4	17.4	17.2	.....	.....	.....	.....	CMSH 70	
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	.....	.....	.....	.....	CMSH 80	A 691
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	CMSH 80	
18.0	18.0	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	.....	.....	.....	.....	CMSH 80	
20.0	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	.....	.....	.....	.....	CMSH 80	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.9	15.9	14.1	11.3	CMS75	A 691
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	CMS75	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.9	15.9	14.1	11.3	CMS75	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	CMS75	
Медные трубки, паянные твердым припоем												
6.0	5.5	4.8	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 254
												Пластина
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.7	.....	.....	.....	.....	A 36
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	10.4	.....	.....	.....	A	A 283
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11.5	.....	.....	.....	B	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.7	.....	.....	.....	C	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	.....	.....	.....	D	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11.3	11.0	10.	9.0	A	A 285
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12.5	12.1	11.2	9.6	B	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	C	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	.....	A 299
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18.8	17.7	15.7	12.6	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13.8	13.3	12.1	10.2	55	A 515
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15.0	14.4	13.0	10.8	60	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16.3	15.5	13.9	11.4	65	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17.5	16.6	14.8	12.6	70	

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P- номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Пластина (продолжение)								
A 516	55	....	C-Si	1	(2)	55	30	1.00
	60	....	C-Mn-Si	1	(2)	60	32	1.00
	65	....	C-Mn-Si	1	(2)	65	35	1.00
	70	....	C-Mn-Si	1	(2)	70	38	1.00
Кованые изделия								
A 105	....	....	C-Si	1	(2)	70	36	1.00
A 181	....	60	C-Si	1	(2)	60	30	1.00
	....	70	C-Si	1	(2)	70	36	1.00
Катаные фитинги (бесшовные и сварные)								
A 234	WPB	....	C-Si	1	(2)	60	35	1.00
	WPC	....	C-Si	1	(2)	70	40	1.00
Литые изделия								
A 216	WCA	....	C-Si	1	(2)(6)	60	30	0.80
	WCB	....	C-Si	1	(2)(6)	70	36	0.80
	WCC	....	C-Mn-Si	1	(2)(6)	70	40	0.80
Бруски и профили								
A 36	....	....	C-Mn-Si	1	(1)(2)	58	36	1.00
Болты, гайки и штифты								
A 193	....	....	....	1	(11)	....	....	....
Ф 194	1, 2, 2H	....	....	1	(12)	....	....	....

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих										Сорт	Номер технического требования	
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750			800
Пластина (продолжение)												
.....	13.8	13.3	12.1	10.2	55	A 516
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	60	
.....	16.3	15.5	13.9	11.4	65	
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	70	
Кованые изделия												
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	.....	A 105
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	.....	A 181
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	.....
Катаные фитинги (бесшовные и сварные)												
.....	15.0	14.4	13.0	10.8	WPB	A 234
.....	17.5	16.6	14.8	12.0	WPC	
Литые изделия												
.....	12.0	11.5	10.4	8.6	WCA	A 216
.....	14.0	13.3	11.8	9.6	WCB	
.....	14.0	13.3	11.8	9.6	WCC	
Бруски и профили												
.....	14.5	13.9	12.6	10.5	.....	A 36
Болты, гайки и штифты												
.....	A 193
.....	1, 2, 2H	Ф 194

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Болты, гайки и штифты (продолжение)								
A 307	B	.....	C	.....	(1)(13)(21)	60	.....	.....
A 449	.....	.....	C	.....	(1)(17)(18)	120	.....	.....
	.....	.....	C	.....	(1)(17)(19)	105	.....	.....
	.....	.....	C	.....	(1)(17)(20)	90	.....	.....

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM, за исключением API-5L. Для применения в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Квалификация сварочных процедур, сварщиков и операторов сварочных автоматов требуется и должна соответствовать требованиям Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (Раздел IX), за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения, за исключением случаев, допускаемых параграфом 122.6.2(G).
- Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- Все перечисленные материалы классифицируются как ферритные (смотрите Таблицу 104.1.2(A)).

ЗАМЕЧАНИЯ:

- ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕТАЛЕЙ, УДЕРЖИВАЮЩИХ ДАВЛЕНИЕ, ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) И (B).
- При продолжительном воздействии температур больше 775°F, карбидная фаза углеродистой стали, может перейти в графит.
- Указанные значения допустимого напряжения приведены для трубы, собранной из плиты с толщиной не больше 2 1/2 дюйма.
- Этот материал не должен использоваться с огнеопасными средами. Смотрите параграф 105.2.1(A).
- Значение прочности в растяжении в скобках является ожидаемым минимумом.
- Коэффициент качества материала 0.80, для литых изделий может быть увеличен в соответствии с параграфом 102.4.6.

Таблица А-1.
Углеродистая сталь.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих											Сорт	Номер технического требования
от -20 до 100	200	300	400	500	600	650	от -20 до 650	700	750	800		
Болты, гайки и штифты (продолжение)												
7.0	7.0	7.0	7.0	....	....	....	....	....	....	....	В	А 307
23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	....	....	....	....	....	А 449
23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	....	....	....	....	....	....
14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	....	....	....	....	....	....

ЗАМЕЧАНИЯ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

- (7). Значения напряжения для пластин конструкционного качества включают коэффициент качества материала 0.92. Допустимые напряжения для пластин А 283 Сорт D и А 36 были ограничены до 12.7 ksi.
- (8). Эти значения напряжения допускаются, только если используется спокойная или полу-спокойная сталь.
- (9). А 254 является медной, паяной твердым припоем, (не сварной) стальной трубой
- (10). Для насыщенного пара при 250 psi (406°F), могут использоваться значения, указанные для 400°F.
- (11). Для болтов из легированной стали и нержавеющей стали А 193, для использования с трубопроводом из углеродистой стали, смотрите Таблицы А-2 и А-3.
- (12). Это является техническим требованием к продукту. Допустимые напряжения не обязательны. Ограничения на температуру металла для материалов, охваченных этим техническим требованием, для использования в рамках В31.1, следующие:
Сорта 1 и 2 от -20°F до 600°F
Сорт 2Н от -20°F до 800°F
- (13). Этот материал не должен использоваться при температурах больше 400°F. Значение допустимого напряжения равно 7000 psi.
- (14). Этот материал не приведен в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME (Раздел IX). Однако сварочные процедуры должны быть квалифицированы в соответствии с указанными Р-номерами. Смотрите параграф 127.5.1.
- (15). Этот материал не должен использоваться с номинальными толщинами стенок больше 3/4 дюйма.
- (16). Эти значения допустимого напряжения приведены для труб, сделанных с использованием процесса соединения стыковой сваркой. Трубы, сделанные с помощью других процессов, не должны использоваться.
- (17). Эти значения допустимого 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 болтов, более низкие значения напряжения могут быть необходимыми и должны определяться по относительной гибкости фланца, ботов и соответствующих свойств релаксации.
- (18). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром меньшим или равным 1 дюйму.
- (19). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром больше 1 дюйма и меньше или равным 1 1/2 дюйма.
- (20). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром больше 1 1/2 дюйма и меньше или равным 3 дюймам.
- (21). Значения допустимого напряжения, указанные в MSS SP-58 для этого материала, могут использоваться для элементов опоры трубопровода, спроектированных в соответствии с MSS SP-58.
- (22). Эти значения применяются к материалам с толщиной меньшей или равной 1 дюйму.
- (23). Эти значения применяются к материалам с толщиной больше 1 дюйма.

Таблица А-2
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки								
A 199	T5	....	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)	60	25	1.00
	T9	....	9Cr-1Mo	5B	(1)(5)	60	25	1.00
A 199	T11	....	1 1/4Cr-1/2Mo	4	(1)	60	25	1.00
	T21	....	3Cr-1Mo	5A	(1)	60	25	1.00
	T22	....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(17)	60	25	1.00
A 213	T2	....	1/2Cr-1/2Mo	3	.....	60	30	1.00
	T5	....	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	T5b	....	5Cr-1/2Mo-1 1/2Si	5B	(5)	60	30	1.00
A 213	T5c	....	5Cr-1/2Mo-Ti	5B	(5)	60	30	1.00
	T9	....	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	T11	....	1 1/4Cr-1/2Mo	4	.....	60	30	1.00
A 213	T12	....	1Cr-1/2Mo	4	.....	60	30	1.00
	T21	....	3Cr-1Mo	5A	.....	60	30	1.00
	T22	....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	T91	....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00
	T91	....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00
A 333	3	....	3 1/2Ni	9B	(1)	65	35	1.00
	4	....	3/4Cr-3/4Ni- Cu-Al	4	(1)	60	35	1.00
	7	....	2 1/2Ni	(A	(1)	65	35	1.00
	9	....	2Ni-1Cu	(a	(1)(5)	63	46	1.00
A 335	P1	....	C-1/2Mo	3	(2)	55	30	1.00
	P2	....	1/2Cr-1/2Mo	3	.....	55	30	1.00
	P5	....	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	P5b	....	5Cr-1/2Mo-1 1/2Si	5B	(5)	60	30	1.00
A 335	P5c	....	5Cr-1/2Mo-Ti	5B	(5)	60	30	1.00
	P9	....	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	P11	....	1 1/4Cr- 1/2Mo-Si	4	.....	60	30	1.00
A 335	P12	....	1Cr-1/2Mo	4	.....	60	32	1.00
	P21	....	3Cr-1Mo	5A	.....	60	30	1.00
	P22	....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	P91	....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00
	P91	....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00

Таблица А-2
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200		
	Бесшовные трубы и трубки															
....	13.3	13.1	12.9	12.8	12.4	12.1	11.6	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	2.0	1.3	T5	А 199
....	13.3	13.1	12.9	12.8	12.4	12.1	11.6	11.0	10.3	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	T9	
14.0	13.5	13.1	12.8	12.6	12.3	12.0	11.7	11.3	9.3	6.3	4.2	2.8	1.9	1.2	T11	А 199
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	2.7	1.5	T21	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	2.4	1.4	T22	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.7	9.2	5.9	T2	А 213
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	T5	
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	T5b	
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	T5c	А 213
....	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	T9	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	...	....	T11
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	T12	А 213
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	...	....	T21
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	...	....	T22
....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	T91	
....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	T91	
16.3	16.3	16.3	16.3	3	А 333
15.0	15.0	15.0	15.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	4
16.3	16.3	16.3	16.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	7
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	9
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.5	13.1	P1	А 335
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.3	9.2	5.9	....	....	....	....	P2
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5	
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5b	
....	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	P5c	А 335
....	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	P9	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	....	....	P11
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	P12	А 335
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	....	....	P21
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	....	....	P22
....	21.0	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	P91	
....	21.0	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	P91	

Таблица А-2
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)								
A 369	FP1	....	C-1/2Mo	3	(2)	55	30	1.00
	FP2	....	1/2Cr-1/2Mo	3	.....	55	30	1.00
	FP5	....	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	60	30	1.00
A 369	FP9	....	9Cr-1Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	FP11	....	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	.....	60	30	1.00
A 369	FP12	....	1Cr-1/2Mo	4	.....	60	32	1.00
	FP21	....	3Cr-1Mo	5A	.....	60	30	1.00
	FP22	....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
A 714	V	....	2Ni-1Cu	9A	(1)(5)	65	46	1.00
Центробежно литые трубы								
A 426	CP1	....	C-1/2Mo	3	(1)(2)(3)(4)(5)(7)	65	35	0.85
	CP2	....	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)(3)(4)(7)	60	30	0.85
	CP5	....	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(3)(4)(5)(7)	90	60	0.85
	CP5B	....	5Cr-1/2Mo-Si	5B	(1)(3)(4)(5)(7)	60	30	0.85
A 426	CP9	....	9Cr-1mo	5B	(1)(3)(4)(5)(7)	90	60	0.85
	CP11	....	1 1/4Cr-1/2Mo	4	(1)(3)(4)(7)	70	40	0.85
A 426	CP12	....	1Cr-1/2Mo	4	(1)(3)(4)(7)	60	30	0.85
	CP21	....	3Cr-1Mo	5A	(1)(3)(4)(5)(7)	60	30	0.85
	CP22	....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(3)(4)(5)(7)(17)	70	40	0.85
Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением								
A 333	3	....	3 1/2Ni	9B	(1)	65	35	0.85
	7	....	2 1/2Ni	9A	(1)	65	35	0.85
	9	....	2Ni-1Cu	9A	(1)(5)	63	46	0.85
A 714	V	E	2Ni-Cu	9A	(1)(5)	65	46	0.85

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200		
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)																
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.5	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	FP1	А 369
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.2	9.2	5.9	.....	.....	.....	.....	FP2	
.....	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	FP5	
.....	14.4	14.2	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	11.4	10.6	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	FP9	А 369
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	.....	.....	FP11	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	14.0	11.3	7.2	4.5	2.8	.....	.....	FP12	А 369
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0	.....	.....	FP21	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	.....	.....	FP22	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	V	А 714
Центрбежно литые трубы																
13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.8	13.4	13.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	CP1	А 426
12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.6	12.2	11.9	11.6	7.8	5.0	.....	.....	.....	.....	CP2	
.....	18.4	18.1	17.8	17.4	16.8	16.2	12.1	9.2	6.8	4.9	3.6	2.5	1.5	0.85	CP5	
.....	12.2	12.1	11.8	11.6	11.2	10.9	10.3	9.3	6.8	4.9	3.6	2.5	1.5	0.85	CP5B	
.....	18.4	18.1	17.7	17.4	16.8	16.2	15.5	14.0	9.4	6.3	4.3	2.8	1.9	1.3	CP9	А 426
14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.5	14.6	7.9	5.4	3.6	2.4	.....	.....	CP11	
12.8	12.8	12.8	12.8	12.6	12.4	12.2	11.9	11.6	9.6	6.1	3.8	2.4	.....	.....	CP12	А 426
.....	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	11.8	11.2	10.2	7.7	6.0	4.7	3.4	.....	.....	CP21	
.....	14.3	14.3	14.2	14.1	13.7	13.3	12.8	12.1	9.7	6.6	4.3	2.7	.....	.....	CP22	
Трубы, сваренные электросваркой с сопротивлением																
13.8	13.8	13.8	13.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3	А 333
13.8	13.8	13.8	13.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	7	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	9	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	V	А 714

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла								
А 672	L65	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	65	37	0.90
	L65	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	65	37	1.00
А 672	L70	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	70	40	0.90
	L70	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	70	40	1.00
А 672	L75	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	75	43	0.90
	L75	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	75	43	1.00
А 691	CM65	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	65	37	0.90
	CM65	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	65	37	1.00
А 691	CM70	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	70	40	0.90
	CM70	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	70	40	1.00
А 691	CM75	20,23,30,33,40,43	C-1/2Mo	3	(1)	75	43	0.90
	CM75	21,22,31,32,41,42	C-1/2Mo	3	(1)	75	43	1.00
А 691	1/2Cr	20,23	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)(11)	55	33	0.90
	1/2Cr	21,22	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)(11)	55	33	1.00
	1/2Cr	20,23,30,33,40,43	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)(11)	70	45	0.90
	1/2Cr	21,22,31,32,41,42	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)(11)	70	45	1.00
А 691	1Cr	20,23	1Cr-1/2Mo	4	(1)(11)	55	33	0.90
	1Cr	21,22	1Cr-1/2Mo	4	(1)(11)	55	33	1.00
	1Cr	20,23,30,33,40,43	1Cr-1/2Mo	4	(1)(11)	65	40	0.90
	1Cr	21,22,31,32,41,42	1Cr-1/2Mo	4	(1)(11)	65	40	1.00
А 691	1	20,23	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	(1)(11)	60	35	0.90
	1/4Cr							
	1	21,22	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	(1)(11)	60	35	1.00
	1/4Cr							
	1	20,23,30,33,40,43	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	(1)(11)	75	45	0.90
А 691	1/4Cr							
	1	21,22,31,32,41,42	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	(1)(11)	75	45	1.00
	1/4Cr							
	2	20,23	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(11)(17)	60	30	0.90
	1/4Cr							
А 691	2	21,22	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(11)(17)	60	30	1.00
	1/4Cr							
	2	20,23,30,33,40,43	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(5)(12)(17)	75	45	0.90
	1/4Cr							
	2	21,22,31,32,41,42	2 1/4Cr-1Mo	5A	(1)(5)(12)(17)	75	45	1.00
	1/4Cr							

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200		
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла																
14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.2	13.8	L65	А 672
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	15.3	....	....	....	....	....	....	....	L65
15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.4	L70	А 672
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.1	....	....	....	....	....	....	....	L70
16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.5	L75	А 672
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.3	....	....	....	....	....	....	....	L75
14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.2	13.8	CM65	А 691
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	15.3	....	....	....	....	....	....	....	CM65
15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.4	CM70	А 691
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.1	....	....	....	....	....	....	....	CM70
16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.5	CM75	А 691
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.3	....	....	....	....	....	....	....	CM75
12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.1	11.5	8.3	5.3	1/2Cr	А 691
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.4	12.8	9.2	5.9	....	....	....	....	1/2Cr
15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.2	8.3	5.3	....	....	....	....	1/2Cr
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.9	9.2	5.9	....	....	....	....	1/2Cr
12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.1	11.5	10.2	6.5	4.1	2.5	1Cr	А 691
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.4	12.9	11.3	7.2	4.5	2.8	....	....	1Cr
14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.2	13.6	10.2	6.5	4.1	2.5	....	....	1Cr
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	15.2	11.3	7.2	4.5	2.8	....	....	1Cr
13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.1	12.3	8.4	5.7	3.8	2.5	1 1/4Cr	А 691
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	....	....	1 1/4Cr
16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.5	12.3	8.4	5.7	3.8	2.5	....	....	1 1/4Cr
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.3	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	....	....	1 1/4Cr
13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.0	12.2	9.7	7.2	5.1	3.4	2 1/4Cr	А 691
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	....	....	2 1/4Cr
....	16.1	16.0	15.9	15.9	15.5	15.2	14.8	14.2	10.3	7.0	4.6	2.9	....	....	2 1/4Cr
....	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	15.8	11.4	7.8	5.1	3.2	....	....	2 1/4Cr

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)								
А 691	3Cr	20,23	3Cr-1Mo	5A	(1)(11)	60	30	0.90
	3Cr	21,22	3Cr-1Mo	5A	(1)(11)	60	30	1.00
	3Cr	20,23,30,33, 40,43	3Cr-1Mo	5A	(1)(5)(12)	75	45	0.90
	3Cr	21,22,31,32, 41,42	3Cr-1Mo	5A	(1)(5)(12)	75	45	1.00
А 691	5Cr	20,23	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)(11)	60	30	0.90
	5Cr	21,22	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)(11)	60	30	1.00
	5Cr	20,23,30,33, 40,43	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)(12)	75	45	0.90
	5Cr	21,22,31,32, 41,42	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)(12)	75	45	1.00
А 691	91	40,43,50,53	9Cr-1Mo-V	5B	(1)(5)(12)(17)	85	60	0.90
	91	41,42,52,53	9Cr-1Mo-V	5B	(1)(5)(12)(17)	85	60	1.00
Пластина								
А 387	2	1	1/2Cr-1/2Mo	3	.....	55	33	1.00
	2	2	1/2Cr-1/2Mo	3	(1)....	70	45	1.00
	5	1	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	60	30	1.00
	5	2	5Cr-1/2Mo	5B	(1)(5)	75	45	1.00
А 387	11	1	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	.....	60	35	1.00
	11	2	1 1/4Cr-1/2Mo-Si	4	.....	75	45	1.00
	12	1	1Cr-1/2Mo	4	.....	55	33	1.00
	12	2	1Cr-1/2Mo	4	.....	65	40	1.00
А 387	21	1	3Cr-1Mo	5A	.....	60	30	1.00
	21	2	3Cr-1Mo	5A	(5)	75	45	1.00
	22	1	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	22	2	2 1/4Cr-1Mo	5A	(5)(17)	75	45	1.00
А 387	91	2	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00
	91	2	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00
Кованые изделия								
А 182	F1	.....	C-1/2Mo	3	(2)	70	40	1.00
	F2	.....	1/2Cr-1/2Mo	3	.....	70	40	1.00
	F5	.....	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	70	40	1.00
	F5a	.....	5Cr-1/2Mo	5B	(5)	90	65	1.00

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования	
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200			
Трубы, сваренные электросваркой плавлением – с добавлением присадочного металла (продолжение)																	
13.5	13.5	13.5	13.5	13.3	13.1	12.5	11.9	10.8	8.1	6.3	5.0	3.6				3Cr	А 691
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0				3Cr	
	16.1	16.0	15.9	15.8	15.5	15.2	14.8	11.8	8.6	6.1	4.4	2.9				3Cr	
	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	13.1	9.5	6.8	4.9	3.2				3Cr	
	13.0	12.7	12.5	12.3	11.9	11.5	10.9	9.8	7.2	5.2	3.8	2.6	1.6	0.90		5Cr	А 691
	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		5Cr	
	16.2	15.9	15.7	15.4	14.9	14.4	13.6	9.8	7.2	5.2	3.8	2.6	1.6	0.90		5Cr	
	18.0	17.7	17.4	17.1	16.5	16.0	15.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		5Cr	
	18.9	18.7	18.4	18.0	17.4	16.8	16.0	15.0	13.9	12.8	11.6	8.6	6.3	3.8		91	А 691
	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3		91	
Пластина																	
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.4	12.8	9.2	5.9						2	А 387
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.9	9.2	5.9						2	
	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		5	
	18.0	17.7	17.4	17.1	16.5	16.0	15.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		5	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.6	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8				11	А 387
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.3	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8				11	
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.4	12.9	11.3	7.2	4.5	2.8				12	
16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	15.2	11.3	7.2	4.5	2.8				12	
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.5	13.9	13.2	12.0	9.0	7.0	5.5	4.0				21	А 387
	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	13.1	9.5	6.8	4.9	3.2				21	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8				22	
	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	15.8	11.4	7.8	5.4	3.2				22	
	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3		91	А 387
	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3		91	
Кованые изделия																	
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.1									F1	А 182
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.9	9.2	5.9						F2	
	16.8	16.5	16.3	16.0	15.4	14.9	14.1	10.8	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		F5	
	21.6	21.3	20.9	20.5	19.8	19.1	14.3	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0		F5a	

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P- номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Кованые изделия (продолжение)								
A 182	F9	.....	9Cr-1Mo	5B	(5)	85	55	1.00
	F91	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)	85	60	1.00
	F11	Класс 1	1 1/2Cr- 1/2Mo-Si	4	....	60	30	1.00
	F11	Класс 2	1 1/4Cr- 1/4Mo-Si	4	....	70	40	1.00
	F12	Класс 1	1Cr-1/2Mo	4	....	60	30	1.00
	F12	Класс 2	1Cr-1/2Mo	4	....	70	40	1.00
	F21	.....	3Cr-1Mo	5A	(5)	75	45	1.00
	F22	Класс 1	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	F22	Класс 1	2 1/4Cr-1Mo	5A	(5)(17)	75	45	1.00
A 336	F11	Класс 1	1 1/4Cr- 1/2Mo-Si	4	....	60	30	1.00
	F11	Класс 2	1 1/4Cr- 1/2Mo-Si	4	....	70	40	1.00
	F12	.....	1Cr-1/2Mo	4	....	70	40	1.00
	F22	Класс 1	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	F22	Класс 3	2 1/4Cr-1Mo	5A	(5)(17)	75	45	1.00
	F91	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00
	F91	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00
A 350	LF3	.....	3 1/2Ni	9B	(1)	70	40	1.00
	LF4	.....	3/4Cr-3/4Ni- Cu-Al	4	(1)	60	...	1.00
	LF5	Класс 1	1 1/2Ni	9A	(1)(5)	60	30	1.00
	LF5	Класс 2	1 1/2Ni	9A	(1)(5)	70	37	1.00
	LF9	.....	2Ni-1Cu	9A	(1)(5)	63	46	1.00
Катаные фитинги (бесшовные и сварные)								
A 234	WP1	.....	C-1/2Mo	3	(2)	55	30	1.00
	WP5	.....	5Cr-1/2Mo	5B	....	60	30	1.00
	WP11	.....	1 1/4Cr-1/2Mo	4	.....	60	30	1.00
	WP12	(1)	1Cr-1/2Mo	4	(6)	60	30	1.00
A 234	WP22	.....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(17)	60	30	1.00
	WP91	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(19)	85	60	1.00
	WP91	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(5)(20)	85	60	1.00

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200		
Кованые изделия (продолжение)																
.....	20.4	20.1	19.7	19.4	18.7	18.1	17.1	16.2	11.0	7.4	5.0	3.3	2.2	1.5	F9	А 182
.....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	.....	.....	F91
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	F11	А 336
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.1	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	.....	.....	F11
15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.6	14.3	14.0	13.6	11.3	7.2	4.5	2.8	F12	А 350
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.0	16.4	11.3	7.2	4.5	2.8	.....	.....	F12
.....	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	13.1	9.5	6.8	4.9	3.2	F21	А 234
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	.....	.....	F22
.....	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	15.8	11.4	7.8	5.1	3.2	.....	.....	F22
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	F11	А 234
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.1	13.7	9.3	6.3	4.2	2.8	.....	.....	F11
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.0	16.4	11.3	7.2	4.5	2.8	F12	А 234
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	.....	.....	F22
.....	17.9	17.8	17.7	17.5	17.2	16.9	16.4	15.8	11.4	7.8	5.1	3.2	.....	.....	F22
.....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	F91	
.....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	F91	
17.5	17.5	17.5	17.5	LF3	А 350
15.0	15.0	15.0	15.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	LF4
.....	13.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	LF5
.....	15.6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	LF5
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	LF9
Катаные фитинги (бесшовные и сварные)																
13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.5	13.2	WP1	А 234
14.4	14.4	14.1	13.9	13.7	13.2	12.8	12.1	10.9	8.0	5.8	4.2	2.9	1.8	1.0	WP5	
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	.....	.....	WP11
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	14.4	14.0	13.6	9.3	6.3	4.2	2.8	.....	.....	WP12
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.4	13.6	10.8	8.0	5.7	3.8	WP22	А 234
.....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	10.3	7.0	4.3	WP91	
.....	21.1	20.8	20.5	20.0	19.4	18.7	17.8	16.7	15.5	14.3	12.9	9.6	7.0	4.3	WP91	

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

Номер технического требования	Сорт	Тип или класс	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Литые изделия								
A 217	WC1	.....	C-1/2Mo	3	(2)(3)(4)	65	35	0.80
	WC4	.....	1Ni-1/2Cr-1/2Mo	4	(3)(4)	70	40	0.80
	WC5	.....	3/4Ni-1Mo-3/4Cr	4	(3)(4)	70	40	0.80
	WC6	.....	1 1/4Cr-1/2Mo	4	(3)(4)	70	40	0.80
A 217	WC9	.....	2 1/4Cr-1Mo	5A	(3)(4)(5)	70	40	0.80
	C5	.....	5Cr-1/2Mo	5B	(3)(4)(5)	90	60	0.80
	C12	.....	9Cr-1Mo	5B	(3)(4)(5)	90	60	0.80
	C12A	.....	9Cr-1Mo-V	5B	(3)(4)(5)	85	.....	0.80
Болты, гайки и штифты								
A 193	B5	.....	5Cr-1/2Mo	.....	(8)(9)(13)	100	80	1.00
	B7	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(14)	125	105	1.00
	B7	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(15)	115	95	1.00
	B7	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(16)	100	75	1.00
	B7M	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(1)(14)	100	80	1.00
A 193	B16	.....	1Cr-1/2Mo-V	.....	(14)	125	105	1.00
	B16	.....	1Cr-1/2Mo-V	.....	(15)	110	95	1.00
	B16	.....	1Cr-1/2Mo-V	.....	(16)	100	85	1.00
A 194	3	.....	5Cr-1/2Mo-V	.....	(10)	.....	.....	.....
	4	.....	C-Mo	.....	(2)(10)	.....	.....	.....
	7	.....	Cr-Mo	.....	(10)	.....	.....	.....
A 320	L7	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(1)(8)(18)	125	105	1.00
	L7M	.....	1Cr-1/5Mo	.....	(1)(14)	100	80	1.00
	L43	.....	1 3/4Ni-3/4Cr-1/4Mo	.....	(1)(8)(18)	125	105	1.00
A 354	BC	.....	Легированная сталь	.....	(8)(9)(14)	125	109	1.00
	BC	.....	Легированная сталь	.....	(8)(9)(15)	115	99	1.00
	BD	.....	Легированная сталь	.....	(8)(9)(14)	150	130	1.00
	BD	.....	Легированная сталь	.....	(8)(9)(15)	140	120	1.00

Таблица А-2.
Низколегированная и среднелегированная сталь.

от – 20 до 400	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														Сорт	Номер технического требования			
	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200					
																	Литые изделия		
13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.6	12.2	WC1	А 217	
14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.7	12.0	7.4	5.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WC4
14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.7	13.0	8.8	5.5	3.7	2.2	.....	.....	.....	.....	WC5
14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.7	11.0	7.4	5.0	3.4	2.2	.....	.....	.....	.....	WC6
.....	13.4	13.4	13.4	13.3	12.9	12.6	12.0	11.4	9.1	6.2	4.1	2.6	WC9	А 217	
.....	17.3	17.0	16.7	16.4	15.8	15.3	11.4	8.7	6.4	4.6	3.4	2.3	1.4	0.80	.....	.....	C5
.....	17.3	17.0	16.7	16.4	15.8	15.3	14.6	13.2	8.8	5.9	4.0	2.6	1.7	1.2	.....	.....	C12
.....	15.4	15.0	14.7	14.5	14.2	13.8	13.4	12.9	12.4	11.4	9.1	7.0	5.2	3.4	.....	.....	C12A
																		Болты, гайки и штифты	
20.0	20.0	20.0	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	А 193	
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7
23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	20.0	16.3	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7
18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.0	16.3	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	13.5	16.2	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B7M
25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	23.5	20.5	16.0	11.0	6.3	2.8	B16	А 193	
22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	21.0	18.5	15.3	11.0	6.3	2.8	.....	.....	.....	.....	B16
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.8	16.7	14.3	11.0	6.3	2.8	.....	.....	.....	.....	B16
.....	3	А 194
.....	4	
.....	7	
25.0	25.0	25.0	25.0	L7	А 320	
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.5	16.2	12.5	8.5	4.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L7M
25.0	25.0	25.0	25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	L43
25.0	25.0	25.0	25.0	BC	А 354
23.0	23.0	23.0	23.0	BC	
30.0	30.0	30.0	30.0	BD	
28.0	28.0	28.0	28.0	BD	

Таблица А-2 (продолжение)

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (b). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (с). Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (d). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (е). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (f). Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (g). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Все перечисленные материалы классифицируются как ферритные (смотрите Таблицу 104.1.2(A)).

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕТАЛЕЙ, УДЕРЖИВАЮЩИХ ДАВЛЕНИЕ, ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) И (B).
- (2). При продолжительном воздействии температур больше 875°F, карбидная фаза углеродистой стали, может перейти в графит.
- (3). Указанные значения допустимого напряжения применяются только к нормализованному и закаленному материалу.
- (4). Коэффициенты качества продуктов и значения допустимого напряжения для этих материалов могут быть увеличены, в соответствии с параграфом 102.4.6.
- (5). При температурах 400°F и ниже, должны применяться следующие значения допустимого напряжения:

Номер техническо го требования	Сорт	Тип или класс	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минималь ый предел текучести, ksi	E или F	Температура металла, °F			
						от -20 до 100	200	300	400
A 182	F5	....	70	40	1.00	17.5	17.5	17.0	16.8
	F5a	....	90	65	1.00	22.5	22.4	21.8	21.6
	F9	....	85	55	1.00	21.3	21.2	20.6	20.4
A 182	F21	....	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
	F22	Класс 3	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
	F91	....	85	60	1.00	21.3	21.3	21.2	21.2
A 199	T5	....	60	25	1.00	15.0	14.1	13.6	13.4
	T9	....	60	25	1.00	15.0	14.1	13.6	13.4
A 213	T5	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	T5b	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	T5c	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
A 213	T9	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	T91	....	85	60	1.00	21.3	21.3	21.2	21.2
A 217	WC9	....	70	40	0.80	14.0	14.0	13.8	13.5
	C5	....	90	60	0.80	18.0	17.9	17.4	17.3
	C12	....	90	60	0.80	18.0	17.9	17.4	17.3
	C12A	....	85	....	0.80	17.0	17.0	16.5	15.9
A 333	9	Бесшовная	63	46	1.00	15.8	....	....	....
	9	Сварная	63	46	0.85	13.4	....	....	....
A 335	P5	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	P5b	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	P5c	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	P9	....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	P91	....	85	60	1.00	21.3	21.3	21.2	21.2
A 336	F22	Класс 3	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
	F91	....	85	60	1.00	21.3	21.3	21.2	21.2

Таблица А-2 (продолжение)
ЗАМЕЧАНИЯ (продолжение)

Номер техническо го требования	Сорт	Тип или класс	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минималь ый предел текучести, ksi	E или F	Температура металла, °F			
						от -20 до 100	200	300	400
A 350	LF5	Класс 1	60	30	1.00	15.0	14.4	13.7	13.4
	LF5	Класс 1	70	37	1.00	17.5	16.8	16.0	15.6
	LF9	.....	63	46	1.00	15.8	.....	.....	.....
A 369	FP5	.....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	FP9	.....	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
A 387	5	1	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	5	2	75	45	1.00	18.8	18.7	18.2	18.0
	21	2	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
	22	2	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
A 387	91	2	85	60	1.00	21.3	21.3	21.2	21.2
	91	2	85	60	0.90	19.1	19.1	19.0	19.0
A 426	CP5	.....	90	60	0.85	19.1	19.0	18.5	18.4
	CP5b	.....	60	30	0.85	12.8	12.8	12.3	12.2
	CP9	.....	90	60	0.85	19.1	19.0	18.5	18.4
	CP21	.....	60	...	0.85	12.8	12.8	12.5	12.3
	CP22	.....	70	40	0.85	14.9	14.9	14.7	14.4
A 691	2 1/4Cr	20,23,30,33, 40,43	75	45	0.90	16.9	16.9	16.5	16.2
	2 1/4Cr	21,22,31,32, 41,42	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
A 691	3Cr	20,23,30,33, 40,43	75	45	0.90	16.9	16.9	16.5	16.2
	3Cr	21,22,31,32, 41,42	75	45	1.00	18.8	18.8	18.3	18.0
A 691	5Cr	20,23	60	30	0.90	13.5	13.5	13.1	13.0
	5Cr	21,22	60	30	1.00	15.0	15.0	14.5	14.4
	5Cr	20,23,30,33, 40,43	75	45	0.90	16.9	16.8	16.4	16.2
	5Cr	21,22,31,32, 41,42	75	45	1.00	18.8	18.7	18.2	18.0
A 714	V	S	65	46	1.00	.....	.....	.....	.....
	V	E	65	46	0.85	.....	.....	.....	.....

(6). Если фитинги A 234 Grade WP-12 сделаны из закаленной стальной пластины A 387 Grade 12, значения допустимого напряжения должны быть снижены в отношении 55/60 в температурном диапазоне от -20°F до 850°F. В диапазоне температур от 900°F до 1100°F могут использоваться значения, указанные в Таблице

(7). Общий коэффициент качества для центробежно литых труб (0.85) основывается на всех поверхностях, которые проходят станочную обработку, после термической обработки, до полировки поверхности в среднем 250 микродюймов или лучше.

(8). Эти значения допустимого напряжения определены исходя только из прочности и будут удовлетворительны для средних условий эксплуатации. Для болтовых соединений, в которых требуется отсутствие утечки в течение длительного периода без повторного затягивания болтов, более низкие значения напряжения могут быть необходимы и должны определяться по относительной гибкости фланца и болтов и соответствующих свойствах релаксации.

(9). В диапазоне температур от -20°F до 400°F, могут использоваться значения допустимого напряжения, равные минимальной из следующих величин: 20% от указанной прочности на растяжение или 25% от указанного предела текучести.

(10). Это является техническим требованием к продукту. Допустимые напряжения не обязательны. Ограничения на температуру металла для материалов, охваченных этим техническим требованием, для использования в рамках B31.1, следующие:

Сорт 3 от -20°F до 1100°F

Сорт 4 от -20°F до 900°F

(11). Эти значения допустимого напряжения приведены для трубы, изготовленной из пластины ASTM A 387 Класс 1 в закаленном состоянии.

(12). Эти значения допустимого напряжения приведены для трубы, изготовленной из пластины ASTM A 387 Класс 2.

(13). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром меньшим или равным 4 дюймам

(14). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром больше 2 1/2 дюйма и меньше или равным 4 дюймам.

(15). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром больше 2 1/2 дюйма и меньше или равным 4 дюймам.

Таблица А-2 (продолжение)

ЗАМЕЧАНИЯ (продолжение)

(16). Эти значения допустимого напряжения применяются к материалам болтового крепления с диаметром больше 4 дюймов и меньше или равным 7 дюймам

(17). Для использования при температурах выше 850°F, содержание углерода в базовом материале и, когда применимо, в присадочном металле сварного шва должно быть 0.05% или больше. Смотрите параграф 124.2(D).

(18). Минимальная температура закалки должна быть 800°F.

(19). Эти значения допустимого напряжения применяются к толщинам меньше 3 дюймов.

(20). Эти значения допустимого напряжения применяются к толщинам 3 дюйма и больше.

ПРИЛОЖЕНИЕ А, ТАБЛИЦА А-3

Начинается на следующей странице.

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки									
Аустенитные									
A 213	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	1.00
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	1.00
A 213	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	1.00
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	91)(9)	70	25	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 213	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)	75	30	1.00
	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	.....	75	30	1.00
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	(9)	75	30	1.00
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	.....	75	30	1.00
A 213	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	1.00
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	1.00
A 213	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	1.00
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 213	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	1.00
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	1.00
A 213	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
A 213	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 312	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	1.00
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	1.00
A 312	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	1.00
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 312	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)	75	30	1.00
	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	.....	75	30	1.00
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	(9)	75	30	1.00
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	.....	75	30	1.00
A 312	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	1.00
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	1.00
A 312	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	1.00
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 312	TP317	.....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(10)	75	30	1.00
	TP317	.....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(9)(10)	75	30	1.00
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	1.00
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	1.00
A 312	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали,

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 312	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
A 312	TPXM15	.....	S38100	18Cr-18Ni-2Si	8	(1)	75	30	1.00
	TPXM15	.....	S38100	18Cr-18Ni-2Si	8	(1)(9)	75	30	1.00
	TPXM19	.....	S20910	22Cr-13Ni-5Mn	8	(1)	100	35	1.00
	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	1.00
	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	1.00
A 376	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	1.00
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	1.00
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 376	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	1.00
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	1.00
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 376	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	1.00
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	1.00
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	1.00
A 376	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
A 376	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
А 430	FP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)(11)	70	30	1.00
	FP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)(11)	70	30	1.00
	FP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	70	30	1.00
	FP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	70	30	1.00
	FP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	75	35	1.00
	FP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	75	35	1.00
А 430	FP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)(11)	70	30	1.00
	FP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)(11)	70	30	1.00
	FP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	70	30	1.00
	FP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	70	30	1.00
	FP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	75	35	1.00
	FP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	75	35	1.00
А 430	FP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)(11)	70	30	1.00
	FP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)(11)	70	30	1.00
	FP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	70	30	1.00
	FP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	70	30	1.00
А 430	FP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)(11)	70	30	1.00
	FP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)(11)	70	30	1.00
	FP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	70	30	1.00
	FP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	70	30	1.00
Ферритные/мартенситные									
А 268	TP405	.....	S40500	12Cr-Al	7	(3)	60	30	1.00
	TP410	.....	S41000	13Cr	6	.....	60	30	1.00
	TP429	.....	S42900	15Cr	6	(3)	60	35	1.00
	TP430	.....	S43000	17Cr	7	(3)	60	35	1.00
	TPXM27	.....	S44627	26Cr-1Mo	10I	(1)(2)(32)	65	40	1.00
	TP446-1	.....	S44600	27Cr	10I	(32)	70	40	1.00
	TPXM33	.....	S44626	27Cr-1Mo-Ti	10I	(2)(32)	68	45	1.00
	А 731	TPXM27	S44627	27Cr-1Mo	10I	(2)(32)	65	40	1.00
TPXM33		.....	S44626	27Cr-1Mo-Ti	10I	(2)(32)	65	40	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
	Бесшовные трубы и трубки (продолжение)																		
	Аустенитные (продолжение)																		
17.5	15.7	14.1	13.0	12.2	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.8	8.9	7.7	6.1	FP304	A 430
17.5	16.6	15.5	15.1	14.8	14.8	14.8	14.8	14.7	14.6	14.4	14.2	13.9	13.4	12.0	9.7	7.7	6.1	FP304	
17.5	15.7	14.1	13.0	12.2	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.8	8.9	7.7	6.1	FP304H	
17.5	16.6	15.5	15.1	14.8	14.8	14.8	14.8	14.7	14.6	14.4	14.2	13.9	13.4	12.0	9.7	7.7	6.1	FP304H	
18.8	17.9	15.7	14.1	13.0	12.4	12.2	11.9	11.8	11.6	11.3	11.1	10.8	10.6	10.3	9.8	7.7	6.1	FP304N	
18.8	18.8	17.8	17.1	16.7	16.3	16.2	16.1	15.9	15.8	15.6	15.4	15.1	14.5	12.4	9.8	7.7	6.1	FP304N	
17.5	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	FP316	A 430
17.5	17.5	17.1	16.8	16.8	16.8	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.6	15.4	15.0	14.1	12.4	9.8	7.4	FP316	
17.5	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	FP316H	
17.5	17.5	17.1	16.8	16.8	16.8	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.6	15.4	15.0	14.1	12.4	9.8	7.4	FP316H	
18.8	18.8	17.8	16.5	15.4	14.6	14.2	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.4	12.2	11.7	9.8	7.4	FP316N	
18.8	18.8	18.0	17.6	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.3	17.1	17.0	16.7	16.3	15.7	12.4	9.8	7.4	FP316N	
17.5	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.4	9.2	6.9	5.0	3.6	FP321	A 430
17.5	17.2	16.2	16.0	16.0	16.0	16.0	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	13.8	9.6	6.9	5.0	3.6	FP321	
17.5	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.5	10.1	8.8	6.9	5.4	FP321H	
17.5	17.2	16.2	16.0	16.0	16.0	16.0	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	14.0	11.7	9.1	6.9	5.4	FP321H	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	FP347	A 430
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.2	12.0	9.1	6.1	4.4	FP347	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	7.9	FP347H	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	13.2	12.5	10.5	7.9	FP347H	
	Ферритные/мартенситные																		
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP405	A 268
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP410	
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP429	
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP430	
16.2	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TRXM27	
17.5	16.6	16.1	15.6	15.0	14.5	14.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP446-1	
17.0	17.0	16.8	16.6	16.4	16.1	15.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TRXM33	
16.2	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TRXM27	A 731
16.3	16.3	16.1	15.9	15.7	15.4	15.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TRXM33	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Центробежно литые трубы									
Аустенитные									
А 451	CPF8	.....	J92600	18Cr-8Ni	8	(1)(8)(10)(26)	70	30	0.85
	CPF8	.....	J92600	18Cr-8Ni	8	(1)(8)(9)(10)(26)	70	30	0.85
	CPF8C	.....	J92710	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(8)(10)(26)	70	30	0.85
	CPF8C	.....	J92710	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(8)(9)(10)(26)	70	30	0.85
	CPF8M	.....	J92900	18Cr-9Ni-2Mo	8	(1)(8)(13)(26)	70	30	0.85
	CPF8M	.....	J92900	18Cr-9Ni-2Mo	8	(1)(8)(9)(13)(26)	70	30	0.85
А 451	CPH8	.....	J93400	25Cr-12Ni	8	(1)(8)(10)(26)	65	28	0.85
	CPH8	.....	J93400	25Cr-12Ni	8	(1)(8)(9)(10)(26)	65	28	0.85
	CPH10	.....	J93410	25Cr-12Ni	8	(1)(6)(8)(10)(26)	(70)	30	0.85
	CPH10	.....	J93410	25Cr-12Ni	8	(1)(6)(8)(9)(10)(26)	(70)	30	0.85
А 451	CPH20	.....	J93402	25Cr-12Ni	8	(1)(6)(8)(10)(26)	(70)	30	0.85
	CPH20	.....	J93402	25Cr-12Ni	8	(1)(6)(8)(9)(10)(26)	(70)	30	0.85
	CPK20	.....	J94202	25Cr-12Ni	8	(1)(8)(10)(26)	65	28	0.85
	CPK20	.....	J94202	25Cr-12Ni	8	(1)(8)(9)(10)(26)	65	28	0.85
А 452	TP304H	.....	J92590	18Cr-8Ni	8	(1)(8)(26)	75	30	0.85
	TP304H	.....	J92590	18Cr-8Ni	8	(1)(8)(9)(26)	75	30	0.85
	TP316H	.....	J92920	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(8)(26)	75	30	0.85
	TP316H	.....	J92920	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(8)(9)(26)	75	30	0.85
	TP347H	.....	J92660	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(8)(26)	75	30	0.85
	TP347H	.....	J92660	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(8)(9)(26)	75	30	0.85
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла									
Аустенитные									
А 249	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	0.85
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	0.85
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	0.85
А 249	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	0.85
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	0.85
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	0.85
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	0.85

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
Центробежно литые трубы																			
Аустенитные																			
14.9	13.3	11.9	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	8.9	8.8	8.6	8.4	8.1	7.7	6.4	4.9	3.8	CPF8	A 451
14.9	14.0	12.8	12.8	12.6	12.6	12.6	12.6	12.5	12.4	12.2	12.0	11.4	10.2	8.2	6.4	4.9	3.8	CPF8	
14.9	14.1	13.0	12.2	11.8	11.4	11.1	11.0	10.9	10.8	10.7	10.7	10.6	10.1	9.5	8.9	6.8	4.2	CPF8C	
14.9	14.1	13.0	12.2	11.8	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.5	11.2	10.2	8.8	6.8	4.2	CPF8C	
14.9	13.7	12.4	11.3	10.5	10.0	9.8	9.6	9.4	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.6	8.0	6.8	5.1	CPF8M	
14.9	14.9	14.5	14.3	14.3	14.3	14.1	13.9	13.6	13.4	13.3	13.2	13.1	12.7	10.2	8.0	6.8	5.1	CPF8M	
13.9	12.7	12.1	11.7	11.2	10.6	10.4	10.1	9.9	9.7	9.4	9.3	9.2	8.4	7.2	5.5	4.3	3.2	CPH8	A 451
13.9	12.7	12.1	11.7	11.5	11.3	11.2	11.1	11.1	11.1	10.9	10.6	10.0	8.9	7.2	5.5	4.3	2.2	CPH8	
14.9	13.7	13.0	12.6	12.0	11.4	11.1	10.8	10.6	10.4	10.1	9.9	9.5	8.7	7.2	5.5	4.3	3.2	CPH10	
14.9	13.7	13.0	12.6	12.3	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8	11.7	11.3	10.6	8.9	7.2	5.5	4.0	3.2	CPH10	
14.9	13.7	13.0	12.6	12.0	11.4	11.1	10.8	10.6	10.4	10.1	9.9	9.5	8.7	7.2	5.5	4.3	3.2	CPH20	A 451
14.9	13.7	13.0	12.6	12.3	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8	11.7	11.3	10.6	8.9	7.2	5.5	4.0	3.2	CPH20	
13.9	12.7	12.1	11.7	11.2	10.6	10.4	10.1	9.9	9.7	9.4	9.3	9.0	8.8	8.3	7.2	6.2	5.1	CPK20	
13.9	12.7	12.1	11.7	11.5	11.3	11.2	11.1	11.1	11.1	10.9	10.6	10.1	9.4	8.3	7.2	6.2	5.1	CPK20	
16.0	13.3	12.0	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.6	6.5	5.2	TP304H	A 452
16.0	15.1	14.1	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.9	12.7	12.5	12.2	11.7	10.4	8.3	6.5	5.2	TP304H	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.0	9.9	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	TP316H	
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	13.2	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.1	13.0	12.3	10.5	8.3	6.3	TP316H	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	.....	.....	.....	.....	TP347H	
16.0	15.2	13.9	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.2	.....	.....	.....	.....	TP347H	
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла																			
Аустенитные																			
16.0	13.3	12.0	11.0	10.5	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.6	6.5	5.2	TP304	A 249
16.0	15.1	14.1	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.9	12.7	12.5	12.2	11.7	10.4	8.3	6.5	5.2	TP304	
16.0	13.3	12.0	11.0	10.5	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.6	6.5	5.2	TP304H	
16.0	15.1	14.1	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.9	12.7	12.5	12.2	11.7	10.4	8.3	6.5	5.2	TP304H	
13.3	11.4	10.2	9.3	8.7	8.3	8.1	8.0	7.8	7.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	A 249
13.3	13.3	13.0	12.5	12.3	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
17.0	15.2	13.3	12.0	11.1	10.5	10.4	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.0	8.8	8.3	6.5	5.1	TP304N	
17.0	17.0	16.2	15.6	15.1	14.8	14.7	14.6	14.4	14.2	13.9	13.5	13.3	12.8	10.5	8.3	6.5	5.1	TP304N	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 249	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)	75	30	0.85
	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	.....	75	30	0.85
A 249	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	0.85
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	0.85
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	0.85
A 249	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	0.85
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	0.85
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	0.85
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	0.85
A 249	TP317	.....	S31700	19Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(10)	75	30	0.85
	TP317	.....	S31700	19Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(9)(10)	75	30	0.85
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	0.85
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	0.85
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	0.85
A 249	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	0.85
	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	0.85
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	0.85
A 249	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	0.85
	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	0.85
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	0.85
A 249	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	0.85
	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	0.85
A 312	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	0.85
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	0.85
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	0.85

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
	Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение) Аустенитные (продолжение)																		
16.0	16.0	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.7	13.3	12.8	11.7	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР309Н	A 249
16.0	15.0	13.7	12.8	12.0	11.8	11.6	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8	10.6	10.5	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР309Н	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР316	A 249
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР316	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР316Н	
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР316Н	
13.3	11.3	10.1	9.2	8.5	8.0	7.8	7.6	7.5	7.3	7.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР316L	A 249
13.3	13.3	13.3	13.2	12.3	11.5	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР316L	
17.0	16.5	15.1	14.0	13.1	12.4	12.1	11.8	11.6	11.3	11.1	10.9	10.7	10.5	10.4	9.9	8.3	6.3	ТР316N	
17.0	17.0	16.3	16.0	15.8	15.8	15.8	15.8	15.7	15.6	15.6	15.4	15.1	14.8	13.4	10.5	8.3	6.3	ТР316N	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР317	A 249
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР317	
16.0	13.5	12.1	11.0	10.2	9.7	9.5	9.3	9.2	9.2	9.1	9.0	9.0	8.9	7.8	5.9	4.3	3.1	ТР321	
16.0	15.6	14.7	14.6	14.6	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	11.8	8.2	5.9	4.3	3.1	ТР321	
16.0	13.5	12.1	11.0	10.2	9.7	9.5	9.3	9.2	9.2	9.1	9.0	9.0	8.9	8.6	7.5	5.9	4.6	ТР321Н	
16.0	15.6	14.7	14.6	14.6	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	11.9	10.6	7.7	5.9	4.6	ТР321Н	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.6	10.1	7.8	5.2	3.8	ТР347	A 249
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	11.9	10.3	7.8	5.2	3.8	ТР347	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.6	10.3	8.9	6.7	ТР347Н	
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.3	12.0	11.1	8.9	6.7	ТР347Н	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.7	10.7	10.6	10.1	7.8	5.2	3.8	ТР348	A 249
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	11.9	10.3	7.8	5.2	3.8	ТР348	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.6	10.3	8.9	6.7	ТР348Н	
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.3	12.0	11.1	8.9	6.7	ТР348Н	
20.0	20.0	18.2	16.9	15.7	15.2	15.0	14.9	14.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 249
20.0	20.0	19.0	18.1	17.4	17.1	16.9	16.9	16.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
16.0	13.3	12.0	11.0	10.5	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.6	6.5	5.2	ТР304	A 312
16.0	15.1	14.1	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.9	12.7	12.5	12.2	11.7	10.4	8.3	6.5	5.2	ТР304	
16.0	13.3	12.0	11.0	10.5	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.6	6.5	5.2	ТР304Н	
16.0	15.1	14.1	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.9	12.7	12.5	12.2	11.7	10.4	8.3	6.5	5.2	ТР304Н	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 312	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	0.85
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	0.85
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	0.85
	TP304N	.....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	0.85
A 312	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)	75	30	0.85
	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	...	75	30	0.85
	TP310H	.....	S31009	23Cr-20Ni	8	(9)	75	30	0.85
	TP310H	.....	S31009	23Cr-20Ni	8	...	75	30	0.85
A 312	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	0.85
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	0.85
	TP316H	.....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	0.85
A 312	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	0.85
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	0.85
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	0.85
	TP316N	.....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	0.85
A 312	TP317	.....	S31700	19Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(10)	75	30	0.85
	TP317	.....	S31700	19Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(9)(10)	75	30	0.85
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	0.85
	TP321	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	0.85
	TP321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	0.85
A 312	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	0.85
	TP347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	0.85
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	0.85
	TP347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	0.85
A 312	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)	75	30	0.85
	TP348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)	75	30	0.85
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)	75	30	0.85
	TP348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)	75	30	0.85

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
	Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение) Аустенитные (продолжение)																		
13.3	11.4	10.2	9.3	8.7	8.3	8.1	8.0	7.8	7.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР304L	A 312
13.3	13.3	13.0	12.5	12.3	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР304L	
17.0	15.2	13.3	12.0	11.1	10.5	10.4	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.0	7.8	8.3	6.5	5.1	ТР304N	
17.0	17.0	16.2	15.6	15.1	14.8	14.7	14.6	14.4	14.2	13.9	13.5	13.3	12.8	10.5	8.3	6.5	5.1	ТР304N	
16.0	16.0	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7	14.5	14.3	14.0	13.7	13.3	12.8	9.7	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР309H	A 312
16.0	15.0	13.7	12.8	12.0	11.8	11.6	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8	10.6	10.5	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР309H	
16.0	15.6	15.0	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.6	14.5	14.2	13.9	13.5	11.7	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР310H	
16.0	15.0	13.7	12.8	12.2	11.6	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8	10.6	10.5	10.3	8.8	6.5	4.7	3.4	ТР310H	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР316	A 312
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР316	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР316H	
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР316H	
13.3	11.3	10.1	9.2	8.5	8.0	7.8	7.6	7.5	7.3	7.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР316L	A 312
13.3	13.3	13.3	13.2	12.3	11.5	11.2	10.9	10.7	10.5	10.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	ТР316L	
17.0	16.5	15.1	14.0	13.1	12.4	12.1	11.8	11.6	11.3	11.1	10.9	10.7	10.5	10.4	9.9	8.3	6.3	ТР316N	
17.0	17.0	16.3	16.0	15.8	15.8	18.8	15.8	15.7	15.6	15.6	15.4	15.1	14.8	13.4	10.5	8.3	6.3	ТР316N	
16.0	13.8	12.4	11.4	10.6	10.1	9.8	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	8.8	7.9	6.3	ТР317	A 312
16.0	16.0	15.6	15.4	15.3	14.5	14.2	13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0	12.3	10.6	8.4	6.3	ТР317	
16.0	13.5	12.1	11.0	10.2	9.7	9.5	9.3	9.2	9.2	9.1	9.0	9.0	8.8	7.8	5.9	4.3	3.1	ТР321	
16.0	15.6	14.7	14.6	14.6	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	11.8	8.2	5.9	4.3	3.1	ТР321	
16.0	13.5	12.1	11.0	10.2	9.7	9.5	9.3	9.2	9.2	9.1	9.0	9.0	8.9	8.6	7.5	5.9	4.6	ТР321H	
16.0	15.6	14.7	14.6	14.6	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	11.9	10.0	7.7	5.9	4.6	ТР321H	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.6	10.1	7.8	5.2	3.8	ТР347	A 312
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	11.9	10.3	7.8	5.2	3.8	ТР347	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.6	10.3	8.9	6.7	ТР347H	
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.3	12.0	11.1	8.9	6.7	ТР347H	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.6	10.1	7.8	5.2	3.8	ТР348	A 312
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	11.9	10.3	7.8	5.2	3.8	ТР348	
16.0	14.7	13.7	12.8	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.6	10.3	8.9	6.7	ТР348H	
16.0	15.2	14.0	13.2	12.7	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.3	12.0	11.1	8.9	6.7	ТР348H	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 312	TPXM15	.....	S38100	18Cr-18Ni-2Si	8	(1)	75	30	0.85
	TPXM15	.....	S38100	18Cr-18Ni-2Si	8	(1)(9)	75	30	0.85
	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	0.85
	.....	.....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	0.85
Ферритные/ мартенситные									
A 268	TP405	.....	S40500	12Cr-Al	7	.....	60	30	0.85
	TP410	.....	S41000	13Cr	6	.....	60	30	0.85
	TP429	.....	S42900	15Cr	6	.....	60	35	0.85
	TP430	.....	S43000	157Cr	7	.....	60	35	0.85
	TP446-1	.....	S44600	27Cr	10I	(1)(32)	70	40	0.85
	TPXM27	.....	S44627	26Cr-1Mo	10I	(1)(2)(32)	65	40	0.85
	TPXM33	.....	S44626	26Cr-1Mo-Ti	10I	(2)(32)	65	45	0.85
A 731	TPXM27	.....	S44627	27Cr-1Mo	10I	(2)(32)	65	40	0.85
	TPXM33	.....	S44626	27Cr-1Mo-Ti	10I	(2)(32)	65	40	0.85
Сварные трубы и трубки – с присадочным металлом									
Аустенитные									
A 358	304	1 & 2	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	304	2	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(10)(11)	75	30	0.90
	304	1 & 3	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	304	2	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	0.90
A 358	304L	1 & 2	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	1.00
	304L	2	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	0.90
	304L	1 & 3	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	1.00
	304L	2	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	0.90
A 358	304N	1 & 2	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(10)	80	35	1.00
	304N	2	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(10)	80	35	0.90
	304N	1 & 3	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(9)(10)	80	35	1.00
	304N	2	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(9)(10)	80	35	0.90

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)																			
Аустенитные (продолжение)																			
15.9	13.3	11.9	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	8.9	8.8	8.6	8.4	8.3	....	....	....	....	TRXM1 5	A 312
15.9	15.1	14.1	13.7	13.5	13.5	13.5	13.5	13.2	12.8	12.7	12.4	12.2	11.6	....	....	....	....	TRXM1 5	
20.0	20.0	18.2	16.9	15.7	15.2	15.0	14.9	14.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
20.0	20.0	19.0	18.1	17.4	17.1	16.9	16.9	16.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Ферритные/мартенситные																			
12.8	12.2	11.8	11.3	10.9	10.6	10.4	10.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TR405	A 268
12.8	12.2	11.8	11.3	10.9	10.6	10.4	10.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TR410	
12.8	12.2	11.8	11.3	10.9	10.6	10.4	10.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TR429	
12.8	12.2	11.8	11.3	10.9	10.6	10.4	10.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TR430	
14.9	14.2	13.7	13.3	12.8	12.3	12.2	12.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TR446-1	
13.8	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TRXM2 7	
14.5	14.5	14.3	14.1	13.9	13.7	13.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TRXM3 3	
13.8	13.8	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TRXM2 7	A 731
13.9	13.9	13.7	13.5	13.3	13.1	12.9	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	TRXM3 3	
Сварные трубы и трубки – с присадочным металлом																			
Аустенитные																			
18.8	15.7	14.1	13.0	12.2	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.5	8.9	7.7	6.1	304	A 358
16.9	14.1	12.7	11.7	11.0	10.3	10.2	10.0	9.7	9.5	9.4	9.2	9.0	8.8	8.6	8.0	6.9	5.5	304	
18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7	14.4	13.8	12.2	9.8	7.7	6.1	304	
16.9	16.0	14.9	14.6	14.3	14.3	14.3	14.3	14.0	13.7	13.4	13.2	13.0	12.4	11.0	8.8	6.9	5.5	304	
15.7	13.4	12.0	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	9.1	....	....	....	....	....	....	....	....	304L	A 358
14.1	12.1	10.8	9.9	9.3	8.7	8.6	8.5	8.3	8.2	....	....	....	....	....	....	....	....	304L	
15.7	15.7	15.3	14.7	14.4	14.0	13.7	13.5	13.3	13.0	....	....	....	....	....	....	....	....	304L	
14.1	14.1	13.8	13.2	13.0	12.6	12.3	12.2	12.0	11.7	....	....	....	....	....	....	....	....	304L	
20.0	17.9	15.7	14.1	13.0	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1	10.8	10.5	10.3	9.7	7.7	6.0	304N	A 358
18.0	16.1	14.1	12.7	11.7	11.2	11.0	10.7	10.5	10.4	10.2	10.0	9.7	9.5	9.3	8.7	6.9	5.4	304N	
20.0	20.0	19.0	18.3	17.8	17.4	17.3	17.1	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.0	12.4	9.7	7.7	6.0	304N	
18.0	18.0	17.1	16.5	16.0	15.7	15.6	15.4	15.2	14.9	14.7	14.3	14.0	13.5	11.2	8.7	6.9	5.4	304N	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Сварные трубы – с присадочным металлом (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 358	309	1 & 3	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(10)	75	30	1.00
	309	2	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(10)	75	30	0.90
	309	1 & 3	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(9)(10)	75	30	1.00
	309	2	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(9)(10)	75	30	0.90
A 358	310	1 & 3	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(14)	75	30	1.00
	310	2	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(14)	75	30	0.90
	310	1 & 3	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(14)	75	30	1.00
	310	2	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(14)	75	30	0.90
A 358	310	1 & 3	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(15)	75	30	1.00
	310	2	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(15)	75	30	0.90
	310	1 & 3	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(15)	75	30	1.00
	310	2	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(15)	75	30	0.90
A 358	316	1 & 3	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	316	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(10)(11)	75	30	0.90
	316	1 & 3	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	316	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	0.90
A 358	316L	1 & 3	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	1.00
	316L	2	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	0.90
	316L	1 & 3	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	1.00
	316L	2	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	0.90
A 358	316N	1 & 3	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(10)	80	35	1.00
	316N	2	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(10)	80	35	0.90
	316N	1 & 3	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(9)(10)	80	35	1.00
	316N	2	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(9)(10)	80	35	0.90
A 358	321	1 & 3	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	321	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)(10)(11)	75	30	0.90
	321	1 & 3	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	321	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	0.90
A 358	347	1 & 3	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	347	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)(11)	75	30	0.90
	347	1 & 3	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	347	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	0.90

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Сварные трубы – с присадочным металлом (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 358	348	1 & 3	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	348	2	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)(11)	75	30	0.90
	348	1 & 3	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	348	2	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	0.90
A 358	.....	1 & 3	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	1.00
	.....	2	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	0.90
	.....	1 & 3	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	1.00
	.....	2	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	0.90
A 409	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(10)(29)	75	30	1.00
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(10)(30)	75	30	0.90
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(10)(31)	75	30	0.80
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(10)(29)	75	30	1.00
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(10)(30)	75	30	0.90
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(10)(31)	75	30	0.80
A 409	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(29)	76	25	1.00
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(30)	76	25	0.90
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(31)	76	25	0.80
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(29)	76	25	1.00
	TP304L	.....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(30)	76	25	0.90
	TP304L	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(9)(31)	76	25	0.80
A 409	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(10)(29)	75	30	1.00
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(10)(30)	75	30	0.90
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(10)(31)	75	30	0.80
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(10)(29)	75	30	1.00
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(10)(30)	75	30	0.90
	TP316	.....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(10)(31)	75	30	0.80
A 409	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(29)	76	25	1.00
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(30)	76	25	0.90
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(31)	76	25	0.80
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(29)	76	25	1.00
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(30)	76	25	0.90
	TP316L	.....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)(31)	76	25	0.80

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
																		Сварные трубы – с присадочным металлом (продолжение) Аустенитные (продолжение)	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	348	A 358
16.9	15.6	15.4	13.5	12.7	12.1	11.9	11.6	11.5	11.4	11.4	11.3	11.3	11.3	10.7	8.2	5.5	4.0	348	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	348	
16.9	16.1	14.8	14.0	13.4	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	12.6	10.9	8.2	5.5	4.0	348	
23.5	23.5	21.4	19.9	18.5	17.9	17.7	17.5	17.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	A 358
18.0	18.0	16.4	15.2	14.1	13.7	13.5	13.4	13.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
23.5	23.5	22.4	21.3	20.5	20.1	19.9	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
18.0	18.0	17.1	16.3	15.7	15.4	15.2	15.2	15.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
18.8	16.7	15.0	13.8	12.9	12.1	12.0	11.8	11.5	11.2	11.0	10.9	10.6	10.4	10.1	9.8	7.7	6.1	TP304	A 409
16.9	15.0	13.5	12.4	11.6	10.9	10.8	10.6	10.4	10.1	9.9	9.8	9.5	9.4	9.1	8.8	6.9	5.5	TP304	
15.0	13.4	12.0	11.0	10.3	9.7	9.6	9.4	9.2	9.0	8.8	8.7	8.5	8.3	8.1	7.8	6.2	4.9	TP304	
18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7	14.4	14.1	12.4	9.8	7.7	6.1	TP304	
16.9	16.0	14.9	14.6	14.3	14.3	14.3	14.3	14.0	13.7	13.4	13.2	13.0	12.7	11.2	8.8	6.9	5.5	TP304	
15.0	14.2	13.3	13.0	12.7	12.7	12.7	12.7	12.5	12.2	11.9	11.8	11.5	11.3	9.9	7.8	6.2	4.9	TP304	
16.7	14.3	12.8	11.7	10.9	10.3	10.1	10.0	9.8	9.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	A 409
15.0	12.9	11.5	10.5	9.8	9.3	9.1	9.0	8.8	8.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
13.4	11.4	10.2	9.4	8.7	8.2	8.1	8.0	7.8	7.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
16.7	16.5	15.3	14.7	14.4	14.0	13.7	13.5	13.3	13.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
15.0	14.9	13.8	13.2	13.0	12.6	12.3	12.2	12.0	11.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
13.4	13.2	12.2	11.8	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP304L	
18.8	17.7	15.6	14.3	13.3	12.6	12.3	12.1	11.9	11.7	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2	11.0	9.8	7.4	TP316	A 409
16.9	15.9	14.0	12.9	12.0	11.3	11.1	10.9	10.7	10.5	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	9.9	8.8	6.7	TP316	
15.0	14.2	12.5	11.4	10.6	10.1	9.8	9.7	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	9.0	9.0	8.8	7.8	5.9	TP316	
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.6	15.4	15.3	15.1	12.4	9.8	7.4	TP316	
16.9	16.9	16.6	16.3	16.2	15.3	15.0	14.7	14.5	14.3	14.1	14.0	13.9	13.8	13.6	11.2	8.8	6.7	TP316	
15.0	15.0	14.7	14.5	14.4	13.6	13.4	13.0	12.9	12.7	12.6	12.5	12.3	12.2	12.1	9.9	7.8	5.9	TP316	
16.7	14.1	12.7	11.7	10.9	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6	9.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	A 409
15.0	12.7	11.4	10.5	9.8	9.4	9.2	9.0	8.8	8.6	8.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	
13.4	11.3	10.2	9.4	8.7	8.3	8.2	8.0	7.8	7.7	7.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	
16.7	16.7	16.0	15.6	14.8	14.0	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	
15.0	15.0	14.4	14.0	13.3	12.6	12.4	12.2	11.9	11.7	11.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	
13.4	13.4	12.8	12.5	11.8	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	TP316L	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Пластины, листы и полосы									
Аустенитные									
A 240	304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)(11)	75	30	1.00
	304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)(11)	75	30	1.00
	304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	70	25	1.00
	304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	70	25	1.00
	304H	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(10)	80	35	1.00
	304H	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(1)(9)(10)	80	35	1.00
A 240	309H	....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)(11)(27)	75	30	1.00
	309H	....	S30909	23Cr-12Ni	8	(11)(27)	75	30	1.00
	309S	....	S30908	23Cr-12Ni	8	(1)(10)	75	30	1.00
	309S	....	S30908	23Cr-12Ni	8	(1)(9)(10)	75	30	1.00
A 240	310H	....	S31009	25Cr-20Ni	8	(9)	75	30	1.00
	310H	....	S31009	25Cr-20Ni	8	.....	75	30	1.00
	310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(10)(11)(14)	75	30	1.00
	310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(9)(11)(14)	75	30	1.00
	310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(10)(11)(15)	75	30	1.00
	310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(9)(10)(11)(15)	75	30	1.00
A 240	316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)(11)	75	30	1.00
	316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)(11)	75	30	1.00
	316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25	1.00
	316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	70	25	1.00
	316H	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(10)	80	35	1.00
	316H	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(9)(10)	80	35	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Пластины, листы и полосы (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A240	317	....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	317	....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	317L	....	S31703	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)	75	30	1.00
	317L	....	S31703	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(9)	75	30	1.00
	321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)(11)	75	30	1.00
	321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)(11)	75	30	1.00
A 240	347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)(11)	75	30	1.00
	347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)(11)	75	30	1.00
	348	....	S38700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(10)(11)	75	30	1.00
	348	....	S38700	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(9)(10)(11)	75	30	1.00
A 240	XM15	....	S38100	18Cr-8Ni-2Si	8	(1)	75	30	1.00
	XM15	....	S38100	18Cr-8Ni-2Si	8	(1)(9)	75	30	1.00
	....	....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	1.00
	....	....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	1.00
Ферритные/мартенситные									
A 240	405	....	S40500	12Cr-1Al	7	(3)	60	25	1.00
	410	....	S41000	13Cr	6	(1)	65	30	1.00
	410S	....	S41008	13Cr	7	(1)	60	30	1.00
	429	....	S42900	15Cr	6	(1)(3)	65	30	1.00
A 240	430	....	S43000	17Cr	7	(1)(3)	65	30	1.00
	XM37	....	S44627	26Cr-1Mo	10I	(1)(3)(32)	65	40	1.00
	XM33	....	S44626	27Cr-1Mo-Ti	10I	(2)(32)	68	45	1.00
Кованые изделия									
Аустенитные									
A 182	F44	....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(32)	94	44	1.00
	F44	....	S31254	20Cr-18Ni-6Mo	8	(1)(9)(32)	94	44	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
																		Пластины, листы и полосы (продолжение) Аустенитные (продолжение)	
18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	317	A240
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	317	
18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	317L	
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	317L	
18.8	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.4	9.2	6.9	5.0	3.6	321	
18.8	18.4	17.3	17.1	17.1	16.4	16.1	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	13.8	9.6	6.9	5.0	3.6	321	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	347	A 240
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	347	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	348	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	348	
18.8	15.6	14.0	12.9	12.1	11.4	11.2	11.0	10.8	10.5	10.3	10.1	9.9	9.7	.....	.....	.....	.....	XM15	A 240
18.8	17.7	16.6	16.1	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.1	14.9	14.6	14.3	13.7	.....	.....	.....	.....	XM15	
23.5	23.5	21.4	19.9	18.5	17.9	17.7	17.5	17.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
23.5	23.5	22.4	21.3	20.5	20.1	19.9	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
																			Ферритные/мартенситные
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	405	A 240
16.3	15.5	15.0	14.4	13.9	13.5	13.3	13.1	12.7	12.0	11.3	10.5	8.8	6.4	4.4	2.9	1.8	1.0	410	
15.0	14.3	13.8	13.3	12.9	12.4	12.3	12.1	11.7	11.1	10.4	9.7	8.4	6.4	4.4	2.9	1.8	1.0	410S	
16.3	15.5	15.0	14.4	13.9	13.5	13.3	13.1	12.7	12.0	11.3	10.5	9.2	6.5	4.5	3.2	2.4	1.8	429	
16.3	15.5	15.0	14.4	13.9	13.5	13.3	13.1	12.7	12.0	11.3	10.5	9.2	6.5	4.5	3.2	2.4	1.8	430	A 240
16.2	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	XM37	
17.0	17.0	16.8	16.6	16.4	16.1	15.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	XM33	
																			Кованые изделия Аустенитные
23.5	23.5	21.4	19.9	18.5	17.9	17.7	17.5	17.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	F44	A 182
23.5	23.5	22.4	21.3	20.5	20.1	19.9	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	F44	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Кованые изделия (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 182	F304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)(12)	70	30	1.00
	F304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)(12)	70	30	1.00
	F304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	1.00
	F304	....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	1.00
A 182	F304H	....	S30409	18Cr-8Ni	8	(1)	70	30	1.00
	F304H	....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)(120)	70	30	1.00
	F304H	....	S30409	18Cr-8Ni	8	.....	75	30	1.00
	F304H	....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	1.00
A 182	F304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)	65	25	1.00
	F304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(9)	65	25	1.00
	F304N	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	1.00
	F304N	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 182	F310	....	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(14)	75	30	1.00
	F310	....	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(14)	75	30	1.00
	F310	....	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(10)(15)	75	30	1.00
	F310	....	S31000	25Cr-20Ni	8	(1)(9)(10)(15)	75	30	1.00
A 182	F316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)(12)	70	30	1.00
	F316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)(12)	70	30	1.00
	F316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	1.00
	F316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	1.00
A 182	F316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(12)	70	30	1.00
	F316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30	1.00
	F316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	1.00
A 182	F316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	65	25	1.00
	F316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(9)	65	25	1.00
	F316N	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(10)	80	35	1.00
	F316N	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 182	F321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(12)	70	30	1.00
	F321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	1.00
	F321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Кованые изделия (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 182	F321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(12)	70	30	1.00
	F321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30	1.00
	F321H	.....	S32109	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	1.00
A 182	F347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(12)	70	30	1.00
	F347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	F347	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
A 182	F347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(12)	70	30	1.00
	F347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	F347H	.....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
A 182	F348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(12)	70	30	1.00
	F348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	F348	.....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
A 182	F348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(12)	70	30	1.00
	F348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(12)	70	30	1.00
	F348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30	1.00
	F348H	.....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
Ферритные/мартенситные									
A 182	FXM-27b	.....	S44627	27Cr-1Mo	10I	(2)	60	35	1.00
A 336	FXM-27Cb	.....	S44627	27Cr-1Mo	10I	(2)	60	35	1.00
Фитинги (бесшовные и сварные)									
Аустенитные									
A 403	W304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	W304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	W304H	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(11)	75	30	1.00
	W304H	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(9)(11)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
																		Кованые изделия (продолжение)	
																		Аустенитные (продолжение)	
17.5	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.5	10.1	8.8	6.9	5.4	F321H	A 182
17.5	17.2	16.2	16.0	16.0	16.0	16.0	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	14.0	11.7	9.1	6.9	5.4	F321H	
18.8	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.5	10.1	8.8	6.9	5.4	F321H	
18.8	18.4	17.3	17.1	17.1	16.4	16.1	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	14.0	11.7	9.1	6.9	5.4	F321H	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	F347	A 182
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.2	12.0	9.1	6.1	4.4	F347	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	F347	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	F347	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	F347H	A 182
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	13.2	12.5	10.5	7.9	F347H	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	F347H	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.4	14.1	13.0	10.5	7.9	F347H	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	11.9	9.1	6.1	4.4	F348	A 182
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	12.0	9.1	6.1	4.4	F348	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	11.9	9.1	6.1	4.4	F348	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.4	12.1	9.1	6.1	4.4	F348	
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	F348H	A 182
17.5	16.7	15.3	14.4	13.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	13.2	12.5	10.5	7.9	F348H	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	F348H	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.4	14.1	13.0	10.5	7.9	F348H	
																		Ферритные/мартенситные	
15.0	15.0	14.6	14.2	14.2	14.2	14.2												FXM-27b	A 182
15.0	15.0	14.6	14.2	14.2	14.2	14.2												FXM-27Cb	A 336
																		Фитинги (бесшовные и сварные)	
																		Аустенитные	
18.8	15.7	14.1	13.0	12.2	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.5	8.9	7.7	6.1	W304	A 403
18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.4	13.8	12.2	9.8	7.7	6.1	W304	
18.8	15.7	14.1	13.0	12.2	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.5	8.9	7.7	6.1	W304H	
18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	14.4	13.8	12.2	9.8	7.7	6.1	W304H	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Фитинги (бесшовные и сварные) (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 403	WP304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(7)(11)	70	25	1.00
	WP304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(1)(7)(9)(11)	70	25	1.00
	WP304N	....	S30451	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(10)	80	35	1.00
	WP304N	....	S30451	18Cr-8Ni	8	(1)(4)(7)(9)(10)	80	35	1.00
A 403	WP309	....	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP309	....	S30900	23Cr-12Ni	8	(1)(7)(10)(11)(14)	75	30	1.00
	WP310	....	S31000	23Cr-20Ni	8	(1)(7)(9)(10)(11)(14)	75	30	1.00
	WP310	....	S31000	23Cr-20Ni	8	(1)(7)(10)(11)(15)	75	30	1.00
	WP310	....	S31000	23Cr-20Ni	8	(1)(7)(10)(11)(15)	75	30	1.00
	WP310	....	S31000	23Cr-20Ni	8	(1)(7)(9)(10)(11)(15)	75	30	1.00
A 403	WP316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(4)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(4)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	WP316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(4)(7)(11)	75	30	1.00
	WP316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(4)(7)(9)(11)	75	30	1.00
A 403	WP316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(7)(11)	65	25	1.00
	WP316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(7)(9)(11)	65	25	1.00
	WP316N	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(7)(10)	80	30	1.00
	WP316Nn	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo-N	8	(1)(7)(9)(10)	80	30	1.00
A 403	WP317	....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP317	....	S31700	18Cr-13Ni-3Mo	8	(1)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	WP321	....	S3200	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP321	....	S3200	18Cr-10Ni-Ti	8	(4)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	WP321H	....	S3209	18Cr-10Ni-Ti	8	(4)(7)(11)	75	30	1.00
	WP321H	....	S3209	18Cr-10Ni-Ti	8	(4)(7)(9)(11)	75	30	1.00
A 403	WP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	WP347H	....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(11)	75	30	1.00
	WP347H	....	S34709	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(9)(11)	75	30	1.00
A 430	WP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(10)(11)	75	30	1.00
	WP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(9)(10)(11)	75	30	1.00
	WP348H	....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(11)	75	30	1.00
	WP348H	....	S34809	18Cr-10Ni-Cb	8	(4)(7)(9)(11)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих															Тип или сорт	Номер технического требования		
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100			1150	1200
	Фитинги (бесшовные и сварные) (продолжение)																		
	Аустенитные (продолжение)																		
15.7	13.4	12.0	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	9.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WP304L	A 403
15.7	15.7	15.7	15.5	14.4	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WP304L	
20.0	17.9	15.7	14.1	13.0	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1	10.8	10.5	10.3	9.7	7.7	6.0	WP304N	
20.0	20.0	19.3	18.3	17.8	17.4	17.3	17.1	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.0	12.4	9.7	7.7	6.0	WP304N	
18.8	16.9	15.9	14.9	14.1	13.4	13.1	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.2	10.2	8.5	6.5	5.0	3.8	WP309	A 403
18.8	17.2	16.4	15.9	15.5	15.3	15.2	15.1	15.0	14.9	14.6	13.9	12.5	10.5	8.5	6.5	5.0	3.8	WP309	
18.8	16.9	15.9	14.9	14.1	13.4	13.1	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.2	10.2	9.8	8.5	7.3	6.0	WP310	
18.8	17.2	16.4	15.9	15.5	15.3	15.2	15.1	15.0	14.9	14.6	13.9	12.5	11.0	9.8	8.5	7.3	6.0	WP310	
18.8	16.9	15.9	14.9	14.1	13.4	13.1	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.2	9.9	7.1	5.0	3.6	2.5	WP310	
18.8	17.2	16.4	15.9	15.5	15.3	15.2	15.1	15.0	14.9	14.6	13.9	12.5	11.0	7.1	5.0	3.6	2.5	WP310	
18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	WP316	A 403
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	WP316	
18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	WP316H	
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	WP316H	
15.7	13.3	11.9	10.8	10.0	9.4	9.2	9.0	8.8	8.6	8.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WP316L	A 403
15.7	15.7	15.7	15.5	14.4	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	WP316L	
20.0	19.4	17.8	16.5	15.4	14.6	14.2	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.4	12.2	11.7	9.8	7.4	WP316N	
20.0	20.0	19.2	18.8	18.6	18.6	18.6	18.6	18.5	18.4	18.3	18.1	17.8	17.4	15.8	12.4	9.8	7.4	WP316N	
																		n	
18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	WP317	A 403
18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	WP317	
18.8	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.4	9.2	6.9	5.0	3.6	WP321	
18.8	18.4	17.3	17.1	17.1	16.4	16.1	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	13.8	9.6	6.9	5.0	3.6	WP321	
18.8	15.9	14.2	12.9	12.0	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.7	10.6	10.6	10.5	10.1	8.8	6.9	5.4	WP321H	
18.8	18.4	17.3	17.1	17.1	16.4	16.1	15.8	15.7	15.5	15.4	15.3	15.2	14.0	11.7	9.1	6.9	5.4	WP321H	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	WP347	A 403
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	WP347	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	WP347H	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.4	14.1	13.0	10.5	7.9	WP347H	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.5	11.9	9.1	6.1	4.4	WP348	A 430
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.0	12.1	9.1	6.1	4.4	WP348	
18.8	17.3	16.1	15.0	14.1	13.4	13.2	12.9	12.8	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.1	10.5	7.9	WP348H	
18.8	17.9	16.4	15.5	14.9	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.4	14.1	13.0	10.5	7.9	WP348H	

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Литые изделия									
Аустенитные									
А 351	CF3	....	J92500	18Cr-8Ni	8	(1)(5)(26)	70	30	0.80
	CF3	....	J92500	18Cr-8Ni	8	(1)(5)(9)(26)	70	30	0.80
	CF3A	....	J92500	18Cr-8Ni	8	(1)(5)(26)	77.5	35	0.80
	CF3A	....	J92500	18Cr-8Ni	8	(1)(5)(9)(26)	77.5	35	0.80
	CF3M	....	J92800	18Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(5)(13)(26)	70	30	0.80
	CF3M	....	J92800	18Cr-12Ni-2Mo	8	(1)(5)(9)(13)(26)	70	30	0.80
А 351	CF8	....	J92600	18Cr-8Ni	8	(5)(10)(26)	70	30	0.80
	CF8	....	J92600	18Cr-8Ni	8	(5)(9)(10)(26)	70	30	0.80
	CF8C	....	J92710	18Cr-10Ni-Си	8	(1)(5)(10)(26)	70	30	0.80
	CF8C	....	J92710	18Cr-10Ni-Си	8	(1)(5)(9)(10)(26)	70	30	0.80
	CF8M	....	J92900	16Cr-12Ni-2Mo	8	(5)(13)(26)	70	30	0.80
	CF8M	....	J92900	16Cr-12Ni-2Mo	8	(5)(9)(13)(26)	70	30	0.80
А 351	CH8	....	J93400	25Cr-12Ni	8	(1)(5)(10)(26)	65	28	0.80
	CH8	....	J93400	25Cr-12Ni	8	(1)(5)(9)(10)(26)	65	28	0.80
	CH20	....	J93402	25Cr-12Ni	8	(1)(5)(10)(26)	70	30	0.80
	CH20	....	J93402	25Cr-12Ni	8	(1)(5)(9)(10)(26)	70	30	0.80
	CK20	....	J92402	25Cr-20Ni	8	(1)(5)(10)(26)	65	28	0.80
	CK20	....	J92402	25Cr-20Ni	8	(1)(5)(9)(10)(26)	65	28	0.80
Ферритные/мартенситные									
А 217	CA15	....	J91150	13Cr-1/2Mo	6	(1)(3)(5)	90	65	0.80
Болты, гайки и штифты									
Аустенитные									
А 193	B8	1	S30400	18Cr-8Ni	.....	(10)(11)(16)	75	30	....
	B8C	1	S34700	18Cr-10Ni-Сb	.....	(10)(11)(16)	75	30	....
	B8M	1	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	.....	(10)(11)(16)	75	30	....
	B8T	1	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(10)(11)(16)	75	30	....
А 193	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(20)	125	100	....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(21)	115	80	....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(22)	105	65	....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(23)	100	50	....

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Болты, гайки и штифты (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 193	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(20)	125	100	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(21)	115	80	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(22)	105	65	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(23)	100	50	.....
A 193	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	.....	(16)(18)(20)	110	80	.....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	.....	(16)(18)(21)	110	80	.....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	.....	(16)(18)(22)	95	75	.....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	.....	(16)(18)(23)	95	65	.....
A 193	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(16)(18)(20)	125	100	.....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(16)(18)(21)	115	80	.....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(16)(18)(22)	105	65	.....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(16)(18)(23)	100	50	.....
A 194	8	.....	S30400	18Cr-8Ni	.....	(17)	.....	.....	.....
	8C	.....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(17)	.....	.....	.....
A 194	8M	.....	S31600	16Cr-12Ni-Mo	.....	(17)	.....	.....	.....
	8T	.....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	.....	(17)	.....	.....	.....
	8F	.....	.....	18Cr-8Ni-Fm	.....	(17)	.....	.....	.....
A 320	B8	1	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)	75	30	.....
	B8	1	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(28)	75	30	.....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(23)	100	50	.....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(22)	105	65	.....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(21)	115	80	.....
	B8	2	S30400	18Cr-8Ni	.....	(16)(18)(20)	125	100	.....
A 320	B8C	1	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)	75	30	.....
	B8C	1	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(28)	75	30	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(23)	100	50	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(22)	105	65	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(21)	115	80	.....
	B8C	2	S34700	18Cr-10Ni-Cb	.....	(16)(18)(20)	125	100	.....

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																Тип или сорт	Номер технического требования		
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200	
																			Болты, гайки и штифты (продолжение) Аустенитные (продолжение)	
25.0	B8C	A 193
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
16.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	B8M	A 193
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M
18.8	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M
18.8	16.1	14.6	13.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8M
25.0	B8T	A 193
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T
16.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T
12.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8T
.....	8	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8C
.....	8M	A 194
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8T
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8F
18.8	B8	A 320
18.8	16.7	15.0	13.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8
18.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8
18.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8
25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8
18.8	B8C	A 320
18.8	17.9	16.4	15.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
18.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
18.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
20.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C
25.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	B8C

Таблица А-3
Нержавеющие стали

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Болты, гайки и штифты (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 320	B8M	1	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)	75	30	....
	B8M	1	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)(28)	75	30	....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)(18)(23)	90	50	....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)(18)(22)	95	65	....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)(18)(21)	100	80	....
	B8M	2	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	....	(16)(18)(20)	110	95	....
A 320	B8T	1	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)	75	30	....
	B8T	1	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)(28)	75	30	....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)(18)(23)	100	50	....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)(18)(22)	105	65	....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)(18)(21)	115	80	....
	B8T	2	S32100	18Cr-10Ni-Ti	....	(16)(18)(20)	125	100	....
A 453	660	A & B	S66286	15Cr-25Ni-Mo-Ti-V-B	....	(16)	130	85	....
A 479	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	(9)	75	30	....
	TP309H	.....	S30909	23Cr-12Ni	8	....	75	30	....
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	(9)	75	30	....
	TP310H	.....	S31009	25Cr-20Ni	8	....	75	30	....
A 564	630	H-1100	S17400	17Cr-4Ni-3.5Cu-0.04P	....	(16)(24)	140	115	....
Ферритные/мартенситные									
A 193	B6	(410)	S41000	13Cr	....	(16)(19)	110	85	....
	6	....	S41000	13Cr	....	(17)	....	....	....
Бруски Аустенитные									
A 479	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(10)	75	30	....
	TP304	.....	S30400	18Cr-8Ni	8	(9)(10)	75	30	....
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	....	75	30	....
	TP304H	.....	S30409	18Cr-8Ni	8	(9)	75	30	....

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического о требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бруски (продолжение)									
Аустенитные (продолжение)									
A 479	TP304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(25)	70	25	1.00
	TP304L	....	S30403	18Cr-8Ni	8	(9)(25)	70	25	1.00
	TP304N	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(10)	80	35	1.00
	TP304N	....	S30451	18Cr-8Ni-N	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 479	TP310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(10)(11)(15)	75	30	1.00
	TP310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(10)(11)(14)	75	30	1.00
	TP310S	....	S31008	25Cr-20Ni	8	(9)(10)(11)	75	30	1.00
A 479	TP316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	75	30	1.00
	TP316	....	S31600	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	....	75	30	1.00
	TP316H	....	S31609	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)	75	30	1.00
A 479	TP316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(25)	70	25	1.00
	TP316L	....	S31603	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(25)	70	25	1.00
	TP316N	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo	8	(10)	80	35	1.00
	TP316N	....	S31651	16Cr-12Ni-2Mo	8	(9)(10)	80	35	1.00
A 479	TP321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(10)	75	30	1.00
	TP321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	....	75	30	1.00
	TP321	....	S32100	18Cr-10Ni-Ti	8	(9)	75	30	1.00
A 479	TP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	....	75	30	1.00
	TP347	....	S34700	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00
A 479	TP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(10)	75	30	1.00
	TP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)(10)	75	30	1.00
	TP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	....	75	30	1.00
	TP348	....	S34800	18Cr-10Ni-Cb	8	(9)	75	30	1.00

Таблица А-3.
Нержавеющие стали.

Номер технического требования	Сорт или тип	Класс	Номер сплава UNS	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Бруски (продолжение) Ферритные/мартенситные									
A 479	TRXM-27	....	S44627	27Cr-1Mo	10I	(2)	65	40	1.00

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.

ЗАМЕЧАНИЯ:

- ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕТАЛЕЙ, УДЕРЖИВАЮЩИХ ДАВЛЕНИЕ, ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) И (B).
- Использование этого материала при температурах выше 650°F не одобряется из-за возможности отпускной хрупкости.
- Можно ожидать, что эта сталь может развить хрупкость при комнатной температуре после работы при температурах выше 700°F. Таким образом, ее использование при более высоких температурах не рекомендуется, если только не соблюдается осторожность.
- Для фитингов, сделанных из кованных заготовок А 182 с толщиной больше 5 дюймов, табулированные значения допустимого напряжения должны снижать в отношении 70 к 75.
- Коэффициенты качества материала и значения допустимого напряжения для этих материалов могут быть увеличены в соответствии с параграфом 102.4.6.
- Прочность в растяжении, указанная в скобках, является ожидаемым минимальным значением.
- Смотрите MSS SP-43 в отношении требований к легким фитингам из нержавеющей стали. Фитинги Регламента 5S MSS SP-43 не должны использоваться для расчетных температур выше 400°F. Фитинги Регламента 10S MSS SP-43 не должны использоваться при расчетных температурах больше 750°F.
- Коэффициент качества материала для центробежно литых труб (0.85) основан на условии станочной обработки всех поверхностей после термической обработки. Полировка поверхности, после обработки, должна быть со средним арифметическим отклонением 250 микродюймов или более гладкой.
- Из-за относительно низкого предела текучести этих материалов, эти более высокие значения допустимого напряжения были установлены для температур, при которых кратковременная способность к растяжению позволяет использовать эти сплавы, когда приемлема немного большая деформация. Эти значения напряжения превышают 67%, но не превышают 90% от предела текучести при температуре. Использование этих значений напряжения может привести к размерным изменениям, вызванным постоянной деформацией. Эти значения не должны использоваться для фланцев соединений с прокладками или других узлов, когда незначительное количество перекашивания может вызвать утечку или неправильную работу.
- Табулированные значения допустимого напряжения для температур больше 1000°F применяются только, если содержание углерода в материале равно 0.04% или больше.
- Табулированные значения допустимого напряжения для температур больше 1000°F применяются только, если материал подвергается термической обработке нагревом до минимальной температуры 1900°F и затем быстро охлаждается в воде или быстро охлаждается другими способами.
- Эти значения допустимого напряжения применяются к кованным изделиям с толщиной больше 5 дюймов.

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки								
В 161	N02200	Закаленный	Ni	41	(1)(5)	55	15	1.00
	N02200	Закаленный	Ni	41	(1)(6)	55	22	1.00
	N02200	Str. rel.	Ni	41	(1)	65	40	1.00
В 161	N02201	Закаленный	Ni-LC	41	(1)(5)	50	12	1.00
	N02201	Закаленный	Ni-LC	41	(1)(6)	50	10	1.00
	N02201	Str. rel.	Ni-LC	41	(1)	60	30	1.00
В 163	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)(7)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)(2)(7)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)	65	25	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)(2)	65	25	1.00
В 165	N04400	Закаленный	Ni-Cu	42	(1)(5)	70	28	1.00
	N04400	Закаленный	Ni-Cu	42	(1)(6)	70	25	1.00
	N04400	Str. rel.	Ni-Cu	42	(1)(2)(3)	85	35	1.00
В 167	N06600	H.F./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)	80	30	1.00
	N06600	H.F./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)(5)	75	30	1.00
	N06600	H.F./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(6)	75	25	1.00
	N06600	H.F./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)(6)	80	25	1.00
В 167	N06600	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)	80	35	1.00
	N06600	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)(5)	80	35	1.00
	N06600	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(6)	80	30	1.00
	N06600	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)(6)	80	30	1.00
В 407	N08800	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	45	(7)	75	30	1.00
	N08800	C.D./Ann.	Ni-Cr-Fe	45	(2)(7)	75	30	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(7)	65	25	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(2)(7)	65	25	1.00
В 423	N08825	C.W./Ann.	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(7)	85	35	1.00
	N08825	C.W./Ann.	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(2)(7)	85	35	1.00
В 622	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)(13)	100	...	1.00
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)(13)	100	...	1.00
В 677	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	...	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	...	(1)	94	...	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	.....	(1)(2)	94	...	1.00
В 690	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	104	46	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	104	46	1.00

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)								
В 729	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	1.00
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	1.00
Сварные трубы и трубки								
В 464	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	0.85
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	0.85
В 468	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	0.85
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	0.85
В 619	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)	100	...	0.85
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)	100	...	0.85
В 626	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)	100	...	0.85
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)	100	...	0.85
В 673	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	0.85
В 674	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	0.85
В 675	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	104	46	0.85
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	104	46	0.85
В 676	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	104	46	0.85
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	104	46	0.85
В 804	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	95	45	0.85
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	95	45	0.85
Пластины, листы и полосы								
В 168	N06600	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(1)	80	35	1.00
	N06600	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)	80	35	1.00
	N06600	Горячекатан.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(4)	85	35	1.00
	N06600	Горячекатан.	Ni-Cr-Fe	43	(1)(2)(4)	85	35	1.00
В 409	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(4)(7)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(2)(4)(7)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(4)(7)	65	25	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	43	(2)(4)(7)	65	25	1.00

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																UNS номер сплава	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
	Бесшовные трубы и трубки (продолжение)																		
20.0	20.0	19.8	18.7	18.2	17.7	17.5	17.3	17.1	16.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 729
20.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.1	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	
	Сварные трубы и трубки																		
17.0	17.0	16.8	15.9	15.5	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 464
17.0	17.0	16.8	16.5	16.4	16.4	16.3	16.3	16.2	16.2	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	
17.0	17.0	16.8	15.9	15.5	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	B 468
17.0	17.0	16.8	16.5	16.4	16.4	16.3	16.3	16.2	16.2	....	....	....	....	....	....	....	....	N08020	
21.2	21.2	20.8	19.3	18.0	17.1	16.7	16.3	16.1	15.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	B 619
21.2	21.2	21.1	20.3	19.7	19.3	19.2	19.0	19.0	18.9	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	
21.2	21.2	20.8	19.3	18.0	17.1	16.7	16.3	16.1	15.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	B 626
21.2	21.2	21.1	20.3	19.7	19.3	19.2	19.0	19.0	18.9	....	....	....	....	....	....	....	....	N06022	
18.4	18.4	17.8	16.7	15.6	14.7	14.4	14.4	14.4	14.4	....	....	....	....	....	....	....	....	N08925	B 673
20.0	20.0	18.1	16.9	15.9	15.2	15.0	15.0	14.9	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08926	
20.0	20.0	19.5	18.5	17.7	17.0	16.7	16.4	16.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08926	
18.4	18.4	17.8	16.7	15.6	14.7	14.4	14.4	14.4	14.4	....	....	....	....	....	....	....	....	N08925	B 674
20.0	20.0	18.1	16.9	15.9	15.2	15.0	15.0	14.9	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08926	
20.0	20.0	19.5	18.5	17.7	17.0	16.7	16.4	16.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	N08926	
22.1	22.1	20.6	19.3	17.8	16.9	16.4	16.2	15.9	15.6	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 675
22.1	22.1	20.9	20.0	19.5	19.0	18.8	18.6	18.5	18.4	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	
22.1	22.1	20.6	19.3	17.8	16.9	16.4	16.2	15.9	15.6	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 676
22.1	22.1	20.9	20.0	19.5	19.0	18.8	18.6	18.5	18.4	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	
20.2	20.2	19.1	18.2	17.3	16.6	16.1	15.8	15.6	15.3	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	B 804
20.2	20.2	19.1	18.2	17.8	17.3	17.2	17.0	16.9	16.8	....	....	....	....	....	....	....	....	N08367	
	Пластины, листы и полосы																		
20.0	20.0	20.0	20.0	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	2.0	N06600	B 168
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	16.0	10.6	7.0	4.5	3.0	2.2	2.0	N06600	
21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.0	20.4	20.2	19.6	19.3	14.5	10.3	7.2	5.8	5.5	N06600	
21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	14.5	10.3	7.2	5.8	5.5	N06600	
18.7	18.7	17.9	17.2	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	13.0	9.8	6.6	N08800	B 409
18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.6	18.6	18.5	18.5	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	N08800	
16.2	15.4	14.5	13.5	12.9	12.2	11.9	11.7	11.4	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	10.0	9.3	7.4	N08800	
16.2	16.2	16.2	16.2	16.0	16.0	16.0	15.7	15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	N08800	

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Пластина, листы и полоса (продолжение)								
В 424	N08825	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(7)	85	35	1.00
	N08825	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(2)(7)	85	35	1.00
В 463	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	1.00
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(12)	80	35	1.00
В 575	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)	100	....	1.00
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)	100	....	1.00
В 625	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	....	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	1.00
В 688	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(7)(9)(13)	104	46	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(7)(9)(13)	104	46	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(7)(10)(13)	100	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(7)(10)(13)	100	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(7)(11)(13)	95	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(7)(11)(13)	95	45	1.00
Бруски, прутки, профили и кованные изделия								
В 408	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(7)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(2)(7)	75	30	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(7)	65	25	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(2)(7)	65	25	1.00
В 425	N08825	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(7)	85	35	1.00
	N08825	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu	45	(1)(2)(7)	85	35	1.00
В 462	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	1.00
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	1.00
В 473	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	1.00
	N08020	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	1.00
В 564	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	95	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	95	45	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Fe-Cr	45	(1)	75	30	1.00
	N08800	Закаленный	Ni-Fe-Cr	45	(1)(2)	75	30	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Fe-Cr	45	(1)	65	25	1.00
	N08810	Закаленный	Ni-Fe-Cr	45	(1)(2)	65	25	1.00
В 574	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)	100	....	1.00
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)	100	....	1.00

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																UNS номер сплава	Номер технического требования		
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200	
	Пластина, листы и полоса (продолжение)																			
21.2	21.2	20.4	19.2	18.3	17.8	17.6	17.3	17.2	17.1	N08825	В 424	
21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.0	20.9	20.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08825
20.0	20.0	19.8	18.7	18.2	17.5	17.4	17.3	17.0	16.8	N08020	В 463	
20.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.2	19.2	19.2	19.1	19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
25.0	25.0	24.5	22.7	21.2	20.1	19.6	19.2	18.9	18.6	N06022	В 575	
25.0	25.0	24.8	23.8	23.2	22.7	22.6	22.4	22.3	22.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022
21.7	21.7	20.9	19.6	18.3	17.3	16.9	16.6	16.9	16.9	N08925	В 625	
23.5	23.5	21.3	19.9	18.7	17.9	17.7	17.6	17.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
23.5	23.5	22.9	21.8	20.8	20.0	19.6	19.3	19.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
26.0	26.0	24.2	22.7	20.9	19.9	19.3	19.0	18.7	18.4	N08367	В 688	
26.0	26.0	24.6	23.5	22.9	22.3	22.1	21.9	21.8	21.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
25.0	25.0	23.6	22.2	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
25.0	25.0	23.6	22.6	22.0	21.9	21.3	21.1	21.0	20.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
23.8	23.8	22.5	21.4	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
23.8	23.8	22.5	21.4	20.9	20.4	20.2	20.0	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
	Бруски, прутки, профили и кованные изделия																			
18.7	18.7	17.9	17.2	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	13.0	9.8	6.6	N08800	В 408	
18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.6	18.6	18.5	18.5	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	N08800		
16.2	15.4	14.5	13.5	12.9	12.2	11.9	11.7	11.4	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	10.0	9.3	7.4	N08810		
16.2	16.2	16.2	16.2	16.0	16.0	16.0	15.7	15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	N08810		
21.2	21.2	20.4	19.2	18.3	17.8	17.6	17.3	17.2	17.1	N08825	В 425	
21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.0	20.9	20.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08825
20.0	20.0	19.8	18.7	18.2	17.7	17.5	17.3	17.1	16.8	N08020	В 462	
20.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
20.0	20.0	19.8	18.7	18.2	17.7	17.5	17.3	17.1	16.8	N08020	В 473	
20.0	20.0	19.8	19.4	19.3	19.3	19.2	19.2	19.2	19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
23.8	23.8	22.5	21.4	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	N08367	В 564	
23.8	23.8	22.5	21.4	20.9	20.4	20.2	20.0	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
18.7	18.7	17.9	17.2	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	13.0	9.8	6.6	N08800		
18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.6	18.6	18.5	18.5	18.3	18.2	17.9	17.6	17.0	13.0	9.8	6.6	N08800		
16.2	15.4	14.5	13.5	12.9	12.2	11.9	11.7	11.4	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	10.0	9.3	7.4	N08810		
16.2	16.2	16.2	16.2	16.0	16.0	16.0	15.7	15.4	15.3	15.1	14.8	14.6	14.4	13.7	11.6	9.3	7.4	N08810		
25.0	25.0	24.5	22.7	21.2	20.1	19.6	19.2	18.9	18.6	N06022		В 574
25.0	25.0	24.8	23.8	23.2	22.7	22.6	22.4	22.3	22.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Бруски, прутки, профили и кованные изделия (продолжение)								
В 649	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	1.00
В 691	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	95	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	95	45	1.00
Бесшовные фитинги								
В 366	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)(13)	100	....	1.00
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)(13)	100	....	1.00
	N08020	Закаленный	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	....
	N08020	Закаленный	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	....
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	95	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	95	45	1.00
В 366	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	1.00
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	1.00
В 462	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(8)(13)	95	45	1.00
	N08367	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo	45	(1)(2)(8)(13)	95	45	1.00
Кованные фитинги								
В 366	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(12)(13)	100	....	0.85
	N06022	Sol. Ann.	Ni-Mo-Cr-LC	44	(1)(2)(12)(13)	100	....	0.85
	N08020	Закаленный	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	45	(1)	80	35	0.85
	N08020	Закаленный	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb	45	(1)(2)	80	35	0.85
В 366	N08925	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-LC	45	(1)	87	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)	94	....	0.85
	N08926	Закаленный	Ni-Fe-Cr-Mo-Cu-N-LC	....	(1)(2)	94	....	0.85

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (б). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (с). Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (д). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (е). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (ф). Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (г). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Коэффициент $u = 0.4$ за исключением тех случаев, когда применяется Замечание (7). Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих																UNS номер сплава	Номер технического требования	
	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150			1200
	Бруски, прутки, профили и кованные изделия (продолжение)																		
21.7	21.7	20.9	19.6	18.3	17.3	16.9	16.9	16.9	16.9	N08925	В 649
23.5	23.5	21.3	19.9	18.7	17.9	17.7	17.6	17.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
23.5	23.5	22.9	21.8	20.8	20.0	19.6	19.3	19.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
23.8	23.8	22.5	21.4	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	N08367	В 691
23.8	23.8	22.5	21.4	20.9	20.4	20.2	20.0	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
	Бесшовные фитинги																		
25.0	25.0	24.5	22.7	21.2	20.1	19.6	19.2	18.9	18.6	N06022	В 366
25.0	25.0	24.8	23.9	23.2	22.7	22.6	22.4	22.3	22.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022
20.0	20.0	19.8	18.7	18.2	17.5	17.4	17.3	17.0	16.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
20.0	20.0	19.8	19.4	19.2	19.2	19.2	19.2	19.1	19.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
23.8	23.8	22.5	21.4	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
23.8	23.8	22.5	21.4	20.9	20.4	20.2	20.0	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
23.5	23.5	21.3	19.9	18.7	17.9	17.7	17.6	17.5	N08926	В 366
23.5	23.5	22.9	21.8	20.8	20.0	19.6	19.3	19.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
23.8	23.8	22.5	21.4	20.4	19.5	18.9	18.6	18.3	18.0	N08367	В 462
23.8	23.8	22.5	21.4	20.9	20.4	20.2	20.0	19.9	19.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08367
	Кованные фитинги																		
21.2	21.2	20.8	19.3	18.0	17.1	16.7	16.3	16.1	15.8	N06022	В 366
21.2	21.2	21.1	20.3	19.7	19.3	19.2	19.0	19.0	18.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N06022
17.0	17.0	16.8	15.9	15.5	14.9	14.8	14.7	14.5	14.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
17.0	17.0	16.8	16.5	16.4	16.4	16.3	16.3	16.3	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08020
18.4	18.4	17.8	16.7	15.6	14.7	14.4	14.4	14.4	14.4	N08925	В 366
20.0	20.0	18.1	16.9	15.9	15.2	15.0	15.0	14.9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926
20.0	20.0	19.5	18.5	17.7	17.0	16.7	16.4	16.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	N08926

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) и (B).
- (2). Из-за относительно низких пределов текучести этих материалов, более высокие значения допустимого напряжения были установлены для температур, когда непродолжительная способность к растяжению позволяет использовать эти сплавы, когда немного большая деформация приемлема. Эти значения напряжения превышают 67%, но не превышают 90% от предела текучести при температуре. Использование этих значений может привести к размерным изменениям, вызванным постоянной деформацией. Эти значения не должны использоваться для фланцев соединений с прокладками или в других узлах, где небольшое количество перекашивания может вызывать утечку или неправильное функционирование.
- (3). Максимальная температура ограничивается 500°F, потому что более сильная закалка негативно влияет на расчетное напряжение в температурном диапазоне ползучего разрушения.
- (4). Эти значения могут использоваться только для пластин.
- (5). Эти значения применяются к размерам NPS 5 и меньше.
- (6). Эти значения применяются к размерам больше NPS 5.
- (7). Смотрите Таблицу 104.1.2(A), в которой указаны значения коэффициента у.
- (8). Термическая обработка после формовки или сварки и не требуется, и не запрещается. Однако, если термическая обработка используется, то обработка на твердый раствор должна состоять из нагрева до минимальной температуры 2025°F и затем охлаждения в воде или быстрого охлаждения другими способами.
- (9). Эти значения применяются к толщинам меньше 3/16 дюйма.
- (10). Эти значения применяются к толщинам от 3/16 до 3/4 дюйма включительно.
- (11). Эти значения применяются к толщинам больше 3/4 дюйма.
- (12). Все присадочные металлы, включая материал плавких вставок, должны отвечать требованиям Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.
- (13). Этот материал – один из материалов, имеющих наибольшую прочность в растяжении, одобренных для использования в компонентах, находящихся под давлением и соответствующих правилам ASME, и в базе данных ASME имеется очень мало данных по усталости. Следовательно, проектировщик должен учитывать это при расчете диапазона допустимого напряжения для напряжений расширения и обеспечивать соответствующие расчетные запасы.

Таблица А-5.
Литой чугун.

Номер технического требования	Класс	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Серый литой чугун					
A 48	20	(1)(2)(3)(4)	20	.....	.....
	25	(1)(2)(3)(4)	25	.....	.....
	30	(1)(2)(3)(4)	30	.....	.....
	35	(1)(2)(3)(4)	35	.....	.....
	40	(1)(2)(3)(4)	40	.....	.....
	45	(1)(2)(3)(4)	45	.....	.....
	50	(1)(2)(3)(4)	50	.....	.....
	55	(1)(2)(3)(4)	55	.....	.....
A 126	A	(3)(4)(7)	21	.....	.....
	B	(3)(4)(7)	31	.....	.....
	C	(3)(4)(7)	41	.....	.....
A 278	20	(2)(4)(5)	20	.....	.....
	25	(2)(4)(5)	25	.....	.....
	30	(2)(4)(5)	30	.....	.....
	35	(2)(4)(5)	35	.....	.....
	40	(2)(4)(5)	40	.....	.....
	45	(2)(4)(5)	45	.....	.....
	50	(2)(4)(5)	50	.....	.....
	55	(2)(4)(5)	55	.....	.....
Пластичный литой чугун	60	(2)(4)(5)	60	.....	.....
	60	(2)(4)(5)	60	.....	.....
A 395	.....	(6)(8)	60	40	0.80
A 536	60-42-10	(1)(8)	60	42	0.80
	70-50-05	(1)(8)	70	50	0.80

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (a). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (b). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (c). Компоненты из литого чугуна не должны свариваться во время изготовления или сборки, как часть трубопроводной системы.
- (d) Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (e). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (f). Табулированные значения напряжения для материалов из пластичного литого чугуна равны $S \times F$ (коэффициент качества материала). Коэффициенты качества материала не применимы к другим типам литого чугуна.
- (g). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Коэффициент $y = 0.4$. Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

Таблица А-4.
Никель и никелевые сплавы.

	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих					Класс	Номер технического требования
	от -20 до 400	450	500	600	650			от -20 до 650
							Серый литой чугун
2.0	.....	.....	.....	.....	.....	20	A 48
2.5	.....	.....	.....	.....	.....	25	
3.0	.....	.....	.....	.....	.....	30	
3.5	.....	.....	.....	.....	.....	35	
4.0	.....	.....	.....	.....	.....	40	
4.5	.....	.....	.....	.....	.....	45	
5.0	.....	.....	.....	.....	.....	50	
5.5	.....	.....	.....	.....	.....	55	
6.0	.....	.....	.....	.....	.....	60	
2.0	.....	.....	.....	.....	.....	A	A 126
3.0	.....	.....	.....	.....	.....	B	
4.0	.....	.....	.....	.....	.....	C	
2.0	2.0	.....	.....	.....	.....	20	A 278
2.5	2.5	.....	.....	.....	.....	25	
3.0	3.0	.....	.....	.....	.....	30	
3.5	3.5	.....	.....	.....	.....	35	
.....	.....	.....	.....	.....	4.0	40	
.....	.....	.....	.....	.....	4.5	45	
.....	.....	.....	.....	.....	5.0	50	
.....	.....	.....	.....	.....	5.5	55	
.....	.....	.....	.....	.....	6.0	60	
							Пластичный литой чугун
.....	.....	.....	.....	.....	9.6	.....	A 395
.....	.....	.....	.....	.....	4.8	60-42-10	A 536
.....	.....	.....	.....	.....	5.6	70-50-05	

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) и (B).
- (2). Коэффициенты качества материала не применимы к этим материалам.
- (3). Для насыщенного пара при 250 psi (406°F), могут использоваться значения, указанные для 400°F.
- (4). В отношении ограничений на использование этого материала, смотрите параграф 124.4.
- (5). Этот материал не должен использоваться, когда расчетное давление превышает 250 psig (1725 кПа избыточного давления), или когда расчетная температура превышает 450°F (230°C).
- (6). Этот материал не должен использоваться для внешнего трубопровода водогрейного котла, когда расчетное давление превышает 350 psig (2415 кПа избыточного давления) или когда расчетная температура превышает 450°F (230°C).
- (7). Трубопроводные компоненты, удовлетворяющие требованиям либо ASME B16.1, либо ASME B16.4, могут использоваться для внешнего трубопровода водогрейного котла, при условии выполнения всех требований конкретного стандарта.
- (8). В отношении ограничений по использованию этого материала смотрите параграф 124.6.

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки								
В 42	C10200, C12000, C12200	Закаленный	....	31	(2)	30	9	1,00
	C10200, C12000, C12200	Тянутый	от 1/8 до 2	31	(2)(4)	45	40	1,00
	C10200, C12000, C12200	Тянутый	от 2 1/2 до 12	31	(2)(4)	36	30	1,00
В 43	C23000	Закаленный	....	31	(2)	40	12	1,00
В 68	C10200, C12000, C12200	Закаленный	....	31	(1)	30	9	1,00
В 75	C10200, C12000	Закаленный	....	31	(2)	30	9	1,00
	C10200, C12000	Тянутый без наклепа	....	31	(2)(4)	36	30	1,00
	C10200, C12000	Тянутый с наклепом	....	31	(2)(4)	45	40	1,00
В 75	C12200, C14200	Закаленный	....	31	(2)	30	9	1,00
	C12200, C14200	Тянутый без наклепа	....	31	(2)(4)	36	30	1,00
	C12200, C14200	Тянутый с наклепом	....	31	(2)(4)	45	40	1,00
В 88	C10200, C12000, C12200	Закаленный	....	31	(1)	30	9	1,00
	C10200, C12000, C12200	Тянутый	....	31	(1)(4)	36	30	1,00
В 111	C10200, C12000	Тянутый без наклепа	....	31	(1)(3)	36	30	1,00
	C10200, C12000	Тянутый с наклепом	....	31	(1)(3)	45	40	1,00
	C12200, C14200	Тянутый без наклепа	....	31	(1)(3)	36	30	1,00
	C12200, C14200	Тянутый с наклепом	....	31	(1)(3)	45	40	1,00
В 111	C23000	Закаленный	....	32	(1)	40	12	1,00
	C28000	Закаленный	....	32	(2)	50	20	1,00
	C44300, C44400, C44500	Закаленный	....	32	(2)	45	15	1,00
	C60800	Закаленный	....	35	(1)	50	19	1,00
В 111	C68700	Закаленный	....	32	(1)	50	18	1,00
	C70400	Закаленный	....	34	(1)	38	12	1,00
	C70400	Тянутый без наклепа	....	34	(1)(4)	40	30	1,00

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих															UNS номер сплава	Номер технического требования		
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800					
																		Бесшовные трубы и трубки	
6.0	5.1	4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	B 42
11.3	11.3	11.3	11.3	11.0	10.3	4.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	
8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	5.0	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C23000	B 43
6.0	6.0	5.9	5.8	5.0	3.8	2.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	B 68
6.0	5.1	4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000	B 75
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000	
11.3	11.3	11.3	11.3	11.0	10.3	4.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000	
6.0	5.1	4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C12200, C14200	B 75
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C12200, C14200	
11.3	11.3	11.3	11.3	11.0	10.3	4.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C12200, C14200	
6.0	5.1	4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	B 88
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000, C12200	
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000	B 111
11.3	11.3	11.3	11.3	11.0	10.3	4.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C10200, C12000	
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C12200, C14200	
11.3	11.3	11.3	11.3	11.0	10.3	4.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C12200, C14200	
8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	5.0	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C23000	B 111
12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	10.8	5.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C28000	
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9.8	3.5	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C44300, C44400, C44500, C60800	
12.5	12.4	12.2	11.9	11.6	11.0	6.0	4.0	2.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	6.5	3.3	1.8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C68700	B 111
8.0	8.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C70400	
10.0	10.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C70400	

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Размер или толщина, дюймов	R-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)								
В 111	C70600	Закаленный	.....	34	(2)	40	15	1.00
	C71000	Закаленный	.....	34	(2)	45	16	1.00
	C71500	Закаленный	.....	34	(2)	52	18	1.00
В 280	C12200	Закаленный	.....	31	(1)	30	9	1.00
	C12200	Тянутый	.....	31	(1)(4)	36	30	1.00
В 302	C12000, C12220	Тянутый	.....	32	(1)(3)	36	30	1.00
В 315	C62300, C61400	Закаленный	....	35	(1)	65	28	1.00
В 466	C70600	Закаленный	.....	34	(1)	38	13	1.00
	C71500	Закаленный	.....	34	(1)	50	18	1.00
Сварные трубы и трубки								
В 467	C70600	Закаленный	4 1/2 и меньше	34	(1)	40	15	0,85
	C70600	Закаленный	Больше 4 1/2	34	(1)	38	13	0,85
	C71500	Закаленный	4 1/2 и меньше	34	(1)	50	20	0,85
	C71500	Закаленный	Больше 4 1/2	34	(1)	45	15	0,85
В 608	C61300, C61400	Закаленный	от 4 до 48	35	(1)(6)	70	30	0,85
Пластины								
В 402	C70600	Закаленный	2 1/2 и меньше	34	(1)	40	15	1.00
	C71500	Закаленный	2 1/2 и меньше	34	(1)	50	20	1.00
	C71500	Закаленный	от 2 1/2 до 5	34	(1)	45	18	1.00
Прутки и бруски								
В 151	C71500	Закаленный	Больше 1	34	(1)	45	18	1.00
Кузнечно-штампованные изделия (горячий пресс)								
В 283	C37700	В состоянии непосредственно послековки	1 1/2 и меньше	.....	(1)(3)	50	18	1.00
	C37700	В состоянии непосредственно послековки	Больше 1 1/2	.....	(1)(3)	46	15	1.00

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														UNS номер сплава	Номер технического требования
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800		
Бесшовные трубы и трубки (продолжение)																
10.0	9.7	9.5	9.3	9.0	8.7	8.5	8.2	8.0	7.0	6.0	C70600	В 111
10.7	10.6	10.5	10.4	10.3	10.1	9.9	9.6	9.3	8.9	8.4	7.7	7.0	....	C71000	
12.0	11.6	11.3	11.0	10.8	10.6	10.3	10.1	9.9	9.8	9.6	9.5	9.4	....	C71500	
6.0	5.1	4.8	4.8	4.7	4.0	3.0	C12200	В 280	
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	....	....	....	....	....	....	....	C12200
9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	8.5	8.2	C12000, C12220	В 302	
16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	15.9	15.3	14.7	C62300, C61400	В 315	
8.7	8.4	8.3	8.0	7.8	7.7	7.6	7.5	7.3	7.0	6.0	C70600	В 466	
12.0	11.6	11.3	11.0	10.8	10.6	10.3	10.1	9.9	9.8	9.6	....	....	....	C71500
Сварные трубы и трубки																
8.5	8.2	8.1	7.9	7.6	7.4	7.2	7.1	6.3	5.7	4.3	C70600	В 467	
7.4	7.1	7.1	6.8	6.6	6.5	6.5	6.4	6.2	5.7	4.3	....	....	....	C70600
10.6	9.6	8.9	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	....	....	....	C71500
8.5	8.2	8.0	7.8	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.9	6.8	....	....	....	C71500
14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.6	13.2	C61300, C61400	В 608	
Пластины																
10.1	9.7	9.5	9.3	9.0	8.7	8.2	8.0	7.0	6.0	C70600	В 402	
12.5	11.3	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	C71500		
11.3	10.1	9.4	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	....	C71500	
Прутки и бруски																
11.3	10.8	10.5	10.2	9.9	9.7	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	C71500	В 151	
Кузнечно-штампованные изделия (горячий пресс)																
12.0	11.3	10.9	C37700	В 283	
10.0	9.5	9.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	C37700

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт или состояние	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Литые изделия								
V 61	C92200	в литом виде	....	....	....	34	16	0.80
V 62	C83600	в литом виде	....	....	....	30	14	0.80
V 148	C95200	в литом виде	....	35	(1)	65	25	0.80
	C95400	в литом виде	....	35	(1)(5)	75	30	0.80
V 584	C92200	в литом виде	....	....	....	34	16	0.80
	C93700	в литом виде	....	....	(3)	30	12	0.80
	C97600	в литом виде	....	....	(3)	40	17	0.80
Болты, гайки и штифты								
V 150	C61400	HR50	1/2 и меньше	....	(1)(3)	80	50	1.00
	C61400	HR50	от 1/2 до 1	....	(1)(3)	75	35	1.00
	C61400	HR50	от 2 до 3	....	(1)(3)	70	30	1.00

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (a). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (b). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (c). P-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем P-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (d). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (e). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения. Однако, для насыщенного пара при 250 psu (406°F), может использоваться значение, приведенное для 400°F.
- (f). Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (g). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). В отношении ограничений по использованию меди и медных сплавов для огнеопасных жидкостей и газов, смотрите параграфы 122.7, 122.8 и 124.7.
- (i). Коэффициент $y = 0.4$. Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

Таблица А-6.
Медь и медные сплавы.

от – 20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих														UNS номер сплава	Номер технического требования			
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800					
																		Литые изделия	
6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.6	6.2	5.8	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	C92200			V 61
6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	5.7	5.5	5.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C83600			V 62
12.6	12.6	11.9	11.6	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C95200			V 148
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.5	13.9	12.8	11.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C95400			
6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.6	6.2	5.8	4.0	.....	.....	.....	.....	.....	C92200			V 584
6.0	60.0	5.8	5.4	5.3	5.2	5.1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C93700			
60.0	5.8	5.6	5.5	5.4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C97600			
																		Болты, гайки и штифты	
10.0	9.9	9.9	9.8	9.8	9.7	9.6	9.5	9.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400			V 150
8.7	8.7	8.6	8.6	8.5	8.5	8.4	8.3	8.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400			
8.0	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7	7.6	7.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	C61400			

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) и (B).

(2). Этот материал может использоваться во внешнем трубопроводе водогрейного котла при условии, что номинальный размер не превышает 3 дюймов, а расчетная температура не превышает 406 °F. Этот материал не должен использоваться для продувочного трубопровода. Когда резьбовая латунная или медная труба используется для изготовления трубопровода питательной воды, она должна иметь толщину стенки не меньше, чем толщина, требуемая для стальной трубы регламента 80 с таким же номинальным размером.

(3). Сварка или пайка твердым припоем этого материала не запрещается.

(4). Когда этот материал используется для сварной или паяной конструкции, используемые значения допустимого напряжения не должны превышать значения, показанные для такого же материала в закаленном состоянии.

(5). Литые изделия, которые свариваются или ремонтируются с помощью сварки, должны проходить термическую обработку при температурах 1150°F – 1200°F, за которой должно следовать охлаждение в подвижном воздухе. Требуемое время при температуре основывается на толщинах поперечного сечения следующим образом:

(а). 1 1/2 часа для первого дюйма или доли дюйма;

(б). 1/2 часа для каждого дополнительного дюйма или доли дюйма.

(6). Сварные швы должны выполняться электросваркой плавлением, включающей добавление присадочного металла.

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Тянутые бесшовные трубы								
В 210	A93003	0	от 0.010 до 0.500	21	(1)	14	5	1.00
	A93003	H14	от 0.010 до 0.500	21	(1)(3)	20	17	1.00
	Alclad	0	от 0.010 до 0.500	21	(1)(4)	13	4.5	1.00
	A93003	H14	от 0.010 до 0.500	21	(1)(3)(4)	19	16	1.00
	Alclad							
A93003								
В 210	A95050	0	от 0.018 до 0.500	21	(1)	18	6	1.00
	Alclad	0	от 0.018 до 0.500	21	(1)(13)(23)	17	....	1.00
	A95050							
	A96061	T4	от 0.025 до 0.500	23	(1)(6)	30	16	1.00
	A96061	T6	от 0.025 до 0.500	23	(1)(6)	42	35	1.00
	A96061	T4, T6 сварной	от 0.025 до 0.500	23	(1)(7)		....	1.00
Бесшовные трубы и бесшовные экструдированные трубы								
В 241	A93003	0	все	21	(1)	14	5	1.00
	A93003	H18	меньше чем 1.000	21	(1)(3)	27	24	1.00
	A93093	H112	замечание (20)	21	(1)(3)(2)	14	5	1.00
	Alclad	0	все	21	(1)(4)	13	4.5	1.00
	A93003	H112	все	21	(1)(3)(4)	13	4.5	1.00
	Alclad							
A93003								
В 241	A95083	0	до 5.000	25	(1)(8)	39	16	1.00
	A95083	H112	до 5.000	25	(1)(8)	39	16	1.00
	A95454	0	до 5.000	22	(1)	31	12	1.00
	A95454	H112	до 5.000	22	(1)	31	12	1.00
В 241	A96061	T4	все	23	(1)(6)(9)	26	16	1.00
	A96061	T6	до 1 дюйма в диаметре	23	(1)(2)(5)	42	35	1.00
	A96061	T6	все	23	(1)(6)(9)	38	35	1.00
	A96061	T4, T6 сварной	все	23	(1)(7)(9)	24	....	1.00
	A96063	T6	замечание (10)	23	(1)(6)(10)	30	25	1.00
	A96063	T5, T6 сварной	замечание (10)	23	(1)(7)(10)	17	....	1.00
Тянутые бесшовные трубки для конденсатора и теплообменника								
В 234	A93003	H14	от 0.010 до 0.200	21	(1)(2)	20	17	1.00
	Alclad	H14	от 0.010 до 0.200	21	(1)(2)(4)	19	16	1.00
	A93003							
A95454	H14	от 0.010 до 0.200	21	(1)(2)	39	29	1.00	

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

от -20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих						UNS номер сплава	Номер технического требования
	150	200	250	300	350	400		
								Тянутые бесшовные трубы
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93003	B 210
5.0	5.0	5.0	4.9	4.3	3.0	2.4	A93003	
3.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.3	Alclad A93003	
4.5	4.5	4.5	4.4	3.9	2.7	2.1	Alclad A93003	
4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.8	1.4	A95050	B 210
3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.5	1.3	Alclad A95050	
7.5	7.5	7.5	7.4	6.9	6.3	4.5	A96061	
10.5	10.5	10.5	9.9	8.4	6.3	4.5	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	
								Бесшовные трубы и бесшовные экструдированные трубы
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93003	B 241
6.8	6.8	6.7	6.3	5.4	3.5	2.5	A93003	
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93093	
30.	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.2	Alclad A93003	
30.	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.2	Alclad A93003	
9.8	9.8						A95083	B 241
9.8	9.8						A95083	
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	A95454	
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	A95454	
6.5	6.5	6.5	6.4	6.0	5.8	4.5	A96061	B 241
10.5	10.5	10.5	9.9	8.4	6.3	4.5	A96061	
9.5	9.5	9.5	9.1	7.9	6.3	4.5	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	
7.5	7.5	7.4	6.8	5.0	3.4	2.0	A96063	
4.3	4.3	4.3	4.2	3.9	3.0	2.0	A96063	
								Тянутые бесшовные трубки для конденсатора и теплообменника
5.0	5.0	5.0	4.9	4.3	3.0	2.4	A93003	B 234
4.5	4.5	4.5	4.4	3.9	2.7	2.1	Alclad A93003	
9.8	9.8	9.8	7.5	5.5	4.1	3.0	A95454	

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт	Размер или толщина, дюймов	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Тянутые бесшовные трубки для конденсаторов и теплообменников (продолжение)								
В 234	A96061	T4	от 0.025 до 0.200	23	(1)(6)	30	16	1.00
	A96061	T6	от 0.025 до 0.200	23	(1)(6)	42	35	1.00
	A96061	T4, T6 сварной	от 0.025 до 0.200	23	(1)(7)	24	....	1.00
Круглые трубки, сваренные дуговой сваркой								
В 547	A93003	0	от 0.125 до 0.500	21	(1)(15)	14	5	1.00
	A93003	0	от 0.125 до 0.500	21	(1)(16)	14	5	0.85
	A93003	H112	от 0.250 до 0.400	21	(1)(14)(15)	17	10	1.00
	A93003	H112	от 0.250 до 0.400	21	(1)(14)(16)	17	10	0.85
В 547	Alclad A93003	0	от 0.125 до 0.499	21	(1)(4)(15)	13	4.5	1.00
	Alclad A93003	0	от 0.125 до 0.499	21	(1)(4)(16)	13	4.5	0.85
	Alclad A93003	H112	от 0.250 до 0.499	21	(1)(4)(14)(15)	16	9	1.00
	Alclad A93003	H112	от 0.250 до 0.499	21	(1)(4)(14)(16)	16	9	0.85
	A95083	0	от 0.125 до 0.500	25	(1)(8)(15)	40	18	1.00
A95083	0	от 0.125 до 0.500	25	(1)(8)(16)	40	18	0.85	
В 547	A95454	0	от 0.125 до 0.500	22	(1)(15)	31	12	1.00
	A95454	0	от 0.125 до 0.500	22	(1)(16)	31	12	0.85
	A95454	H112	от 0.250 до 0.499	22	(1)(14)(15)	32	18	1.00
	A95454	H112	от 0.250 до 0.499	22	(1)(14)(16)	32	18	0.85
В 547	A96061	T4	от 0.125 до 0.249	23	(1)(7)(15)(17)	30	16	1.00
	A96061	T4	от 0.125 до 0.249	23	(1)(7)(16)(17)	30	16	0.85
	A96061	T451	от 0.250 до 0.500	23	(1)(7)(15)(17)	30	16	1.00
	A96061	T451	от 0.250 до 0.500	23	(1)(7)(16)(17)	30	16	0.85
В 547	A96061	T6	от 0.125 до 0.249	23	(1)(7)(15)(17)	42	35	1.00
	A96061	T6	от 0.125 до 0.249	23	(1)(7)(16)(17)	42	35	0.85
	A96061	T651	от 0.250 до 0.500	23	(1)(7)(15)(17)	42	35	1.00
	A96061	T651	от 0.250 до 0.500	23	(1)(7)(16)(17)	42	35	0.85

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих							UNS номер сплава	Номер технического требования
от -20 до 100	150	200	250	300	350	400		
Тянутые бесшовные трубки для конденсаторов и теплообменников (продолжение)								
7.5	7.5	7.5	7.4	6.9	6.3	4.5	A96061	B 234
10.5	10.5	10.5	9.9	8.4	6.3	4.5	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	
Круглые трубки, сваренные дуговой сваркой								
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93003	B 547
2.9	2.9	2.9	2.6	2.0	1.5	1.2	A93003	
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93003	
2.9	2.9	2.9	2.6	2.0	1.5	1.2	A93003	
3.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.3	Alclad A93003	B 547
2.6	2.6	2.6	2.3	1.9	1.4	1.1	Alclad A93003	
3.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.3	Alclad A93003	B 547
2.6	2.6	2.6	2.3	1.9	1.4	1.1	Alclad A93003	
10.0	10.0	A95083	B 547
8.5	8.5	.....	.....	.....	.....	.....	A95083
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	A95454	B 547
6.6	6.6	6.6	6.3	4.7	3.5	2.6	A95454	
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	A95454	
6.6	6.6	6.6	6.3	4.7	3.5	2.6	A95454	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	B 547
5.1	5.1	5.1	5.0	4.7	3.9	3.0	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	
5.1	5.1	5.1	5.0	4.7	3.9	3.0	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	B 547
5.1	5.1	5.1	5.0	4.7	3.9	3.0	A96061	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	A96061	
5.1	5.1	5.1	5.0	4.7	3.9	3.0	A96061	

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Листы и пластины								
В 209	A93003	0	от 0.051 до 3.000	21	(1)	14	5	1.00
	A93003	H112	от 0.250 до 0.499	21	(1)(3)	17	10	1.00
	A93003	H112	от 0.500 до 2.000	21	(1)(3)	15	6	1.00
В 209	Alclad A93003	0	от 0.051 до 0.499	21	(1)(4)	13	4,5	1.00
	Alclad A93003	0	от 0.500 до 3.000	21	(1)(18)	14	5	1.00
	Alclad A93003	H112	от 0.051 до 0.499	21	(1)(3)(4)	16	9	1.00
	Alclad A93003	H112	от 0.500 до 3.000	21	(1)(3)(19)	15	6	1.00
	A93003							
В 209	A95083	0	от 0.051 до 1.500	24	(1)(8)	40	18	1.00
	A95454	0	от 0.051 до 3.000	22	(1)	31	12	1.00
	A95454	H112	от 0.250 до 0.499	22	(1)(3)	32	12	1.00
	A95454	H112	от 0.500 до 3.000	22	(1)(3)	31	12	1.00
В 209	A96061	T4	от 0.051 до 0.249	23	(1)(6)(9)	30	16	1.00
	A96061	T451	от 0.250 до 3.000	23	(1)(6)(9)	30	16	1.00
	A96061	T4 сварной	от 0.051 до 0.249	23	(1)(7)(9)	24	...	1.00
	A96061	T451 сварной	от 0.250 до 3.000	23	(1)(7)(9)	24	....	1.00
В 209	A96061	T6	от 0.051 до 0.249	23	(1)(6)(9)	42	35	1.00
	A96061	T651	от 0.250 до 4.000	23	(1)(6)(9)	42	35	1.00
	A96061	T651	от 4.001 до 6.000	23	(1)(6)(9)	40	35	1.00
	A96061	T6 сварной	от 0.051 до 0.249	23	(1)(7)(9)	24	....	1.00
	A96061	T651 сварной	от 0.250 до 6.000	23	(1)(7)(9)	24	...	1.00
Кузнечно-штамповочные изделия и ручная ковка								
В 247	A93003	H112	до 4.000	21	(1)(11)	14	5	1.00
	A93003	H112 сварной	до 4.000	21	(1)(7)(11)	14	5	1.00
В 247	A95083	H111	до 4.000	25	(1)(6)(8)	39	16	1.00
	A95083	H112	до 4.000	25	(1)(6)(8)	39	16	1.00
	A95083	H111, H112 сварной	до 4.000	25	(1)(7)(8)	38	16	1.00
В 247	A96061	T6	до 4.000	23	(1)(6)(11)	38	35	1.00
	A96061	T6	до 4.000	23	(1)(6)(12)	37	33	1.00
	A96061	T6	от 4.001 до 8.000	23	(1)(6)(12)	35	32	1.00
	A96061	T6 сварной	до 8.000	23	(1)(7)	24	....	1.00

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

от -20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих						UNS номер сплава	Номер технического требования
	150	200	250	300	350	400		
								Листы и пластины
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	0	В 209
4.3	4.3	4.3	4.0	3.6	3.0	2.4	H112	
3.8	3.8	3.8	3.2	2.4	1.8	1.4	H112	
3.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.3	0	В 209
3.0	3.0	3.0	2.7	2.2	1.6	1.3	0	
3.8	3.8	3.8	3.6	3.3	2.7	2.1	H112	
3.4	3.4	3.4	2.9	2.2	1.6	1.3	H112	
10.0	10.0	0	В 209
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	0	
8.0	8.0	8.0	8.0	5.5	4.1	3.0	H112	
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0	H112	
7.5	7.5	7.5	7.4	6.9	6.3	4.5	T4	В 209
7.5	7.5	7.5	7.4	6.9	6.3	4.5	T451	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	T4	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	сварной T451 сварной	
10.5	10.5	10.5	9.9	8.4	6.3	4.5	T6	В 209
10.5	10.5	10.5	9.9	8.4	6.3	4.5	T651	
10.0	10.0	10.0	9.6	8.2	6.3	4.4	T651	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	T6	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	сварной T651 сварной	
								Кузнечно-штамповочные изделия и ручная ковка
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	H112	В 247
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	H112 сварной	
9.8	9.8	9.8	H111	В 247
9.8	9.8	9.8	....	....	....	....	H112
9.8	9.8	9.5	....	....	....	....	H111, H112 сварной
9.5	9.5	9.5	9.1	7.9	6.3	4.5	T6	В 247
9.3	9.3	9.3	8.8	7.7	6.3	4.5	T6	
8.8	8.8	8.8	8.4	7.4	6.1	4.5	T6	
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5	T6 сварной	

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Прутки, бруски и профили								
В 221	А91060	-0	все	21	(1)(21)(22)	8.5	2.5	1.00
		-Н112	все	21	(1)(3)(21)(22)	8.5	2.5	1.00
В 221	А91100	-0	все	21	(1)(21)(22)	11	3	1.00
		-Н112	все	21	(1)(3)(21)(22)	11	3	1.00
В 221	А93003	-0	все	21	(1)(21)(22)	14	5	1.00
		-Н112	все	21	(1)(3)(21)(22)	14	5	1.00
В 221	А92024	-Т3	до 0.249	....	(1)(2)(9)(21)(22)	57	42	1.00
			от 0.250 до 0.749	....	(1)(2)(9)(21)(22)	60	44	1.00
			от 0.750 до 1.499	....	(1)(2)(9)(21)(22)	65	46	1.00
			1.500 и больше	....	(1)(2)(9)(21)(22)	68	48	1.00
В 221	А95083	-0	до 5.000	25	(1)(8)(21)(22)	39	16	1.00
		-Н111	до 5.000	25	(1)(3)(8)(21)(22)	40	24	1.00
		-Н112	до 5.000	25	(1)(3)(8)(21)(22)	39	16	1.00
В 221	А95086	-Н112	до 5.000	25	(1)(2)(8)(21)(22)	35	14	1.00
В 221	А95154	-0	все	22	(1)(8)(21)(22)	30	11	1.00
		-Н112	все	22	(1)(3)(8)(21)(22)	30	11	1.00
В 221	А95454	-0	до 5.000	22	(1)(21)(22)	31	12	1.00
		-Н111	до 5.000	22	(1)(3)(21)(22)	33	19	1.00
		-Н112	до 5.000	22	(1)(3)(21)(22)	31	12	1.00
В 221	А95456	-0	до 5.000	22	(1)(8)(21)(22)	41	19	1.00
		-Н111	до 5.000	22	(1)(3)(8)(21)(22)	42	26	1.00
		-Н112	до 5.000	22	(1)(3)(8)(21)(22)	41	19	1.00
В 221	А96061	-Т4	все	23	(1)(2)(9)(21)(22)	26	16	1.00
		-Т6	все	23	(1)(2)(9)(21)(22)	38	35	1.00
		-Т4 сварной	все	23	(1)(2)(9)(21)(22)	24	....	1.00
		-Т6 сварной	все	23	(1)(2)(9)(21)(22)	24	....	1.00

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих						UNS номер сплава	Номер технического требования
	от -20 до 100	150	200	250	300	350			400
								Прутки, бруски и профили
1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.80	A91060	В 221
1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.80		
2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.4	1.0	A91100	В 221
2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.4	1.0		
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4	A93003	В 221
3.4	3.4	3.4	3.0	2.4	1.8	1.4		
14.3	14.3	14.3	12.6	9.5	6.0	4.2	A92024	В 221
15.0	15.0	15.0	13.2	10.0	6.3	4.4		
16.3	16.3	16.3	14.3	10.8	6.8	4.7		
17.0	17.0	17.0	15.0	11.3	7.1	5.0		
9.8	9.8	.....	.....	.....	.....	.....
10.0	10.0	A95083	В 221
9.8	9.8	.....	.....	.....	.....	.....
8.8	8.8	A95086	В 221
7.5	7.5	.....	.....	.....	.....	.....
7.5	7.5	A95154	В 221
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0		
8.3	8.3	8.3	7.5	5.5	4.1	3.0	A95454	В 221
7.8	7.8	7.8	7.4	5.5	4.1	3.0		
10.3	10.3	A95456	В 221
10.5	10.5	.....	.....	.....	.....	.....
10.3	10.3	.....	.....	.....	.....	.....
6.5	6.5	6.5	6.4	6.0	5.8	4.5	A96061	В 221
9.5	9.5	9.5	9.1	7.9	5.3	4.5		
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5		
6.0	6.0	6.0	5.9	5.5	4.6	3.5		

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

Номер технического требования	Номер сплава UNS	Сорт	Размер или толщина, дюймов	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	E или F
Прутки, бруски и профили (продолжение)								
В 221	А96063	-Т1	до 0.500	23	(1)(2)(21)(22)	17	9	1.00
			от 0.501 до 1.000	23	(1)(2)(21)(22)	16	8	1.00
		-Т5	до 0.500	23	(1)(2)(21)(22)	22	16	1.00
			от 0.501 до 1.000	23	(1)(2)(21)(22)	21	15	1.00
		-Т6	до 1.000	23	(1)(2)(21)(22)	30	25	1.00
	-Т5, -Т6 сварной	до 1.000	23	(1)(7)(21)(22)	17	....	1.00	
Литые изделия								
В 26	А24430	F	.....	.....	(1)(2)	17	6	0.80
	А03560	T6	.....	.....	(1)(2)	30	20	0.80
	А03560	T71	.....	.....	(1)(2)	25	18	0.80

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (б). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (с). Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Квалификация сварочных процедур, сварщиков и операторов сварочных автоматов требуется и должна отвечать требованиям Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (д). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (е). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (ф). Табулированные значения напряжения равны S x E (коэффициент эффективности сварного соединения) или S x F (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (г). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Алюминий и алюминиевые сплавы не должны использоваться для огнеопасных сред в конструкциях водогрейных котлов (смотрите параграф 122.7).
- (i). Коэффициент $y = 0.4$. Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 1001.2(A) и (B).
- (2). Эти значения допустимого напряжения не применимы, когда используется сварки или термическая резка.
- (3). Эти значения допустимого напряжения не применимы, когда используется сварка или термическая резка. В таких случаях, должны использоваться соответствующие значения допустимого напряжения для сорта 0.
- (4). Эти значения допустимого напряжения равны 90% от значений для соответствующего материала сердцевины.
- (5). Эти значения допустимого напряжения применяются только к бесшовным трубам с размером меньше NPS 1, которые сначала экструдированы, а затем волочатся.
- (6). Эти значения допустимого напряжения не применимы, когда используется сварка или термическая резка. В таких случаях, должны использоваться соответствующие значения допустимого напряжения для состояния после сварки.

Таблица А-7.
Алюминий и алюминиевые сплавы.

	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих						UNS номер сплава	Номер технического требования	
	от -20 до 100	150	200	250	300	350			400
	Прутки, бруски и профили (продолжение)								
4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	3.4	2.0	A96063	B 221	
4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.4	2.0			
5.5	5.5	5.4	5.1	4.6	3.4	2.0			
5.3	2.3	5.1	4.9	4.3	3.4	2.0			
7.5	7.5	7.4	6.8	5.0	3.4	2.0			
4.3	4.3	4.3	4.2	3.9	3.0	2.0			
	Литые изделия								
3.2	3.2	3.2	3.0	2.8	2.5	2.2	A24430	B 26	
6.0	6.0	6.0	5.0	.....	.....	.....	A03560	
5.0	5.0	5.0	4.9	4.3	3.3	1.9	A03560		

ЗАМЕЧАНИЯ (продолжение)

- (7). Прочность образчика с уменьшенным сечением для испытаний на растяжение требуется, чтобы квалифицировать сварочные процедуры. Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел IX, QW-150.
- (8). Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, Часть UNF, NF-13(b) касательно коррозии напряжения.
- (9). Для сортов со снятым напряжением (T351, T3510, T3511, T451, T4510, T4511, T651, T6510 и T6511) должны использоваться значения напряжения для материала для базового сорта.
- (10). Эти значения допустимого напряжения применяются ко всем толщинам и размерам бесшовных труб. Они также применяются к бесшовным экструдированным трубкам с толщинами до 1.000 дюйма включительно.
- (11). Эти значения допустимого напряжения приведены для кузнечно-штамповочных изделий.
- (12). Эти значения допустимого напряжения приведены для ручнойковки.
- (13). Для температур до 300°F, эти значения допустимого напряжения равны 83% от значений для соответствующего материала сердцевины. При температурах 350°F и 400°F, эти значения допустимого напряжения равны 90% от значений для соответствующего материала сердцевины.
- (14). Эти значения допустимого напряжения приведены для перечисленных сортов в состоянии после сварки и идентичны значениям для сорта 0.
- (15). Эти значения допустимого напряжения основаны на 100%-ом радиографическом исследовании продольного сварного шва, в соответствии с ASTM B 547, параграф 11.
- (16). Эти значения допустимого напряжения основаны на точечном радиографическом исследовании продольного сварного шва, в соответствии с ASTM B 547, параграф 11.
- (17). Эти значения допустимого напряжения приведены для перечисленных сортов, прошедших термическую обработку, в состоянии после сварки.
- (18). Испытательный образчик для испытания на растяжение, сделанный из пластины, который имеет толщину меньше 0.500 дюйма, обрабатывается на станке с сердцевины и не включает плакировочный сплав. Следовательно, должны использоваться значения допустимого напряжения для толщин, меньших чем 0.500 дюйма.
- (19). Испытательный образчик для испытания на растяжение, сделанный из пластины, который имеет толщину меньше 0.500 дюйма, обрабатывается на станке с сердцевины и не включает плакировочный сплав. Следовательно, эти значения допустимого напряжения равны 90% от значений для материала сердцевины такой же толщины.
- (20). Значения допустимого напряжения для бесшовной трубы с размером NPS 1 и больше равны следующим:
- | | |
|-------|---------|
| 100°F | 3.5 ksi |
| 150°F | 3.5 ksi |
| 200°F | 3.4 ksi |
- (21). Значения напряжения в ограниченном сдвиге, как например в болте, удерживающем шпонку или похожей конструкции, в которых срезающий элемент ограничен так, что рассматриваемое сечение будет срезано без уменьшения площади, должны быть равны 0.80 от значений, показанных в Таблице.
- (22). Значения напряжения при смятии должны быть равны 1.60 от значений, показанных в Таблице.
- (23). ASTM B 210 не включает этот сплав/сорт материала.

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Номер технического требования	Тип или сорт	Номер сплава UNS	Закалка	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi
Бесшовные трубы и трубки								
A 213	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	TP310H	S31009	.....	25Cr-20Ni	8	(2)(4)	75	30
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
A 213	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	TP347H	S34709	.....	19Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
	TP348H	S34809	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
A 312	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	TP310H	S31009	.....	25Cr-20Ni	8	(2)(4)	75	30
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
A 312	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	TP347H	S34709	.....	19Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
	TP348H	S34809	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
A 376	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	TP347H	S34709	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
A 430	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	TP347H	S34709	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
B 163	.....	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)	75	30
	.....	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(1)	65	25
B 407	.....	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	.....	75	30
	.....	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	.....	65	25
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла								
A 249	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	35
	TP310H	S31009	.....	25Cr-20Ni	8	(1)(2)(4)	75	35
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	35

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Е или F	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих							Тип или сорт	Номер технического требования
	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500		
									Бесшовные трубы и трубки
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	ТР304Н	А 213
1.00	4.0	3.0	2.2	1.7	1.3	0.97	0.75	ТР310Н	
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	ТР316Н	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	ТР321Н	А 213
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР347Н	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР348Н	
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	ТР304Н	А 312
1.00	4.0	3.0	2.2	1.7	1.3	0.97	0.75	ТР310Н	
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	ТР316Н	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	ТР321Н	А 312
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР347Н	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР348Н	
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	ТР304Н	А 376
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	ТР316Н	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	ТР321Н	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР347Н	
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	ТР304Н	А 430
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	ТР316Н	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	ТР321Н	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	ТР347Н	
1.00	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.80	В 163
1.00	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	.....
1.00	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.80	В 407
1.00	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	.....
									Сварные трубы и трубки – без присадочного металла
0.85	5.2	4.0	3.2	2.5	2.0	1.6	1.2	ТР304Н	А 249
0.85	3.4	2.6	1.9	1.4	1.1	0.82	0.64	ТР310Н	
0.85	6.3	4.7	3.5	2.6	1.9	1.5	1.1	ТР316Н	

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Номер технического требования	Тип или сорт	Номер сплава UNS	Закалка	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)								
A 249	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	35
	TP347H	S34709	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	35
	TP348H	S34809	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	35
A 312	TP304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	TP310H	S31009	.....	25Cr-20Ni	8	(2)(4)	75	30
	TP316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
A 312	TP321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	TP347H	S32709	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
Пластины								
A 240	304	S30400	.....	18Cr-8Ni	8	(2)(3)	75	30
	310S	S31008	.....	25Cr-20Ni	8	(2)(3)(4)	75	30
	316	S31600	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	(2)(3)	75	30
	316L	S31603	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	70	25
A 240	321	S32100	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	(2)(3)	75	30
	347	S34700	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	(2)(3)	75	30
	348	S34800	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)(2)(3)	75	30
B 409	.....	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(3)	75	30
	.....	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	(3)	65	25
Прутки, бруски и профили								
B 408	.....	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	.....	75	30
	.....	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	.....	65	25
Кованые изделия								
A 182	F304H	S30409	.....	18Cr-8Ni	8	.....	75	30
	F310H	S31009	.....	25Cr-20Ni	8	(1)(2)(4)	75	30
	F316H	S31609	.....	16Cr-12Ni-2Mo	8	.....	75	30
A 182	F321H	S32109	.....	18Cr-10Ni-Ti	8	.....	75	30
	F347H	S34709	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30
	F348H	S34809	.....	18Cr-10Ni-Cb	8	.....	75	30

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Е или F	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих							Тип или сорт	Номер технического требования
	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500		
Сварные трубы и трубки – без присадочного металла (продолжение)									
0.85	4.6	3.5	2.7	2.1	1.6	1.3	1.0	TR321H	A 249
0.85	6.7	5.0	3.7	2.7	2.1	1.6	1.1	TR347H	
0.85	6.7	5.0	3.7	2.7	2.1	1.6	1.1	TR348H	
0.85	5.2	4.0	3.2	2.5	2.0	1.6	1.2	TR304H	A 312
0.85	3.4	2.6	1.9	1.4	1.1	0.82	0.64	TR310H	
0.85	6.3	4.7	3.5	2.6	1.9	1.5	1.1	TR316H	
0.85	4.6	3.5	2.7	2.1	1.6	1.3	1.0	TR321H	A 312
0.85	6.7	5.0	3.7	2.7	2.1	1.6	1.1	TR347H	
Пластины									
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	304	A 240
1.00	2.5	1.5	0.80	0.50	0.40	0.30	0.20	310S	
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	316	
1.00	6.4	4.7	3.5	2.5	1.8	1.3	1.0	316L	
1.00	3.6	2.6	1.7	1.1	0.80	0.50	0.30	321	A 240
1.00	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.90	0.80	347	
1.00	4.4	3.3	2.2	1.5	1.2	0.90	0.80	348	
1.00	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.80	....	B 409
1.00	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	....
Прутки, бруски и профили									
1.00	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.80	....	B 408
1.00	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	....
Кованые изделия									
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	F304H	A 182
1.00	4.0	3.0	2.2	1.7	1.3	0.97	0.75	F310H	
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	F316H	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	F321H	A 182
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F347H	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	F348H	

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Номер технического требования	Тип или сорт	Номер сплава UNS	Закалка	Номинальный состав	P-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi
Кованые изделия (продолжение)								
В 564	....	N08800	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	....	75	30
	....	N08810	Закаленный	Ni-Cr-Fe	45	....	65	25
Фитинги (бесшовные и сварные)								
А 403	WP304H	S30409	....	18Cr-8Ni	8	(1)	75	30
	WP316H	S31609	....	16Cr-12Ni-2Mo	8	(1)	75	30
	WP321H	S32109	....	18Cr-10Ni-Ti	8	(1)	75	30
	WP347H	S34709	....	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)	75	30
	WP348H	S34809	....	18Cr-10Ni-Cb	8	(1)	75	30

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (a). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (b). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (c). P-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем P-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Квалификация сварочных процедур, сварщиков и операторов сварочных автоматов требуется и должна отвечать требованиям Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (d). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (e). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (f). Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (g). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Все перечисленные материалы классифицируются как аустенитные. Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

Таблица А-8.
Температуры 1200°F и выше.

Е или F	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих							Тип или сорт	Номер технического требования
	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500		
									Кованые изделия (продолжение)
1.00	6.6	4.2	2.0	1.6	1.1	1.0	0.80	....	В 564
1.00	7.4	5.9	4.7	3.8	3.0	2.4	1.9	....
									Фитинги (бесшовные и сварные)
1.00	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	WP304H	А 403
1.00	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	WP316H	
1.00	5.4	4.1	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1	WP321H	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	WP347H	
1.00	7.9	5.9	4.4	3.2	2.5	1.8	1.3	WP348H	

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). ЭТОТ МАТЕРИАЛ НЕ ПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ РИСУНКИ 100.1.2(A) И (B).
- (2). Эти значения допустимого напряжения должны использоваться только, если содержание углерода в материале равно 0.04% и больше.
- (3). Эти табулированные значения допустимого напряжения должны использоваться только, если материал проходит термическую обработку нагревом до минимальной температуры 1900°F и затем охлаждением в воде или быстрым охлаждением другими средствами.
- (4). Эти значения допустимого напряжения должны использоваться только, когда размер зерна материала равен ASTM №6 или крупнее.

Таблица А-9.
Титан и титановые сплавы.

Номер технического требования	Сорт	Состояние	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Бесшовные трубы и трубки								
В 337	1	Закаленный	Ti	51	(1)	35	25	1.00
	2	Закаленный	Ti	51	(1)	50	40	1.00
	3	Закаленный	Ti	52	(1)	65	55	1.00
	7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)	50	40	1.00
	12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)	70	50	1.00
В 338	1	Закаленный	Ti	51	(1)	35	25	1.00
	2	Закаленный	Ti	51	(1)	50	40	1.00
	3	Закаленный	Ti	52	(1)	65	55	1.00
	7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)	50	40	1.00
	12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)	70	50	1.00
Сварные трубы и трубки								
В 337	1	Закаленный	Ti	51	(1)(2)	35	25	0.85
	2	Закаленный	Ti	51	(1)(2)	50	40	0.85
	3	Закаленный	Ti	52	(1)(2)	65	55	0.85
	7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)(2)	50	40	0.85
	12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)(2)	70	50	0.85
В 338	1	Закаленный	Ti	51	(1)(2)	35	25	0.85
	2	Закаленный	Ti	51	(1)(2)	50	40	0.85
	3	Закаленный	Ti	52	(1)(2)	65	55	0.85
	7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)(2)	50	40	0.85
	12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)(2)	70	50	0.85
Пластины, листы и полосы								
В 265	1	Закаленный	Ti	51	(1)	35	25	1.00
	2	Закаленный	Ti	51	(1)	50	40	1.00
	3	Закаленный	Ti	52	(1)	65	55	1.00
	7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)	50	40	1.00
	12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)	70	50	1.00

Таблица А-9.
Титан и титановые сплавы.

от -20 до 100	Значения максимально допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температур металла, °F, не превышающих										Сорт	Номер технического требования
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600		
Бесшовные трубы и трубки												
8.8	8.1	7.3	6.5	5.8	5.2	4.8	4.5	4.1	3.6	3.1	1	В 337
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	2	
16.3	15.6	14.3	13.0	11.7	10.4	9.3	8.3	7.5	6.7	6.0	3	
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	7	
17.5	17.5	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.9	11.4	11.1	10.8	12	
8.8	8.1	7.3	6.5	5.8	5.2	4.8	4.5	4.1	3.6	3.1	1	В 338
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	2	
16.3	15.6	14.3	13.0	11.7	10.4	9.3	8.3	7.5	6.7	6.0	3	
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	7	
17.5	17.5	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.9	11.4	11.1	10.8	12	
Сварные трубы и трубки												
7.5	6.9	6.2	5.5	4.9	4.4	4.1	3.8	3.5	3.1	2.6	1	В 337
10.6	10.2	9.3	8.4	7.7	7.1	6.5	6.1	5.6	5.3	4.8	2	
13.8	13.3	12.1	11.1	10.0	8.8	7.9	7.1	6.4	5.7	5.1	3	
10.6	10.2	9.3	8.4	7.7	7.1	6.5	6.1	5.6	5.3	4.8	7	
14.9	14.9	13.9	12.9	12.1	11.3	10.6	10.1	9.7	9.4	9.2	12	
7.5	6.9	6.2	5.5	4.9	4.4	4.1	3.8	3.5	3.1	2.6	1	В 338
10.6	10.2	9.3	8.4	7.7	7.1	6.5	6.1	5.6	5.3	4.8	2	
13.8	13.3	12.1	11.1	10.0	8.8	7.9	7.1	6.4	5.7	5.1	3	
10.6	10.2	9.3	8.4	7.7	7.1	6.5	6.1	5.6	5.3	4.8	7	
14.9	14.9	13.9	12.9	12.1	11.3	10.6	10.1	9.7	9.4	9.2	12	
Пластины, листы и полосы												
8.8	8.1	7.3	6.5	5.8	5.2	4.8	4.5	4.1	3.6	3.1	1	В 265
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	2	
16.3	15.6	14.3	13.0	11.7	10.4	9.3	8.3	7.5	6.7	6.0	3	
12.5	12.0	10.9	9.9	9.0	8.4	7.7	7.2	6.6	6.2	5.7	7	
17.5	17.5	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.9	11.4	11.1	10.8	12	

Таблица А-9.
Титан и титановые сплавы.

Номер технического требования	Сорт	Состояние	Номинальный состав	Р-номер	Замечания	Указанное минимальное напряжение в растяжении, ksi	Указанный минимальный предел текучести, ksi	Е или F
Кованые изделия								
В 381	F1	Закаленный	Ti	51	(1)	35	25	1,00
	F2	Закаленный	Ti	51	(1)	50	40	1,00
	F3	Закаленный	Ti	52	(1)	65	55	1,00
	F7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)	50	40	1,00
	F12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)	70	50	1,00
Бруски и биллеты								
В 348	F1	Закаленный	Ti	51	(1)	35	25	1,00
	F2	Закаленный	Ti	51	(1)	50	40	1,00
	F3	Закаленный	Ti	52	(1)	65	55	1,00
	F7	Закаленный	Ti-Pd	51	(1)	50	40	1,00
	F12	Закаленный	Ti-Mo-Ni	52	(1)	70	50	1,00
Литые изделия								
В 367	C-2	Закаленный	Ti	50	(1)(3)	50	40	0.80

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

- (а). Табулированные технические требования являются техническими требованиями ANSI/ASTM или ASTM. Для применений в рамках Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, смотрите родственные технические требования в Разделе II Сборника ASME.
- (б). Значения напряжения, показанные в этой Таблице, могут интерполироваться, чтобы определить значения для промежуточных температур.
- (с). Р-номера, указанные в этой Таблице, идентичны тем Р-номерам, которые приняты в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Квалификация сварочных процедур, сварщиков и операторов сварочных автоматов требуется и должна отвечать требованиям Раздела IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, за исключением модифицированных положений параграфа 127.5.
- (д). Прочности в натяжении и допустимые напряжения показаны в "ksi" – тысячах фунтов на квадратный дюйм.
- (е). Материалы, указанные в этой Таблице, не должны использоваться при расчетных температурах выше тех, для которых приведены значения допустимого напряжения.
- (ф). Табулированные значения напряжения равны $S \times E$ (коэффициент эффективности сварного соединения) или $S \times F$ (коэффициент качества материала), в зависимости от применимости. Коэффициенты эффективности сварного соединения показаны в Таблице 102.4.3.
- (г). Номинальные показатели по давлению-температуре трубопроводных компонентов, как указано в стандартах, на которые ссылается этот Сборник, могут использоваться для компонентов, отвечающих требованиям этих стандартов. Значения допустимых напряжений, указанные в этой Таблице, приведены для использования при проектировании трубопроводных компонентов, которые не изготавливаются в соответствии с ссылочными стандартами.
- (h). Коэффициент $u = 0.4$. Смотрите Таблицу 104.1.2(A).

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Начинается на следующей странице.

Таблица В-1.
Данные по термическому расширению.

		A = Средний коэффициент термического расширения, 10 ⁻⁶ дюйм/дюйм/°F																
		B = Линейное термическое расширение, дюйм/100 футов																
		при переходе от 70°F до указанной температуры (Замечание 1)																
Материал	Коэффициент	Температурный диапазон, от 70°F до																
		-325	-150	-50	-70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Углеродистые и низколегированные стали Группы 1 (Замечание (2))	A	5.5	5.9	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4
	B	-2.6	-1.6	-0.9	0	1.0	1.9	2.8	3.7	4.7	5.7	6.8	7.9	9.0	10.1	11.3	12.4	14.7
Низколегированные стали Группы 2 (Замечание (3))	A	6.0	6.5	6.7	7.0	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5
	B	-2.9	-1.7	-1.0	0	1.1	2.1	3.0	4.0	5.0	6.0	7.1	8.1	9.2	10.3	11.4	12.4	14.8
Стали 5Cr-1Mo	A	5.6	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.3	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.8
	B	-2.7	-1.6	-0.9	0	1.1	1.9	2.8	3.6	4.6	5.5	6.4	7.4	8.4	9.4	10.4	11.4	12.4
Стали 9Cr-1Mo	A	5.0	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.2
	B	-2.4	-1.4	-0.8	0	0.9	1.7	2.5	3.3	4.1	5.0	5.9	6.8	7.7	8.7	9.6	10.6	11.6
Нелегированные хромовые нержавеющие стали стали от 12Cr до 13Cr	A	5.1	5.5	5.7	5.9	6.2	6.3	6.4	6.5	6.5	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0
	B	-2.4	-1.5	-0.8	0	1.0	1.7	2.5	3.3	4.2	5.0	5.8	6.7	7.6	8.4	9.3	10.2	10.6
стали от 15Cr до 17Cr	A	4.5	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3	6.4	6.4	6.5	6.6
	B	-2.1	-1.3	-0.7	0	0.9	1.6	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	6.2	7.0	7.9	8.7	9.6	10.0
стали 27Cr	A	4.3	4.7	4.9	5.0	5.2	5.2	5.3	5.4	5.4	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0
	B	-2.0	-1.2	-0.7	0	0.8	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.4	7.2	7.9	8.8	9.6
Аустенитные нержавеющие стали (304, 305, 316, 317, 321, 347, 348, 19-9DL, XM-15 и так далее)	A	7.5	8.0	8.2	8.5	8.9	9.2	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.3	10.5	10.6	10.7	10.8
	B	-3.6	-2.1	-1.2	0	1.4	2.5	3.7	5.0	6.3	7.5	8.8	10.2	11.5	12.9	14.3	15.7	17.2
Другие аустенитные нержавеющие стали (309, 310, 315, XM-19 и так далее)	A	7.1	7.6	7.8	8.2	8.5	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.1
	B	-3.4	-2.0	-1.1	0	1.3	2.4	3.5	4.7	5.8	7.0	8.2	9.5	10.7	12.0	13.3	14.7	16.0
Серый литой чугун	A	.....	.....	.....	.....	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.8	7.0	7.2	.....	.....	.....	.....
	B	.....	.....	.....	0	0.9	1.6	2.4	3.2	4.1	5.0	6.0	7.0	8.0	.....	.....	.....	.....
Пластичный литой чугун	A	.....	4.9	5.3	5.7	6.0	6.3	6.5	6.9	7.0	7.1	7.3	7.4	7.5	.....	.....	.....	.....
	B	.....	-1.3	-0.8	0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	.....	.....	.....	.....

Таблица В-1.
Данные по термическому расширению.

		A = Средний коэффициент термического расширения, 10 ⁻⁶ дюйм/дюйм/°F										при переходе от 70°F до указанной температуры (Замечание 1)						
		B = Линейное термическое расширение, дюйм/100 футов																
Материал	Коэффициент	Температурный диапазон, от 70°F до																
		-325	-150	-50	-70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Монель (67Ni-30Cu) N04400	A	5.8	6.8	7.2	7.7	8.1	8.3	8.5	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.2	9.3
	B	-2.7	-1.8	-1.0	0	1.3	2.3	3.4	4.5	5.6	6.7	7.8	8.9	10.1	11.3	12.4	13.6	14.8
Никелевые сплавы N02200 и N02201	A	5.6	6.4	6.7	7.0	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9
	B	-2.7	-1.7	-1.0	0	1.2	2.1	3.1	4.1	5.1	6.2	7.2	8.4	9.5	10.6	11.8	13.0	14.2
Никелевый сплав N06600	A	5.5	6.1	6.4	6.8	7.1	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9
	B	-2.6	-1.6	0.9	0	1.1	2.0	3.0	3.9	5.0	6.0	7.1	8.1	9.3	10.4	11.6	12.9	14.2
Никелевые сплавы N08800 и N08810	A	5.5	6.1	6.4	6.8	7.1	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9
	B	-2.8	-1.7	-1.1	0	1.3	2.4	3.5	4.6	5.7	6.9	8.1	9.3	10.5	11.7	13.0	14.3	15.7
Никелевый сплав N08825	A	...	...	7.2	7.5	7.7	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	...	...	...	...
	B	...	...	-1.0	0	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.3	7.4	8.5	9.6	...	...	...	...
Серия медных сплавов C1XXXX	A	7.7	8.7	9.0	9.3	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	...	...	...	...	...	...	...	...
	B	-3.7	-2.3	-1.3	0	1.5	2.7	3.9	5.1	6.1	...	...	...	...	...	...	...	...
Бронзовые сплавы	A	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	...	...
	B	-4.0	-2.03	-1.3	0	1.6	2.8	4.1	5.3	6.6	8.0	9.3	10.7	12.1	13.5	14.9	...	...
Латунные сплавы	A	8.2	8.5	9.0	9.3	9.8	10.0	10.2	10.5	10.7	10.9	11.2	11.4	11.6	11.9	12.1	...	...
	B	-3.9	-2.2	-1.3	0	1.5	2.8	4.1	5.4	6.8	8.3	9.8	11.4	13.0	14.7	16.4	...	...
Медь-никель (70Cu-30Ni)	A	6.7	7.4	7.8	8.2	8.5	8.7	8.9	9.1	9.2	9.3	...	...	...	...	...	...	...
	B	-3.2	-2.0	-1.1	0	1.3	2.4	3.5	4.7	5.9	7.0	...	...	...	...	...	...	...
Алюминиевые сплавы	A	9.9	10.9	11.6	12.3	13.0	13.3	13.6	13.9	14.2	...	...	...	...	...	...	...	...
	B	-4.7	-2.9	-1.7	0	2.0	3.7	5.4	7.2	9.0	...	...	...	...	...	...	...	...
Титановые сплавы (Сорта 1, 2, 3, 7 и 12)	A	...	...	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	5.0	5.1	...	...	...	...	...	...
	B	...	...	-0.6	0	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.8	4.4	...	...	...	...	...	...

Таблица В-1. (продолжение):

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Эти данные приведены для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.

(2). Сплавы Группы 1 (по номинальному составу):

Углеродистые стали

(C, C-Si, C-Mn, C-Mn-Si)

C-1/2Mo	1/2Ni-1/2Mo-V
1/2Cr-1/5Mo-V	1/2Ni-1/2Cr-1/4Mo-V
1/2Cr-1/4Mo-Si	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V
1/2Cr-1/2Ni-1/2Mo	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V
1/2Cr-1/2Ni-1/4Mo	3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V
3/4Cr-1/2Ni-Cu	3/4Ni-1/2Cu-Mo
3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al	3/4Ni-1/2Cr-1/2Mo-V
1Cr-1/5Mo	3/4Ni-1Mo-3/4Cr
1Cr-1/5Mo-Si	1Ni-1/2Cr-1/2Mo
1Cr-1/2Mo	1 1/4Ni-1Cr-1/2Mo
1Cr-1/2Mo-V	1 3/4Ni-3/4Cr-1/4Mo
1 1/4Cr-1/2Mo	2Ni-3/4Cr-1/4Mo
1 1/4Cr-1/2Mo-Si	2Ni-3/4Cr-1/3Mo
1 3/4Cr-1/2Mo-Cu	2 1/2Ni
2Cr-1/2Mo	3 1/2Ni
2 1/4Cr-1Mo	3 1/2Ni-1 3/4Cr-1/2Mo-V
3Cr-1Mo	

(3) Сплавы группы 2 (по номинальному составу):

M-V

Mn-1/4Mo

Mn-1/2Mo

Mn-1/2Mo-1/4Ni

Mn-1/2Mo-1/2Ni

Mn-1/2Mo-3/4Ni

Таблица В-1. (СИ)
Данные по термическому расширению.

Материал		Коэффициент	Температурный диапазон от 20°C до													
			-200	-100	-50	20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
Углеродистая и низколегированная сталь Группы 1 (Замечание (2))		A	9.9	10.7	11.1	11.6	11.8	11.9	12.1	12.2	12.4	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2
		B	-2.2	-1.03	-0.8	0	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	3.0	3.4
Низколегированная сталь Группы 2 (Замечание (3))		A	10.8	1.7	12.0	12.5	12.7	12.9	13.1	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9
		B	-2.4	-1.4	-0.8	0	0.4	0.7	1.0	1.4	1.7	2.1	2.5	2.8	3.2	3.6
Стали 5Cr-1Mo		A	10.1	10.8	11.2	11.6	11.8	12.0	12.1	12.2	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7
		B	-2.2	-1.3	-0.8	0	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.6	3.0
Стали 9Cr-1Mo		A	9.0	9.8	10.1	10.4	10.6	10.7	10.8	10.9	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6
		B	-2.0	-1.2	-0.7	0	0.3	0.6	0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0
Нелегированные хромовые нержавеющие стали																
стали от 12Cr до 13Cr		A	9.1	9.9	10.2	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.7
		B	-2.0	-1.2	-0.7	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
стали от 15Cr до 17Cr		A	8.1	8.8	9.1	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6
		B	-1.8	-1.1	-0.6	0	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.9	2.1	2.4	2.7
стали 27Cr		A	7.7	8.5	8.7	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.7
		B	-1.7	-1.0	-0.6	0	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5
Аустенитные нержавеющие стали (304, 305, 316, 317, 321, 347, 348, 19-9DL, XM-15 и так далее)		A	13.5	14.3	14.7	15.3	15.6	15.9	16.1	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.3	17.5
		B	-3.0	-1.7	-1.0	0	0.5	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.0	4.5
Другие аустенитные стали (309, 310, 310, XM-19 и так далее)		A	12.8	13.6	14.1	14.7	14.9	15.1	15.4	15.6	15.8	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4
		B	-2.8	-1.6	-1.0	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.1	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2
Серый литой чугун		A	.....	.....	.....	9.8	10.1	10.2	10.4	10.5	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.4
		B	.....	.....	.....	0	0.3	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9
Пластичный литой чугун		A	.....	8.8	9.5	10.3	10.6	10.8	10.9	11.1	11.3	11.4	11.7	12.0	12.2	12.3
		B	.....	-1.1	-0.7	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	2.8	3.1
Монель (67Ni-30Cu) N04400		A	10.4	12.2	13.0	13.8	14.1	14.4	14.7	14.9	15.0	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7
		B	-2.3	-1.5	-0.9	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
Никелевые сплавы N02200 и N02201		A	10.1	11.5	12.0	12.7	12.9	13.1	13.3	13.5	13.6	13.8	13.9	14.0	14.2	14.3
		B	-2.2	-1.4	-0.8	0	0.4	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.6
Никелевый сплав N06600		A	9.9	10.8	11.5	12.2	12.5	12.7	12.8	13.1	13.2	13.3	13.5	13.6	13.7	13.8
		B	-2.2	-1.3	-0.8	0	0.4	0.7	1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	3.2	3.5
Никелевые сплавы N08800 и N08810		A	10.6	12.5	13.3	14.3	14.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1
		B	-2.3	-1.5	-0.9	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.3	3.7	4.1
Никелевый сплав N08825		A	.....	.....	12.9	13.5	13.6	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.4	14.4	14.5	14.6
		B	.....	.....	-0.9	0	0.4	0.8	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.3	3.7

(продолжение следует)

Таблица В-1. (СИ)
Данные по термическому расширению

A = Средний коэффициент термического расширения, 10^{-6} мм/мм/°C																				
B = Линейное термическое расширение, мм/м																				
Температурный диапазон от 20°C до																				
300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
13.3	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.1	14.2	14.3	14.4	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.0	15.1	15.1	15.2	....	....
3.7	4.1	4.5	4.9	5.2	5.6	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.7	11.1	....	....
14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.6	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	15.1	15.1	15.2	....	....	....	....
3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	....	....	....	....
12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	13.8	13.9	....	....	....	....
3.6	3.9	4.3	4.6	5.0	5.3	5.7	6.1	6.4	6.8	7.2	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.4	....	....	....	....
11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	....	....	....	....
3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2	5.6	5.9	6.3	6.6	7.0	7.3	7.7	8.1	8.4	8.8	....	....	....	....
11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.3	12.3	12.4	12.4	12.4	12.5	....	....	....	....
3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6.2	6.5	6.8	7.2	7.5	7.8	8.1	8.5	....	....	....	....
10.7	10.8	10.8	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7	....	....	....	....
3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	8.0	....	....	....	....
9.8	9.8	9.9	9.9	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	10.5	10.6	10.6	10.7	....	....	....	....
2.7	3.0	3.3	3.5	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.3	....	....	....	....
17.6	17.7	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.3	18.5	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	18.1	19.2	....	....	....	....
4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.8	8.3	8.9	9.4	9.9	10.4	10.9	11.4	12.0	12.5	13.0	....	....	....	....
16.5	16.5	16.7	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	....	....	....	....
4.6	5.0	5.5	5.9	6.4	6.8	7.3	7.8	8.2	8.7	9.2	9.7	10.1	10.6	11.1	11.6	12.2	....	....	....	....
11.5	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.4	12.6	12.7	12.9	13.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
3.2	3.6	3.9	4.2	4.6	5.0	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
12.5	12.7	12.7	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.5	13.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
3.5	3.9	4.2	4.6	4.9	5.3	5.7	6.0	6.4	6.8	7.2	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
15.8	15.9	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.2	16.3	16.3	16.3	16.4	16.4	16.4	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	16.7
4.4	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	9.1	9.5	9.9	10.4	10.8	11.2	11.7	12.1	12.6	13.0
14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2
4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.3	7.7	8.1	8.5	9.0	9.4	9.9	10.3	10.8	11.2	11.7	12.2	12.6
13.9	14.0	14.1	14.2	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.0	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	15.9	16.1	16.2
3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.4	8.8	9.3	9.7	10.2	10.6	11.1	11.6	12.1	12.7
16.2	16.3	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9
4.5	5.0	5.4	5.8	6.3	6.7	7.2	7.6	8.1	8.5	9.0	9.5	9.9	10.4	10.9	11.4	11.9	12.4	12.9	13.4	14.0
14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	7.0	7.4	7.8	8.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

(продолжение следует)

Таблица В-1. (СИ)
Данные по термическому расширению (продолжение)

A = Средний коэффициент термического расширения, 10^{-6} мм/мм/°C				} при переходе от 20°C до указанной температуры (Замечание 1)													
B = Линейное термическое расширение, мм/м				Температурный диапазон от 20°C до													
Материал		Коэффициент		-200	-100	-50	20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
Медные сплавы серии C1XXXX	A			13.9	15.7	16.2	16.8	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0
	B	-3.1	-1.9	-1.1	0	0.5	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.7	4.1	4.6		
Бронзовые сплавы	A	15.1	15.8	16.4	17.2	17.6	17.9	18.1	18.2	18.3	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6		
	B	-3.3	-1.9	-1.1	0	0.5	1.0	1.4	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8		
Латунные сплавы	A	14.7	15.4	16.0	16.8	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0		
	B	-3.2	-1.9	-1.1	0	0.5	1.0	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8		
Медь-никель (70Cu-30Ni)	A	11.9	13.4	14.0	14.7	14.9	15.2	15.4	15.5	15.7	15.9	16.1	16.2	16.3	16.4		
	B	-2.6	-1.6	-1.0	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.5	2.9	3.3	3.7	4.2		
Алюминиевые сплавы	A	18.0	19.7	20.8	22.1	22.6	23.0	23.4	23.7	23.9	24.2	24.5	24.7	24.9	25.2		
	B	-4.0	-2.4	-1.5	0	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.1	5.7	6.4		
Титановые сплавы (Сорта 1, 2, 3, 7 и 12)	A	.....	.....	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7		
	B	.....	.....	-0.6	0	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2		

Таблица В-1. (СИ)
Данные по термическому расширению.

A = Средний коэффициент термического расширения, 10^{-6} мм/мм/°C																				
B = Линейное термическое расширение, мм/м																				
Температурный диапазон от 20°C до																				
300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
18.0	18.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
5.1	5.5	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
18.7	18.8	18.9	19.0	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.4	19.5	19.6	19.7	19.7	19.8	....	....	....	....	....	....
5.2	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.3	8.8	9.3	9.8	10.3	10.9	11.4	11.9	12.5	....	....	....	....	....	....
19.2	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	2.03	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4	21.6	21.8	....	....	....	....	....	....
5.4	5.9	6.4	7.0	7.6	8.1	8.7	9.3	9.9	10.5	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7	....	....	....	....	....	....
16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
4.6	5.0	5.5	5.9	6.3	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
25.5	25.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
7.1	7.8	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Эти данные приведены для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.
- (2). Сплавы Группы 1 (по номинальному составу):

Углеродистые стали

(C, C-Si, C-Mn, C-Mn-Si)

C-1/2Mo

1/2Cr-1/5Mo-V

1/2Cr-1/4Mo-Si

1/2Cr-1/2Ni-1/2Mo

1/2Cr-1/2Ni-1/4Mo

3/4Cr-1/2Ni-Cu

3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al

1Cr-1/5Mo

1Cr-1/5Mo-Si

1Cr-1/2Mo

1Cr-1/2Mo-V

1 1/4Cr-1/2Mo

1 1/4Cr-1/2Mo-Si

1 3/4Cr-1/2Mo-Cu

2Cr-1/2Mo

2 1/4Cr-1Mo

3Cr-1Mo

1/2Ni-1/2Mo-V

1/2Ni-1/2Cr-1/4Mo-V

3/4Ni-1/2Mo-Cr-V

3/4Ni-1/2Mo-Cr-V

3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V

3/4Ni-1/2Cu-Mo

3/4Ni-1/2Cr-1/2Mo-V

3/4Ni-1Mo-3/4Cr

1Ni-1/2Cr-1/2Mo

1 1/4Ni-1Cr-1/2Mo

1 3/4Ni-3/4Cr-1/4Mo

2Ni-3/4Cr-1/4Mo

2Ni-3/4Cr-1/3Mo

2 1/2Ni

3 1/2Ni

3 1/2Ni-1 3/4Cr-1/2Mo-V

- (3) Сплавы группы 2 (по номинальному составу):

M-V

Mn-1/4Mo

Mn-1/2Mo

Mn-1/2Mo-1/4Ni

Mn-1/2Mo-1/2Ni

Mn-1/2Mo-3/4Ni

ПРИЛОЖЕНИЕ С.

Начинается на следующей странице.

Таблица С-1.
Модули эластичности для черных металлов.

Материал	E = Модуль эластичности, psi (умножьте табулированные значения на 10 ⁶) (Замечание (1))															
	Температура, °F															
	-100	70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Углеродистые стали с содержанием углерода 0.30% или меньше	30.2	29.5	28.8	28.3	27.7	27.3	26.7	25.5	24.2	22.4	20.4	18.0	...	...	...	...
Углеродистые стали с содержанием углерода больше 0.30%	30.0	29.3	28.6	28.1	27.5	27.1	26.5	25.3	24.0	22.3	20.2	17.6	15.4	...	...	...
Углеродисто-молибденовые стали	29.9	29.2	28.5	28.0	27.4	27.0	26.4	25.3	23.9	22.2	20.1	17.8	15.3	...	...	...
Никелевые стали	28.5	27.8	27.1	26.7	26.1	25.7	25.2	24.6	23.9	23.2	22.4	21.5	20.4	19.2	17.7	...
Хромовые стали: от 1/2Cr до 2Cr	30.4	29.7	29.0	28.5	27.9	27.5	26.9	26.3	25.5	24.8	23.9	23.0	21.8	20.5	18.9	...
от 2 1/4Cr до 3Cr	31.4	30.6	29.8	29.4	28.8	28.3	27.7	27.1	26.3	25.6	24.6	23.7	22.5	21.1	19.4	...
от 5Cr до 9Cr	31.7	30.9	29.8	29.7	29.0	28.6	28.0	27.3	26.1	24.7	22.7	20.4	18.2	15.5	12.7	...
Аустенитные нержавеющие стали:																
Тип 304-18Cr-8Ni	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Тип 310-25Cr-20Ni	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Тип 316-16Cr-12Ni-2Mo	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Тип 321-18Cr-10Ni-Ti	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Тип 347-18Cr-10Ni-Cb	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Тип 309-23Cr-12Ni	29.1	28.3	27.6	27.0	26.5	25.8	25.3	24.8	24.1	23.5	22.8	22.1	21.2	20.2	19.2	18.1
Нелегированные хромовые нержавеющие стали (12Cr, 17Cr, 27Cr)	30.1	29.2	28.5	27.9	27.3	26.7	26.1	25.6	24.7	23.2	21.5	19.1	16.6	....	....	....
Серый литой чугун	....	13.4	13.2	12.9	12.6	12.2	11.7	11.0	10.2	....	....	....	....	....	....	....

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Эти данные приведены только для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.

Таблица С-1. (СИ)
Модули эластичности для черных металлов.

Материал	E = Модуль эластичности, ГПа (Замечание (1))																	
	Температура, °C																	
	-75	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Углеродистые стали с содержанием углерода 0.30% или меньше	208	203	201	198	195	191	189	185	179	172	162	150	136	122	107	....	....	....
Углеродистые стали с содержанием углерода больше 0.30%	207	202	200	197	194	190	188	184	178	171	161	149	135	121	106	....	....	....
Углеродисто-молибденовые стали	206	201	199	196	192	189	187	183	177	170	160	149	135	121	106	....	....	....
Никелевые стали	196	192	190	187	184	180	178	174	169	162	153	141	128	115	101	....	....	....
Хромовые стали: от 1/2Сг до 2Сг	210	205	204	201	197	193	190	186	181	176	170	160	148	133	....	....	....
от 2 1/4Сг до 3Сг	216	211	210	207	203	199	195	191	187	182	175	165	153	137	....	....	....
от 5Сг до 9Сг	219	213	212	209	205	201	197	193	189	185	181	176	171	164	156	147	138	....
Аустенитные нержавеющие стали:																		
Тип 304-18Cr-8Ni	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Тип 310-25Cr-20Ni	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Тип 316-16Cr-12Ni-2Mo	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Тип 321-18Cr-10Ni-Ti	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Тип 347-18Cr-10Ni-Cb	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Тип 309-23Cr-12Ni	201	195	194	192	188	184	180	176	172	168	164	160	156	152	146	140	134	127
Нелегированные хромовые нержавеющие стали (12Сг, 17Сг, 27Сг)	208	201	200	198	194	190	186	181	178	174	167	156	144	130	113	....	....	....
Серый литой чугун	....	92	92	91	89	87	85	82	78	73	67	....	....	....	....	....	....	....

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Эти данные приведены только для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.

Таблица С-2.
Модули эластичности для цветных металлов.

Материал	E = Модуль эластичности, psi (умножьте табулированные значения на 10 ⁶) (Замечание (1))												
	Температура, °F												
	-100	70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Сплавы с высоким содержанием никеля													
N02200 (200)	30.9	30.0	29.3	28.8	28.5	28.1	27.8	27.3	26.7	26.1	25.5	25.1	24.5
N02201 (201)	30.9	30.0	29.3	28.8	28.5	28.1	27.8	27.3	26.7	26.1	25.5	25.1	24.5
N04400 (400)	26.8	26.0	25.4	25.0	24.7	24.3	24.1	23.7	23.1	22.6	22.1	21.7	21.2
N06002 (X)	29.4	28.5	27.8	27.4	27.1	26.6	26.4	25.9	25.4	24.8	24.2	23.7	23.2
N06600 (600)	31.9	31.0	30.2	29.9	29.5	29.0	28.7	28.2	27.6	27.0	26.4	25.9	25.3
N06625 (625)	30.9	30.0	29.3	28.8	28.5	28.1	27.8	27.3	26.7	26.1	25.5	25.1	24.5
N08800 (800) (2)	29.4	28.5	27.8	27.4	27.1	26.6	26.4	25.9	25.4	24.8	24.2	23.8	23.2
N08810 (800H) (2)	29.4	28.5	27.8	27.4	27.1	26.6	26.4	25.9	25.4	24.8	24.2	23.8	23.2
N10001 (B)	32.0	31.1	30.3	29.9	29.5	29.1	28.8	28.3	27.7	27.1	26.4	26.0	25.3
N06007 (G)	28.6	27.8	27.1	26.7	26.4	26.0	25.7	25.3	24.7	24.2	23.6	23.2	22.7
N06455 (C-4)	30.6	29.8	29.1	28.6	28.3	27.9	27.6	27.1	26.5	25.9	25.3	24.9	24.3
N08320 (20 Mod)	28.6	27.8	27.1	26.7	26.4	26.0	25.7	25.3	24.7	24.2	23.6	23.2	22.7
N10276 (C276)	30.6	29.8	29.1	28.6	28.3	27.9	27.6	27.1	26.5	25.9	25.3	24.9	24.3
N10665 (B-2)	32.3	31.4	30.6	30.1	29.8	29.3	29.0	28.6	27.9	27.3	26.7	26.2	25.6
Алюминий и алюминиевые сплавы													
A24430 (B443)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A91060 (1060)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A91000 (1100)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A93003 (3003)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A93004 (3034)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A96061 (6061)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A96063 (6063)	10.5	10.0	9.6	9.2	8.7	8.1	....	....	....	....	....	....	....
A95052 (5052)	10.7	10.2	9.7	9.4	8.9	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95154 (5154)	10.7	10.2	9.7	9.4	8.9	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95454 (5454)	10.7	10.2	9.7	9.4	8.9	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95652 (5652)	10.7	10.2	9.7	9.4	8.9	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A03560 (356)	10.8	10.3	9.8	9.5	9.0	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95083 (5083)	10.8	10.3	9.8	9.5	9.0	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95086 (5086)	10.8	10.3	9.8	9.5	9.0	8.3	....	....	....	....	....	....	....
A95456 (5456)	10.8	10.3	9.8	9.5	9.0	8.3	....	....	....	....	....	....	....
Медь и медные сплавы													
C83600	14.4	14.0	13.7	13.4	13.2	12.9	12.5	12.0	....	....	....	....	....
C92200	14.4	14.0	13.7	13.4	13.2	12.9	12.5	12.0	....	....	....	....	....
C46400	15.4	15.0	14.6	14.4	14.1	13.8	13.4	12.8	....	....	....	....	....
C65500	15.4	15.0	14.6	14.4	14.1	13.8	13.4	12.8	....	....	....	....	....
C95200	15.4	15.0	14.6	14.4	14.1	13.8	13.4	12.8	....	....	....	....	....
C95400	15.4	15.0	14.6	14.4	14.1	13.8	13.4	12.8	....	....	....	....	....

(продолжение следует)

Таблица С-2.
Модули эластичности для цветных металлов (продолжение).

Материал	E = Модуль эластичности, psi (умножьте табулированные значения на 10 ⁶) (Замечание (1))												
	Температура, °F												
	-100	70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Медь и медные сплавы (продолжение)													
C11000	16.5	16.0	15.6	15.4	15.0	14.7	14.2	13.7	....	....	....	....	....
C10200	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C12000	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C12200	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C12500	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C14200	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C23000	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C61400	17.5	17.0	16.6	16.3	16.0	15.6	15.1	14.5	....	....	....	....	....
C70600	18.5	18.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.0	15.4	....	....	....	....	....
C97600	19.6	19.0	18.5	18.2	17.9	17.5	16.9	16.2	....	....	....	....	....
C71000	20.6	20.0	19.5	19.2	18.8	18.4	17.8	17.1	....	....	....	....	....
C71500	22.7	22.0	21.5	21.1	20.7	20.2	19.6	18.8	....	....	....	....	....
Чистый титан													
Сорта 1, 2, 3, 7 и 12	....	15.5	15.0	14.6	14.0	13.3	12.6	11.9	11.2	....	....	....	....

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Эти данные приведены только для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.
- (2). Для N08800 и N08810, используйте следующие значения E при температурах больше 1200°F: при 1300°F E=22.7, при 1400°F E=21.9, при 1500°F E=21.2 x 10⁶ psi.

Таблица С-2. (СИ)
Модули эластичности для цветных металлов.

Материал	E = Модуль эластичности, ГПа (Замечание (1))																	
	Температура, °C																	
	-75	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Сплавы с высоким содержанием никеля																		
N02200 (200)	214	207	205	202	199	197	194	191	189	186	183	180	176	172	169	164	161	156
N02201 (201)	214	207	205	202	199	197	194	191	189	186	183	180	176	172	169	164	161	156
N04400 (400)	185	179	178	175	173	170	168	166	164	161	158	156	153	149	146	142	139	135
N06002 (X)	203	197	195	192	189	187	184	182	179	177	175	171	167	163	160	156	153	148
N06600 (600)	221	214	212	209	206	203	200	198	195	192	189	186	182	178	174	170	166	161
N06625 (625)	217	207	205	202	199	197	194	191	189	186	183	180	176	172	169	164	161	156
N08800 (800) (2)	203	197	195	192	189	187	184	182	179	177	174	171	167	163	160	156	153	148
N08810 (800H) (2)	203	197	195	192	189	187	184	182	179	177	174	171	167	163	160	156	153	148
N10001 (B)	222	214	213	210	207	204	201	198	196	193	190	186	182	178	175	170	167	161
N06007 (G)	198	192	190	187	185	182	180	177	175	172	169	167	163	159	156	152	149	144
N06455 (C-4)	212	205	204	201	198	195	193	190	188	185	182	179	175	171	167	163	160	155
N08320 (20 Mod)	198	192	190	187	185	182	180	177	175	172	169	167	163	159	156	152	149	144
N10276 (C276)	212	205	204	201	198	195	193	190	188	185	182	179	175	171	167	163	160	155
N10665 (B-2)	224	217	215	212	209	206	203	200	198	195	191	188	184	180	176	172	168	163
Алюминий и алюминиевые сплавы																		
A24430 (B443)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A91060 (1060)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A91000 (1100)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A93003 (3003)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A93004 (3034)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A96061 (6061)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A96063 (6063)	72	69	68	66	63	61	57	52	46	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95052 (5052)	74	70	69	67	65	62	58	53	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95154 (5154)	74	70	69	67	65	62	58	53	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95454 (5454)	74	70	69	67	65	62	58	53	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95652 (5652)	74	70	69	67	65	62	58	53	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A03560 (356)	74	71	70	68	65	62	58	54	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95083 (5083)	74	71	70	68	65	62	58	54	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95086 (5086)	74	71	70	68	65	62	58	54	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
A95456 (5456)	74	71	70	68	65	62	58	54	47	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Медь и медные сплавы																		
C83600	99	97	96	94	93	91	89	87	84	81	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C92200	99	97	96	94	93	91	89	87	84	81	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C46400	107	103	102	101	99	98	96	93	90	86	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C65500	107	103	102	101	99	98	96	93	90	86	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C95200	107	103	102	101	99	98	96	93	90	86	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C95400	107	103	102	101	99	98	96	93	90	86	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

(продолжение следует)

Таблица С-2 (СИ)
Модули эластичности для цветных металлов (продолжение)

Материал	E = Модуль эластичности, ГПа (Замечание (1))																	
	Температура, °C																	
	-75	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
Медь и медные сплавы (продолжение)																		
C11000	114	110	109	108	106	104	102	99	96	92	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C10200	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C12000	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C12200	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C12500	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C14200	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C23000	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C61400	121	117	116	115	113	111	108	106	102	98	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C70600	128	124	123	121	119	117	115	112	108	104	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C97600	128	124	123	121	119	117	115	112	108	104	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C71000	128	124	123	121	119	117	115	112	108	104	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
C71500	128	124	123	121	119	117	115	112	108	104	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Чистый титан																		
Сорта 1, 2, 3, 7 и 12	.....	107	106	103	100	97	92	88	84	79	75	71	.....	.....	.....	.....	.....	.....

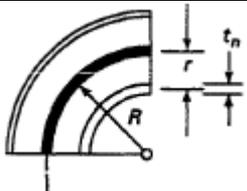
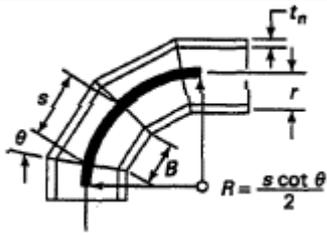
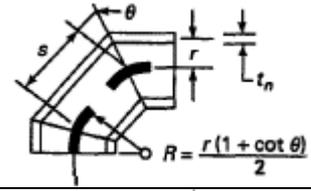
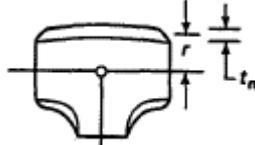
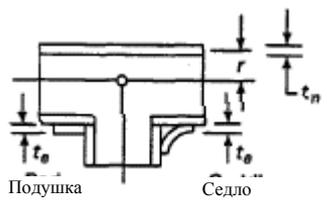
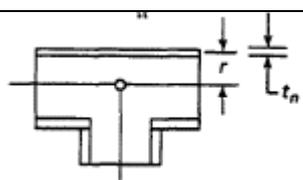
ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Эти данные приведены только для сведения, и не надо полагать, что эти материалы пригодны для всех показанных температурных диапазонов.

ПРИЛОЖЕНИЕ D.

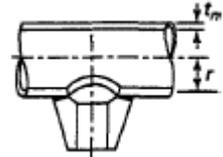
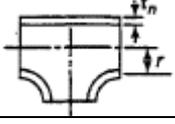
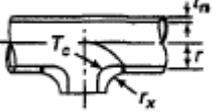
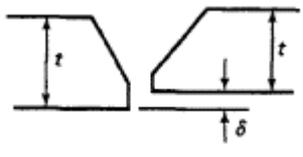
Начинается на следующей странице.

Таблица D-1.
Коэффициенты гибкости и усиления напряжения.

Описание	Характеристика гибкости h	Коэффициент гибкости k	Коэффициент усиления напряжения i	Схема
Сварной коленчатый патрубок или трубное колено (Замечания (1), (2), (3), (9), (13))	$\frac{t_n R}{r^2}$	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Составное колено с небольшим разносом (Замечания (1), (2), (3), (13)) $s < r(1 + \tan \theta)$ $B \geq 6t_n$ $\theta \leq 22.5$ градуса	$\frac{st_n \cot \theta}{2r^2}$	$\frac{1.52}{h^{5\theta}}$	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Составное колено с большим разносом (Замечания (1), (2), (4), (13)) $s \geq r(1 + \tan \theta)$ $\theta \leq 22.5$ градуса	$\frac{t_n(1 + \cot \theta)}{2r}$	$\frac{1.52}{h^{5\theta}}$	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Сварной тройник согласно ASME B16.9 (Замечания (1), (2), (10))	$\frac{4.4t_n}{r}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Усиленный сборный тройник (Замечания (1), (2), (5), (10))	$\frac{(t_n + \frac{t_s}{2})^{5/2}}{r(t_n)^{3/2}}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Неусиленный сборный тройник (Замечания (1), (2), (10))	$\frac{t_n}{r}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	

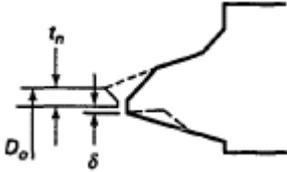
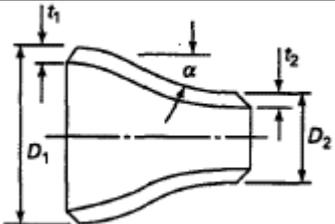
(продолжение следует)

Таблица D-1.
Коэффициенты гибкости и усиления напряжения (продолжение).

Описание	Характеристика гибкости h	Коэффициент гибкости k	Коэффициент усиления напряжения i	Схема
Патрубковый привариваемый фитинг (цельно усиленный) согласно MSS SP-97 (Замечания (1), (2))	$\frac{3.3t_n}{r}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Экструдированный отвод, отвечающий требованиям параграфа 104.3.1(G) (Замечания (1), (2))	$\frac{t_b}{r}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Вваренная контурная вставка с $r_x \geq D_{об}/8$ $T_c \geq 1.5t_n$ (Замечания (1), (2))	$4.4 \frac{t_x}{r}$	1	$\frac{0.9}{h^{2.5}}$	
Описание	Коэффициент гибкости k	Коэффициент усиления напряжения j	Схема	
Патрубковое присоединение (Замечания (1), (2))	1	Для проверки торца патрубка $1.5 \left(\frac{R_m}{t_{nb}}\right)^{2.5} \left(\frac{r'_m}{R_m}\right)^{1.2} \left(\frac{t_{nb}}{t_{nb}'}\right) \left(\frac{r'_m}{r_p}\right)$	Смотрите рисунок D-1	
Стыковой сварной шов (Замечание (1)) $t \geq 0.237$ дюйма $\delta_{max} \leq 1/16$ дюйма и $\delta_{avg}/t \leq 0.13$	1	1.0 (Замечание (12))		
Стыковой сварной шов (Замечание (1)) $t \geq 0.237$ дюйма $\delta_{max} \leq 1/8$ дюйма и $\delta_{avg}/t =$ любое значение	1	1.9 максимум или $(0.9+2.7\delta_{avg}/t)$, но не меньше, чем 1.0 (Замечание (12))		
Стыковой сварной шов (Замечание (1)) $t \geq 0.237$ дюйма $\delta_{max} \leq 1/16$ дюйма и $\delta_{avg}/t \leq 0.33$	1	1.9 максимум или $(0.9+2.7\delta_{avg}/t)$, но не меньше, чем 1.0 (Замечание (12))		
Угловые сварные швы	1	2.1; или 1.3 для угловых сварных швов, определенных в Замечании (11)	Смотрите рисунки 127.4.4(A), 127.4.4(B) и 127.4.4(C)	

(продолжение следует)

Таблица D-1.
Коэффициенты гибкости и усиления напряжения (продолжение).

Описание	Коэффициент гибкости k	Коэффициент усиления напряжения j	Схема
Конический переход согласно параграфу 127.4.2(B) и ASME B16.25 (Замечание (1))	1	1.9 максимум или $1.3 + 0.0036 \frac{D_o}{t_n} + 3.6 \frac{\delta}{t_n}$	
Концентрический редуктор согласно ASME B16.9 (Замечание (7))	1	2.0 максимум или $0.5 + 0.01\alpha \left(\frac{D_2}{t_2}\right)^{3/2}$	
Резбовое трубное соединение или резьбовой фланец	1	2.3	....
Гофрированная прямая труба или гофрированное или складчатое колено (Замечание (8))	1	2.3	....

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Следующие условные обозначения применяются к Таблице D-1:

V = длина сегмента составного колена на разветвлении, дюймов (миллиметров);

D_o = внешний диаметр, дюймов (миллиметров);

D_{об} = внешний диаметр патрубка, дюймов (миллиметров);

R = радиус изгиба в коленчатом патрубке или трубном колене, дюймов (миллиметров);

r = средний радиус трубы, дюймов (миллиметров) (сопряженная труба для тройников);

r_x = внешний радиус разветвления сваренной контурной вставки, дюймов (миллиметров);

s = разнос составного колена на осевой линии, дюймов (миллиметров);

T_c = толщина разветвления сваренной контурной вставки, дюймов (миллиметров);

t_n = номинальная толщина стенки трубы, дюймов (миллиметров) (сопряженная труба для тройника);

t_r = толщина усилительной подушки или седла, дюймов (миллиметров);

α = угол конуса редуктора, градусов;

δ = неточное сопряжение, дюймов (миллиметров);

θ = половина угла между прилегающими осями составного колена, градусов.

(2). Коэффициенты гибкости k коэффициенты усиления напряжения i в Таблице D-1 применяются к гибке в любой плоскости для фланцев и ни в коем случае не должны браться больше чем 1. Оба фактора применяются к эффективной длине арки (показанной жирными осевыми линиями на схемах) для искривленных сегментов и колен, и к точкам пересечения для тройников. Значения k и i могут получаться напрямую из Графика D-1 при вводе характеристики h, рассчитанной по приведенным формулам.

(3). Когда фланцы крепятся к одному или обоим торцам, значения k и i в Таблице D-1 должны умножаться на коэффициент c, указанный ниже, который можно получить напрямую из Графика D-2, вводя рассчитанную h: для одного торца $c=h^{1/6}$, для обоих торцов $c=h^{1/3}$

(4). Также включает одинарные соединения в ус.

(5). Когда $t_c > 1.5t_n$, $h=4.05t_n/r$.

Таблица D-1. (продолжение)

ЗАМЕЧАНИЯ (продолжение)

- (6). Уравнение применяется только, если удовлетворены следующие условия:
- Соблюдены требования к площади усиления, указанные в параграфе 104.3.
 - Ось трубы патрубка нормальна к поверхности стенки напорной трубы.
 - Для патрубковых присоединений в трубе, дуговое расстояние, измеренное между центрами соседних патрубков вдоль поверхности напорной трубы, не меньше, чем трехкратная сумма их внутренних радиусов в продольном направлении или не меньше, чем двукратная сумма их радиусов вдоль окружности напорной трубы.
 - Внутренний радиус угла r_1 (смотрите рисунок D-1) находится в пределах от 10% до 50% от t_{nh} .
 - Внешний радиус r_2 (смотрите рисунок D-1) не меньше, чем большая из величин: $T_b/2$, $(T_b+y)/2$ (показана на рисунке D-1, схема (c)) или $t_{nh}/2$.
 - Внешний радиус r_2 (смотрите рисунок D-1) не меньше, чем большая из величин:
 - $0.002\theta d_o$;
 - $2(\sin \theta)^3$ умноженное на смещение для конфигурации, показанной на схемах (a) и (b) Рисунка D-1
 - $R_m/t_{nh} \leq 50$ и $rt_m/R_m \leq 0.5$.
- (7) Уравнение применяется только, если выполнены следующие условия:
- Угол конуса α не превышает 60 градусов, а редуктор является концентрическим.
 - Большая из величин D_1/t_1 и D_2/t_2 не превышает 100.
 - Толщина стенки не меньше, чем t_1 по всему телу редуктору, за исключением цилиндрической части на меньшем торце или рядом с ней, где толщина должна быть не меньше, чем t_2 .
- (8). Показанные коэффициенты применяются к гибке; коэффициент гибкости для скручивания равен 0.9.
- (9). Проектировщик предупреждается о том, что литые коленчатые патрубки для стыковой сварки могут иметь значительно более толстые стенки, чем стенки трубы, с которой они используются. Большие ошибки могут быть вызваны, если только не учитывается этот эффект большей толщины.
- (10). Коэффициенты усиления напряжения в Таблице были получены из испытаний на полноразмерных отводных присоединениях. Для отводов с размером меньшим, чем полный размер, значения для полного размера должны использоваться до тех пор, пока не будут рассчитаны более применимые значения.
- (11). Коэффициент усиления напряжения 1.3 может использоваться для фитинга, сделанного под муфтовую сварку, если кромка лицевой части сварного шва плавно вливается в стенку трубы без поднутрения, как показано для вогнутого углового сварного шва с неравными катетами на рисунке 127.4.4(A).
- (12). Коэффициенты усиления напряжения применяются к кольцевым стыковым сварным швам между двумя деталями, для которых толщины стенок находятся в интервале от $0.875t$ и $1.10t$ для осевого расстояния $\sqrt{D_o t}$. D_o и t – номинальный внешний диаметр и номинальная толщина стенки соответственно. δ_{avg} – средняя невыверенность или смещение.
- (13) В коленчатых патрубках и коленах большого диаметра и с тонкими стенками, давление может существенно влиять на величину k и i . Значения из таблицы могут корректироваться делением k на:

$$\left[1 + 6 \left(\frac{P}{E_c} \right) \left(\frac{r}{t_n} \right)^{7/3} \left(\frac{R}{r} \right)^{1/3} \right]$$

и делением i на:

$$\left[1 + 3.25 \left(\frac{P}{E_c} \right) \left(\frac{r}{t_n} \right)^{5/2} \left(\frac{R}{r} \right)^{2/3} \right]$$

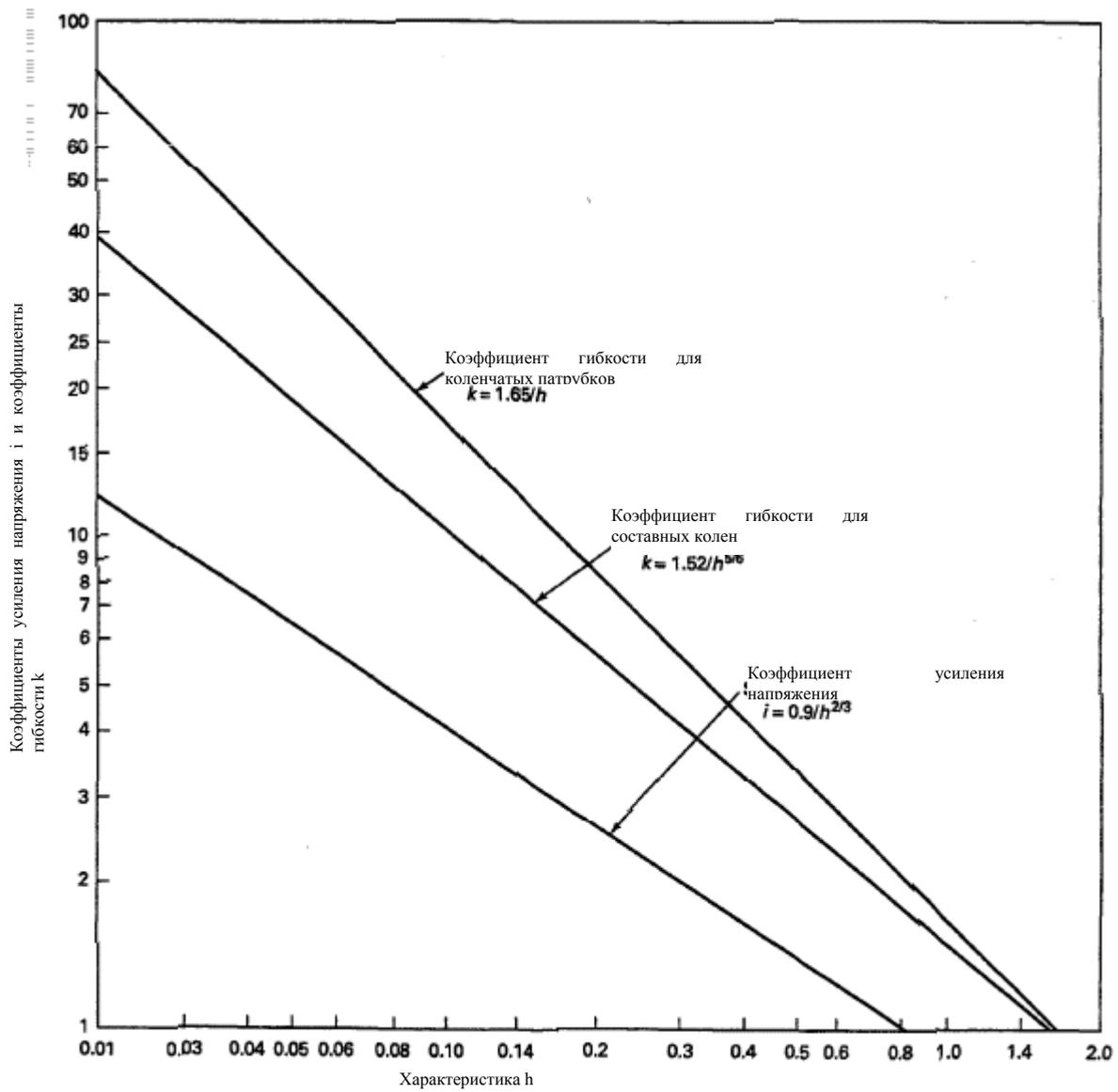
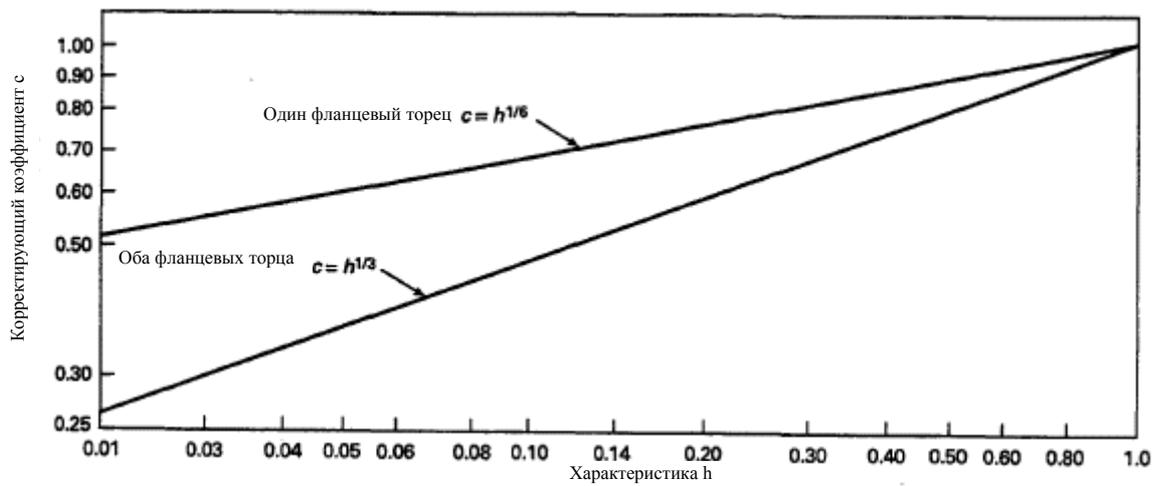
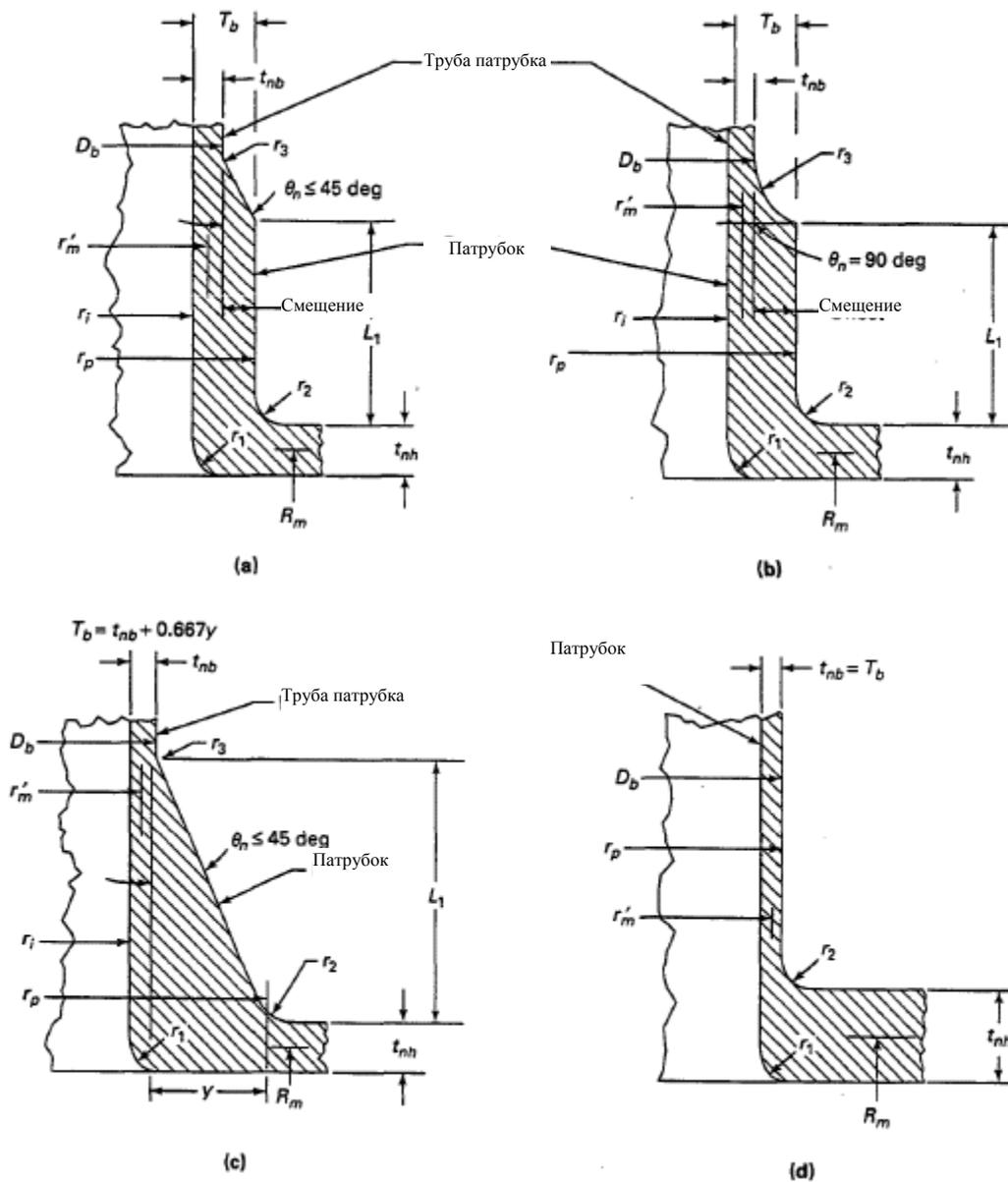


График D-1. Коэффициент гибкости k и коэффициент усиления напряжения i .

График D-2. Корректирующий коэффициент c .



D_b = внешний диаметр трубы патрубку, дюймов (миллиметров);
 L_1 = высота форсунки, дюймов (миллиметров);
 R_m = средний радиус напорной трубы, дюймов (миллиметров);
 T_b = эффективная толщина усиления патрубку, дюймов (миллиметров);
 r_1 = внутренний радиус патрубку, дюймов (миллиметров);
 r_m = средний радиус трубы патрубку, дюймов (миллиметров);

r_1, r_2, r_3 = радиусы перехода усиления патрубку, дюймов (миллиметров);
 r_p = внешний радиус усиления патрубку, дюймов (миллиметров);
 t_{nb} = номинальная толщина трубы патрубку, дюймов (миллиметров);
 t_{nh} = номинальная толщина напорной трубы, дюймов (миллиметров);
 θ_n = угол перехода усиления патрубку, градусов.

Рисунок D-1. Размеры патрубкового присоединения.

**ПРИЛОЖЕНИЕ F.
ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ¹
ASME B31.1-2001, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ.**

Конкретные издания стандартов, инкорпорированные в этот Сборник через ссылки, показаны в этом издании Приложения F. Непрактично ссылаться на конкретное издание каждого стандарта в тексте Сборника, вместо этого даты конкретных изданий указаны здесь. Приложение F пересматривается с интервалом, который необходим. Наименования и адреса организаций-спонсоров также указаны в этом издании.

Американские национальные стандарты	Технические требования ASTM (Замечание (2)) (продолжение)	Технические требования ASTM (Замечание (2)) (продолжение)A 449-93
B1.20.3-1976 (R81)	A 226-90	A 450-89
816.18-1984 (R94)	A 229-83	A 451-80 (R85)
818.2.1-1981 (R92)	A 234-90a	A 452-88
B18.2.4.6M-1979 (R90)	A 240-89b	A 453-88a
B18.22M-1981	A 242-89	A 479-89
B18.22.1-1965 (R81)	A 249-90	
2223.1-1996	A 254-90	A 515-82 (R87)
	A 268-90a	A 516-86
Технические требования ASTM (Замечание (2))	A 276-89a	A 530-89
	A 283-87	A 564-89
	A 278-85	A 575-86a
A 36-89	A 285-82 (R87)	A 587-89a
A 47-84 (R89)	A 299-82 (R87)	A 576-90
A 48-83		
A 53-90A	A 307-90	A 671-85
	A 312-89a	A 672-89a
A 105-87a	A 320-90	A 691-85a
A 106-90	A 322-90	
A 125-81	A 333-88a	A 714-89a
A 126-84	A 335-89a	
A 134-89a	A 350-89a	B 26-88
A 135-89a	A 351-89b	B 32-89
A 139-89b	A 354-90	B 42-89
A 178-90	A 358-88a	B 43-88
A 179-90	A 369-89	B 61-86
A 181-87	A 376-88	B 62-86
A 182-90	A 377-89	B 68-86
A 192-90	A 387-90	B 75-86
A 193-90	A 389-89	B 88-88a
A 194-88a	A 395-88	
A 197-87		B 108-87
A 199-89	A 403-89	B 111-88
	A 409-95a	B 148-90a
A 210-90	A 420-90a	B 150-86
A 211-75 (R85)	A 426-89	B 151-94
A 213-90	A 430-88	
A 214-90	A 437-88	
A 216-89		
A 217-89		

ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ (продолжение)

Технические требования ASTM (Замечание (2)) (продолжение)	Стандартные методы испытаний ASTM	Сборники правил и стандарты ASME (продолжение)
B 161-87	D 323-99	B16.5-1988 (ASME/ANSI B16.5)
B 163-89	E 125-63 (R85)	B16.9-1993
B 165-87	E 186-91	B16.10-1992
B 167-90	E 280-93	B16.11-1991
B 168-90	E 446-91	B16.14-1991
B 209-89	Стандартные практики MSS	B16.15-1985 (R94) (ANSI/ASME B16.15)
B 210-80		B16.20-1993
B 221-88	SP-6-96	B16.21-1992
B 234-80	SP-9-97	B16.24-1991
B 241-88	SP-25-98	B16.25-1992
B 247-80	SP-42-90	B16.28-1994
B 251-88	SP-43-91	B16.34-1996
B 265-89	SP-45-98	B16.42-1987 (ASME/ANSI B16.42)
B 280-86	S P-51-91	B16.47-1990
B 283-89	SP-53-95	B16.48-1997
	SP-54-95	B18.2.2-1987 (R93)
B 302-87	SP-55-96	(ASME/ANSI B18.2.2)
B 315-86	SP-58-93	B18.2.3.5M-1979 (R95)
B 337-83	SP-61-92	B18.2.3.6M-1979 (R95)
B 338-83	SP-67-95	B18.21.1-1994
B 348-83	SP-69-96	B31.3-1996
B 361-88	SP-75-98	B31.4-1992
B 366-93	SP-79-92	B31.8-1995
B 367-83	SP-80-97	B36.10M-1996
B 381-83	SP-89-98	B36.19M-1985 (R94) (ANSI/ASME B36.19M)
B 402-86	SP-93-87	TD P-1-1985
B 407-88	SP-94-92	
B 408-87	SP-97-95	Технические требования ASNT
B 409-87	SP-105-96	CP-189-95
B 423-90	Технические требования AWS	SNT-TC-IA (1992)
B 424-87		
B 425-90	A3.0-94	Стандарты AWWA и ANSI/AWWA
B 462-89	QC1-88	C-110/A21.10-87
B 463-84		C-111/A21.11-90
B 464-89	Технические требования API	C-115/A21.15-88
B 466-86		C-150/A21.50-91
B 467-88	5L, 38-ое издание, 1990	C-151/A21.51-91
B 468-89	Сборники правил и стандарты ASME	
B 473-87		
B 547-88	Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением, 1992 издание, включая приложения	C-200-91
B 564-88		C-207-86
B 584-98A		C-208-89
B 608-88	B1.1-1989	
B 625-93	B1.13M-1995	C-300-89
B 649-93	B1.20.1-1983 (R92) (ANSI/ASME B1.20.1)	C-301-84
B 673-91	B16.1-1989	C-302-87
B 674-91	(ASME/ANSI B16.1)	
B 677-91	B16.3-1992	
B 729-87	B16.4-1992	

ССЫЛОЧНЫЕ СТАНДАРТЫ (продолжение)

Стандарты AWWA и ANSI/AWWA (продолжение)	Национальные сборники правил противопожарной защиты	Стандарт PFI
C-400-86 C-500-86 C-504-87 C-600-87 C-606-87	NFPA 8503-92 NFPA 1963-93	ES-16-94

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Дата, показанная сразу за дефисом после номера стандарта (например, B1.1-1989, A 36-89, Sp-6-90) является датой вступления в силу издания (редакции) этого стандарта. B18.2.2-1987 (R93) обозначает техническое требование, переутвержденное без изменений в 1993 году.
- (2). В отношении использования материала для внешнего трубопровода водогрейного котла смотрите параграф 123.2.2.

Технические требования и стандарты следующих организаций показаны в этом Приложении:

ANSI	American National Standards Institute 11 W 42nd Street New York, NY 10036 Телефон: 212 642-4900	AWWA	American Water Works Association 6666 W. Quincy Avenue Denver, CO 80235 Телефон: 303 794-7711
API	American Petroleum Institute 1220 L Street, NW Washington, DC 20005 Телефон: 202 682-8000	MSS	Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, Inc. 127 Park Street, NE Vienna, VA 22180 Телефон: 703 281-6613
ASME	The American Society of Mechanical Engineers Three Park Avenue New York, NY 10016-5990 ASME Order Department 22 Law Drive Box 2300 Fairfield, NJ 07007-2300 Телефон: 201 882-1167 Факс: 201 882-1717, 5155	NFPA	National Fire Protection Association 1 Batterymarch Park PO BOX 9101 Quincy, MA 02269-9101 Телефон: 617 770-3000 Факс: 617 770-0700
ASNT	American Society of Nondestructive Testing 1711 Arlingate Lane Columbus, OH 43228-0518 Phone: 614 274-6003 800-THE-ASME (US & Canada) PO BOX 28518	PFI	Pipe Fabrication Institute PO BOX 173 Springdale, PA 15144 Телефон : 412 274-4722
ASTM	American Society for Testing and Materials 100 Barr Harbor Drive West Conshohocken, PA 19428-2959 Телефон: 610 832-9585 Факс: 610 832-9555	PPI	Plastic Pipe Institute 1275 K Street, NW Suite 400 Washington, DC 20005 Телефон: 202 371-5200 Факс: 202 371-1022
AWS	American Welding Society 550 NW LeJeune Road PO BOX 351040 Miami, FL 33135 Телефон: 305 443-9353		

ПРИЛОЖЕНИЕ G. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.

Это Приложение является компиляцией условных обозначений, использованных в этом Сборнике. Включены определения и единицы измерения, которые могут применяться. Эти термины также определены в соответствующих местах в тексте Сборника. Когда они используются в тексте Сборника, предполагается, что применяются определения, данные здесь.

Символ	Определение	Единицы измерения		Ссылки	
		США	СИ	Параграф	Таблица/рисунок/ Приложение
A	Допуски на коррозию, эрозию и механические допуски (включая нарезку резьбы, желобление)	дюйм	миллиметр	104.1.2(A) (Уравнения.(3), (3A), (4), (4A)) 104.4.1(8) 104.5.2(8) 104.5.3(A) 104.3.1	...
Площадь, доступная для усиления:					
A ₁	в напорной трубе	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(D.2)	104.3.1(D) 104.3.1(G)
A ₂	в трубе патрубка	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(D.2)	104.3.1(D) 104.3.1(G)
A ₃	за счет наплавленного металла за пределами внешнего диаметра напорной трубы и патрубка и для прикрепления колец, подушек и седел с помощью угловых сварных швов	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(d.2)	104.3.1(D)
A ₄	за счет усилительных колец, подушек или интегрального усиления	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(D.2)	104.3.1(D) 104.3.1(G)
A ₅	в седле на прямоугольном присоединении	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(D.2)	104.3.1(D)
A ₇	Требуемая площадь усиления	кв. дюйм	кв. мм	104.3.1(D.2)	104.3.1(D) 104.3.1(G)
i	Индекс, указывающий на патрубок	....	....	104.3.1(D.2)	104.3.1(D)
c	Корректирующий коэффициент для фланцевого коленчатого патрубка	....	....	....	Таблица D-1 График D-2
C	Коэффициент холодной деформации	....	....	119.10.1 (Уравнения (9), (10))	....
C _x	Размер углового сварного шва для компонентов для муфтовой сварки, отличных от фланцев	дюйм	миллиметр	....	127.4.4(C)
d	Внутренний диаметр трубы	дюйм	миллиметр	104.1.2(A) (Уравнения (3A), (4A))	....
d ₁	Внутреннее продольное направление по осевой линии законченного отверстия под патрубок в напорной трубе	дюйм	миллиметр	....	104.3.1(D)
d ₂	Полуширина зоны усиления	дюйм	миллиметр	104.3.1(D.2)	104.3.1(D)
d ₅	Диаметр законченного отверстия	дюйм	миллиметр	104.4.1(C)	....
d ₆	Внутренний диаметр прокладки	дюйм	миллиметр	104.5.3(A)	....
d _b	Корродированный внутренний диаметр трубы патрубка	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)

Условные обозначения (продолжение)

Символ	Определение	Единицы измерения		Параграф	Ссылки Таблица/рисунок/ Приложение
		США	СИ		
d_c	Корродированный внутренний диаметр прессованного отвода	дюйм	миллиметр	102.3.1(G.4)	104.3.1(G)
d_n	Номинальный внутренний диаметр трубы	дюйм	миллиметр	102.3.2(D)	.....
d_r	Корродированный внутренний диаметр напорной трубы	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
D	Номинальный размер трубы	дюйм	миллиметр	119.7.1(A.3)	.....
D_n	Номинальный внешний диаметр трубы	дюйм	миллиметр	102.3.2(D)	.....
D_o	Внешний диаметр трубы	дюйм	миллиметр	102.3.2(D) 104.1.2(A) (Уравнения (3), (4)) 104.3.1(D.2) 104.8.1 (Уравнения (11a), (11b)) 104.8.2 (Уравнения (12a), (12b))	Приложение D
$D_{об}$	Внешний диаметр патрубка	дюйм	миллиметр	.....	Приложение D
E	Коэффициенты эффективности сварного соединения	.....	.....	104.1.2(A) (Уравнения (3), (3A), (4), (4A))	102.4.3 Приложение A Замечания к таблицам A-1 – A-4 и A-7
E	Модуль эластичности Янга (используется с индексом)	psi	кПа	119.6.2 119.6.4 119.10.1 (Уравнения (9), (10))	Приложение C
F	Коэффициент качества литья	.....	.....	104.1.2(A)	Приложение A Замечания к таблицам A-1 – A-7
f	Коэффициент уменьшения диапазона напряжения	.....	.....	102.3.2(C) 104.8.3. (Уравнения (13a), (13b))	102.3.2(C)
h	Индекс, указывающий на напорную трубу или коллектор	.....	.....	104.3.1 (D.2)	104.3.1(D)
h	Характеристика для расчета i , k	.....	.....	.....	Приложение D
h_o	Высота прессованной кромки	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
i	Коэффициент усиления напряжения	.....	.....	104.8.1 (Уравнения (11a), (11b)) 104.8.2 (Уравнения (12a), (12b)) 104.8.3 (Уравнения (13a), (13b))	Приложение D
k	Коэффициент для случайных нагрузок	.....	.....	104.8.2 (Уравнения (12a), (12b))	.....
k	Коэффициент гибкости	.....	.....	.....	Приложение D

Условные обозначения (продолжение)

Символ	Определение	Единицы измерения		Ссылки	
		США	СИ	Параграф	Таблица/рисунок/ Приложение
L	Осевая длина линейной оси	фут	метр	119.7.1(a.3)	....
L ₄	Высота зоны усиления вне напорной трубы	дюйм	миллиметр	104.3.1(D.2)	104.3.1(D)
L ₈	Высота зоны усиления для прессованного отвода	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104/3/1(G)
M	Момент сгибающей или крутящий силы (используется с индексами, чтобы определять случаи применения, как показано в ссылочных параграфах)	дюйм-фунт, фут-фунт	Н-мм	104.8.1 (Уравнения (11a), (11b)) 104.8.2 (Уравнения (12a), (12b)) 104.8.3 (Уравнения (13a), (13b)) 104.8.4	104.8.4
MAWP	Максимальное допустимое рабочее давление	psi	кПа	100.2	....
MSOP	Максимальное продолжительное рабочее давление	psi	кПа	101.2.2 102.2.3 122.1.1(B) 122.1.2(A) 102.3.2(C)	....
N	Эквивалентные полные температурные циклы	....	....	(Уравнение 2)	102.3.2(C)
N _n	Количество циклов более слабых изменений температуры, n=1, 2, ...	....	....	102.3.2(C)	....
N _E	Количество циклов полных изменений температуры	....	....	(Уравнение 2)	....
NPS	Номинальный размер трубы	дюйм	....	Общие положения	....
P	Внутреннее расчетное избыточное давление трубы, компонента	psi	кПа	101.2.2 102.3.2(D) 104.1.2(A) (Уравнения (3), (3A), (4), (4a)) 104.4.1(B) 104.5.1(A) 104.5.2(B) 104.5.3(A) (Уравнения (7)) 104.8.1. (Уравнения (11a), (11b)) 122.1.2(A) 122.1.3(A) 122.1.4(B) 122.1.6(B)	....
г	отношение частичной T к максимальной T (используется с индексом)	....	...	102.3.2(C)	....
г	Средний радиус трубы, использующей номинальную стенку t _n	дюйм	миллиметр	(Уравнения (2)) 104.3.3	Приложение D
г ₁	Полуширина зоны усиления	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
г _b	Средний радиус поперечного сечения патрубка	дюйм	миллиметр	104.8.4	....
г ₀	Радиус кривизны внешний искривленной части	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
г _x	Внешний радиус разветвления ввариваемых контурных вставок	дюйм	миллиметр	....	Приложение D
R	Момент реакции в анализе гибкости (используется с индексами)	дюйм-фунт, фут-фунт	Н-мм	119.10.1 (Уравнения (9), (10))	....

Символ	Определение	Единицы измерения		Ссылки	
		США	СИ	Параграф	Таблица/рисунок/ Приложение
R	Радиус по осевой линии коленчатого патрубка или колена, и эффективный "радиус" составного колена	дюйм	миллиметр	104.3.3(C.3.1)	Приложение D
s	Разнос составного колена по осевой линии трубы	дюйм	миллиметр	104.3.3(C.3.1)	Приложение D
S	Базовое допустимое напряжение материала	psi	МПа	102.3.1(A) 121.1.2(A) 122.1.3(A) 104.5.1(A)	Приложение A Замечания к Таблицам A-1 – A-7
S _a	Расчетное напряжение болта при атмосферной температуре	psi	кПа	104.5.1(A)	....
S _b	Расчетное напряжение болта при расчетной температуре	psi	кПа	104.5.1(A)	....
S _c	Базовое допустимое напряжение материала при минимальной (холодной) температуре	psi	МПа	102.3.2(C) (уравнение (1))	....
S _f	Допустимое напряжение для материала или трубы фланца	psi	кПа	104.5.1(A)	....
S _h	Базовое допустимое напряжение материала при максимальной (горячей) температуре	psi	МПа	102.3.2(C) 102.3.2(D) 104.8.1 (Уравнение (11a)) 104.8.2 (Уравнения (12a), (12b)) 119.10.1	....
S _{lp}	Продольное напряжение давления	psi	МПа	102.3.2(D) 104.8	....
S _A	Диапазон допустимого напряжения для напряжения расширения	psi	МПа	102.3.2(C) (Уравнение (1) 104.8.3 (Уравнения (13a), (13b))	....
S _E	Расчитанный диапазон напряжения термического расширения	psi	МПа	104.8.3 (Уравнение (13a), (13b)) 119.10.1 (Уравнение (10))	....
SE	Допустимое напряжение (включая коэффициент качества сварного соединения)	psi	МПа	102.3.1(A) 104.1.2(A) (Уравнения (3), (3A), (4), (4A)) 104.4.1(B) 104.5.2(B) (Уравнение (6)) 104.5.3(A) (Уравнение (7))	Приложение A
SF	Допустимое напряжение (включая коэффициент качества литья)	psi	МПа	104.1.2 (A)	
S _L	Продольное напряжение, вызванное давлением, весом и другими продолжительными нагрузками	psi	кПа	102.3.2(D) 104.8.1 (Уравнения (11A), (11B))	...
t	Толщина для проектирования по давлению трубы, компонентов (используется с индексами)	дюйм	миллиметр	104.1.2(A) (Уравнения (3), (3A), (4), (4A)) 104.3.1(D.2) 104.3.1(G.4) 104.3.3(C.3.1)	....

Условные обозначения (продолжение)

Символ	Определение	Единицы измерения		Ссылки	
		США	СИ	Параграф	Таблица/рисунок/ Приложение
				104.3.3(C.3.2) 104.4.1(B) 104.5.2(B) 104.5.3(A) (уравнение (7)) 104.8.1 104.8.4(C) 127.4.8(B) 132.3.2(E)	104.3.1(G) 104.5.3 127.4.8(D)
t_b	Требуемая толщина трубы патрубка	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
t_c	Толщина полезного вылета перекрывающего углового сварного шва, патрубковое присоединение	дюйм	миллиметр	127.4.8(B) 132.4.2(E)	127.4.8(D)
t_e	Эффективная толщина стенки патрубка	дюйм	миллиметр	104.8.4(C)	...
t_h	Требуемая толщина коллектора или напорной трубы	дюйм	миллиметр	104.3.1(G)	104.3.1(D) 104.3.1(G)
t_m	Минимальная требуемая толщина компонента, включая допуски (с) для механического соединения, коррозию и так далее (используется с индексом), а именно t_{mb} = минимальная толщина патрубка t_{mh} = минимальная толщина коллектора	дюйм	миллиметр	104.1.2(A) (уравнения (3), (3A), (4), (4A)) 104.3.1(D.2) 104.3.1(G) 104.3.1(G.4) 104.3.3(C.3.1) 104.3.3(C.3.2) 104.4.1(B) 104.5.2(B) (Уравнение (6)) 104.5.3(A)	127.4.2 104.3.1(D) 104.3.1(G)
t_n	Номинальная толщина стенки компонента (используется с индексом), а именно t_{nb} = номинальная толщина стенки патрубка t_{nh} = номинальная толщина стенки коллектора t_{nr} = номинальная толщина усиления	дюйм	миллиметр	102.3.2(D) 104.3.3 104.8.1 104.8.4 127.4.8(B) 132.4.2(E) 104.5.3(A)	127.4.4(B), (C) 127.4.8(D) Приложение D
t_p	Толщина для проектирования по давлению	дюйм	миллиметр	104.5.3(A) (Уравнение (7))	...
t_r	Толщина усилительной подушки или седла	дюйм	миллиметр	104.3.1(D.2) 127.4.8(B)	104.3.1(D) 127.4.8(D)
t_s	Толщина стенки сегмента или составного колена	дюйм	миллиметр	104.3.3(C.3)	Таблица D Приложение D
t_w	Толщина сварного шва	дюйм	миллиметр	104.3.1.(C.2)	127.4.8(F)
T	Толщина стенки трубы (измеренная или минимальная в соответствии со спецификацией заказа, используется с индексом или без него), а именно T_b = толщина патрубка T_h = толщина коллектора	дюйм	миллиметр	104.3.1(D.2) 104.3.1(G.4)	104.3.1(D) 104.3.1(G) Приложение D
T_c	Толщина разветвления ввариваемой контурной вставки	дюйм	миллиметр	....	Приложение D

Условные обозначения (продолжение)

Символ	Определение	Единицы измерения		Ссылки	
		США	СИ	Параграф	Таблица/рисунок/ Приложение
T_o	Корродированная обработанная толщина прессованного отвода	дюйм	миллиметр	104.3.1(G.4)	104.3.1(G)
U	Расстояние между якорями (длина прямой линии, соединяющей якоря)	фут	метр	119.7.1(A.3)	...
x_{min}	Размер углового сварного шва для съемных или муфтовых сварных фланцев или стенки муфты для муфтовых сварных швов	дюйм	миллиметр	...	127.4.4(B)
y	Коэффициент, имеющий значения, указанные в Таблице 104.1.2(A)	...	...	104.1.2 (Уравнения (3), (3A), (4), (4A))	104.1.2(A)
Y	Результирующая моментов, которые должны быть поглощены трубопроводом	...	...	119.7.1(A.3)	...
Z	Момент сопротивления сечения трубы	куб. дюйм	куб. мм	104.8.1. (Уравнения (11a), (11b)) 104.8.2. (Уравнения (12a), (12b)) 104.8.3. (Уравнения (13a), (13b))	104.8.4(C)
α	Угол между осями патрубка и напорной трубы	градус	градус	104.3.1(D.2)	104.3.1(D)
α	Угол конуса редуктора	градус	градус	...	Таблица D-1
β	Длина сегмента на разветвлении	дюйм	миллиметр	...	Приложение D
δ	Невыверенность или смещение	дюйм	миллиметр	127.3.1(C)	Приложение D
ΔT	Диапазон изменения температуры	°F	°C	102.3.2(C)	...
θ	Угол среза в ус	градус	градус	104.3.3	Приложение D
\geq	Равно или больше, чем	...	...	...	...
\leq	Равно или меньше, чем	...	...	...	...

ПРИЛОЖЕНИЕ Н. ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ.

Н-1. 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. Введение указывает, что "ответственностью владельца является выбор Раздела Сборника" для трубопроводной установки. Комитет не будет отвечать на запросы, касающиеся того, какой раздел Сборника должен использоваться для конкретной трубопроводной установки. ASME проводит политику, которая заключается в том, что оно не одобряет, не квалифицирует и 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.

Н-2. 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, необходимо изменение Сборника, рекомендуемый измененный текст должен быть приложен в дополнение к информации, оправдывающей такое изменение.

Н-3. 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

ПРИЛОЖЕНИЕ J. ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ДЛЯ ВНЕШНЕГО ТРУБОПРОВОДА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА (ВЕР).

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Это Приложение содержит требования к контролю качества, применимые к внешнему трубопроводу водогрейного котла. Следующее является той частью Приложения А-300 "Система контроля качества" Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел I, которая применима к ВЕР.

J-1.0. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА.

J-1.1. Общие положения.

J-1.1.1. Система контроля качества. Производитель или монтажник должны иметь и поддерживать систему контроля качества, которая будет гарантировать, что все требования Сборника, включая требования к материалам, проектированию, сборке, исследованию (проводимому Производителем) и осмотру водогрейных котлов и частей водогрейных котлов (проводимому уполномоченным инспектором) будут соблюдены. При условии, что требования Сборника правильно определены, система может включать положения по удовлетворению Производителем или пользователем любых требований, которые превышают минимальные требования Сборника, и может включать положения по контролю качества работ, которые лежат вне сферы действия Сборника. В таких системах, Производитель может делать изменения в частях системы, которые не влияют на требования Сборника, без одобрения со стороны уполномоченного инспектора. Перед внедрением, изменения систем контроля качества Производителя или сборщика предохранительных и предохранительных перепускных клапанов должны быть признаны приемлемыми для назначаемого должностного лица ASME, если такие изменения затрагивают требования Сборника.

Система, которую Производитель или монтажник использует, чтобы удовлетворять требованиям этого Раздела, должна быть подходящей для его собственных обстоятельств. Необходима сфера действия и схема системы должны зависеть от сложности выполняемой работы и размера и сложности организации Производителя (или монтажника). Письменное описание системы, которую Производитель или монтажник будет использовать для производства изделий, отвечающих требованиям Сборника, должно быть доступно для рассмотрения и оценки. В зависимости от обстоятельств, это описание может быть кратким или объемным.

Письменное описание может содержать информацию патентного характера, касающуюся процессов Производителя (или монтажника). Поэтому, Сборник не требует раскрытия такой информации, за исключением раскрытия перед Уполномоченным инспектором или назначаемым должностным лицом ASME.

Предполагается, что информация, полученная о системе во время ее оценки, будет считаться конфиденциальной, и что позаимствованные описания будут возвращены Производителю после завершения оценки.

J-1.2. Описание свойств, которые должны быть включены в письменное описание системы контроля качества.

Следующее, является общим руководством по некоторым свойствам, которые должны быть охвачены письменным описанием системы контроля качества, и которые равно применимы и к работе в цехе, и к работе в поле.

J-1.2.1. Полномочия и ответственность.

Полномочия и ответственность лиц, ответственных за систему контроля качества, должны быть четко определены. Лица, выполняющие функции контроля качества, должны иметь достаточную и хорошо определенную ответственность, полномочия и организационную свободу действия для идентификации проблем контроля качества и для инициирования, рекомендации и предложения решений.

J-1.2.2. Организация.

Схема организации, показывающая взаимоотношения между менеджментом и инжинирингом, закупками, производством, полевой сборкой, осмотром и контролем качества, должна отражать реальное положение вещей. Цель этой схемы – идентифицировать и связывать различные организационные группы с конкретной функцией, за которую они несут ответственность. Сборник не устанавливает посягать на право Производителя изменять любую форму организации, которую Производитель считает подходящей для своих работ, проводимых в рамках Сборника.

J-1.2.3. Чертежи, проектные расчеты и контроль технических требований.

Система контроля качества Производителя или монтажника должна обеспечивать процедуры, которые будут гарантировать, что самые последние версии применимых чертежей,

расчетов, технических спецификаций и инструкций, требуемых этим Сборником, а также уполномоченные изменения, используются для изготовления, сборки, исследования, осмотра и испытания.

J-1.2.3. Контроль материалов. Производитель или монтажник должны включать систему контроля при приемке, которая будет гарантировать, что полученный материал должным образом идентифицирован и имеет документацию, включая требуемые сертификаты материала или отчеты по испытанию материала, чтобы удовлетворять требования Сборника в состоянии заказа. Система контроля материалов должна гарантировать, что только заранее намеченный материал используется в конструкциях, создаваемых в соответствии с этим Сборником.

J-1.2.5. Программа исследования и осмотра. Система контроля качества Производителя должна описывать операции изготовления и сборки, включая исследования, достаточно для того, чтобы уполномоченный инспектор мог определить, на каких стадиях должны выполняться конкретные осмотры.

J-1.2.6. Коррекция несоответствий. Должна иметься система, согласованная с уполномоченным инспектором, для коррекции несоответствий. Несоответствие – это состояние (условие), которое не отвечает применимым правилам этого Сборника. Несоответствия должны быть исправлены или исключены каким-либо образом до того, как заверченный компонент может быть признан отвечающим требованиям этого Раздела.

J-1.2.7. Сварка. Система контроля качества должна включать положения для указания на то, что сварка отвечает требованиям Раздела IX, а также требованиям этого Раздела.

J-1.2.8. Исследование неразрушающими методами. Система контроля качества должна включать положения для идентификации процедур исследования неразрушающими методами, которые Производитель будет применять, чтобы отвечать требованиям этого Раздела.

J-1.2.9. Термическая обработка. Система контроля качества должна обеспечивать контроль за тем, что применяется термическая обработка, требуемая правилами данного Раздела. Должны быть указаны средства, с помощью которых уполномоченный инспектор может убедиться, что требования по термической обработке, указанные в Сборнике, выполнены. Это может быть просмотром отчетов по продолжительности-температуре обработки в печи или может использоваться другой метод в зависимости от применимости.

J-1.2.10. Калибровка оборудования для измерений и испытаний. Производитель или монтажник должны иметь систему для калибровки оборудования для исследований, замеров и испытаний, которое используется для выполнения требований этого Раздела.

J-1.2.11. Сохранение отчетов. Производитель или монтажник должны иметь систему для ведения и

сохранения радиографий и отчетов по данным, как это требуется в этом Разделе.

J-1.2.12. Образцы бланков. Бланки, используемые в системе контроля качества, и любые детальные процедуры их использования должны быть доступны для ознакомления. Письменное описание должно делать необходимые ссылки на такие бланки.

J-1.2.13. Осмотр водогрейных котлов и частей водогрейных котлов.

J-1.2.13.1. Осмотр водогрейных котлов и частей водогрейных котлов должен проводиться уполномоченным инспектором, описанным в PG-91.

J-1.2.13.2. Письменное описание системы контроля качества должно включать ссылку на уполномоченного инспектора.

J-1.2.13.2.1. Производитель (или монтажник) должны предоставить уполномоченному инспектору, на заводе Производителя (или на строительной площадке) письменное описание или применимую систему контроля качества.

J-1.2.13.2.2. Система контроля качества Производителя должна предусматривать для уполномоченного инспектора на заводе Производителя доступ ко всем чертежам, расчетам, техническим спецификациям, процедурам, операционным картам технологического процесса, процедурам ремонта, отчетам, результатам испытаний и любым другим документам, необходимым Инспектору для выполнения им своих обязанностей, в соответствии с этим Разделом. Производитель может обеспечивать такой доступ либо к своим собственным файлам таких документов, либо предоставить Инспектору копии документов.

J-1.2.14. Осмотр предохранительных и предохранительных перепускных клапанов.

J-1.2.14.1. Осмотр предохранительных и предохранительных перепускных клапанов должен проводиться уполномоченным представителем ASME, как описано в PG-73.3.

J-1.2.14.2. Письменное описание системы контроля качества должно включать ссылку на назначаемое должностное лицо ASME.

J-1.2.14.2.1. Производитель (или сборщик) клапана должны предоставить, назначаемому должностному лицу ASME на заводе Производителя, текущую копию письменного описания применимой системы контроля качества.

J-1.2.14.2.2. Система контроля качества Производителя (или сборщика) клапана должна предусматривать, для назначаемого должностного лица ASME, доступ ко всем чертежам, расчетам, техническим спецификациям, процедурам, операционным картам технологического процесса, процедурам ремонта, отчетам, результатам испытаний и любым другим документам, необходимым назначаемому должностному лицу для выполнения им своих обязанностей, в соответствии с этим Разделом. Производитель может обеспечивать такой доступ, либо к своим собственным файлам таких документов, либо предоставить назначаемому должностному лицу копии документов.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ II. ПРАВИЛА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

ASME B31.1 содержит правила, регулирующие проектирование, изготовление, материалы, монтаж и исследование систем энергетических трубопроводов. Опыт прошедших лет показал, что эти правила могут разумно применяться к установкам предохранительных клапанов. Тем не менее, были случаи, когда проектирование установок предохранительных клапанов не могло должным образом и полностью применять правила ASME B31.1. Поэтому это необязательное приложение к ASME B31.1 было подготовлено, чтобы проиллюстрировать и прояснить применение правил ASME B31.1 для установок предохранительных клапанов. С этой целью, Приложение II дает проектировщику общее руководство и альтернативные методы проектирования.

II-1.0. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ.

II-1.1. Сфера применения.

Сфера применения Приложения II ограничена проектированием установок предохранительных клапанов, как определено в параграфе 1.2 этого Приложения. Нагрузки, действующие на станцию предохранительного клапана, будут влиять на сгибающие моменты и напряжения в целой трубопроводной системе, вплоть до ее якорей и/или оконечностей, и ответственностью проектировщика является учет таких нагрузок. Приложение II, однако, касается, прежде всего, установок предохранительных клапанов, а не целой трубопроводной системы.

Проектирование установки предохранительного клапана требует уделять особое внимание следующим моментам:

- (1) всем нагрузкам, действующим на систему;
- (2) силам и сгибающим моментам в трубопроводе и компонентах трубопровода, которые возникают в результате таких нагрузок;
- (3) критериям нагрузок и напряжений, и
- (4) общим практикам проектирования.

Все компоненты в установке предохранительного клапана должны быть рассмотрены и учтены, включая целую трубопроводную систему, присоединение к главному коллектору, предохранительный клапан, фланцы клапана и труб, разгрузочный или вентиляционный трубопровод, вниз по потоку, и опоры системы. Сфера действия этого Приложения нацелена на то, чтобы охватывать все нагрузки на все компоненты. Предполагается, что предохранительный клапан отвечает требованиям Американских национальных стандартов, предписанных ASME B31.1 для структурной целостности.

Это Приложение применяется, либо к предохранительным, либо к перепускным, либо к предохранительным перепускным клапанам. Для удобства, тем не менее, устройство защиты от избыточного давления, обычно, называется предохранительным клапаном. Нагрузки, связанные с работой перепускного или предохранительного перепускного клапана могут значительно отличаться от нагрузок, связанных с работой предохранительного клапана, но если этого нет, то правила, содержащиеся здесь, в равной степени применимы к каждому типу клапанов. Смотрите определения в параграфе II-1.2.

Это Приложение предлагает аналитические схемы и схемы для описания условных обозначений, в помощь проектировщику, но не имеет целью показывать реальные схемы размещения и устройства (водоспуск, каплеуловители, подвески, воздушные промежутки, фланцы, сварные торцы и другие подробности проектов не показаны). Примерные задачи были приведены в конце текста, чтобы помочь проектировщику понять применение правил этого Приложения.

II-1.2. Определения (определения клапанов соответствуют определениям, данным в Разделе I Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME).

Предохранительный клапан: автоматическое устройство сброса давления, приводимое в действие статическим давлением перед клапаном и характеризуемое полностью открывающимся проходом. Используется с газом или паром.

Перепускной клапан: автоматическое устройство сброса давления, приводимое статическим давлением перед клапаном, который открывается все сильнее при увеличении давления сверх давления, необходимого для открывания клапана. Используется в первую очередь с жидкостями.

Предохранительный перепускной клапан: автоматическое устройство для сброса давления, приводимое в действие давлением, пригодное для использования, как предохранительный клапан, или как перепускной клапан, в зависимости от условий эксплуатации.

Клапан сброса давления с приводом: устройство сброса давления, чьи движения на открытие или закрытие полностью контролируются источником энергии (электричеством, воздухом, паром,

гидравликой). Клапан может разгружаться в атмосферу или в контейнер, находящийся под более низким давлением. На разгрузочную мощность могут влиять условия за клапаном и такие эффекты должны приниматься во внимание. Если клапаны сброса давления с приводом также переводятся в соответствующее положение в ответ на другие управляющие сигналы, управляющий сигнал для предотвращения избыточного давления должен реагировать только на давление и должен иметь приоритет перед любой другой функцией управления.

Установка с открытой разгрузкой: установка, в которой среда разгружается непосредственно в атмосферу или в вентиляционную трубу, которая отсоединена от предохранительного клапана. Рисунок II-1-2(A) показывает типичную установку с открытой разгрузкой с коленчатым патрубком, установленным на разгрузке клапана, чтобы направлять поток в вентиляционную трубу. Значения для l и m на рисунке II-1-2(A) являются верхними пределами, для которых могут использоваться правила для систем с открытой разгрузкой. l должно ограничиваться значением меньшим или равным $4D_o$; m должно ограничиваться значением меньшим или равным $6D_o$, где D_o – внешний диаметр разгрузочной трубы. Системы с открытой разгрузкой, которые не отвечают этим ограничительным требованиям, должны оцениваться проектировщиком на применимость этих правил.

Установка с закрытой разгрузкой: установка, в которой сброс переносится на удаленный участок разгрузочной трубой, которая присоединена непосредственно к предохранительному клапану. Рисунок II-1-2(B) показывает типичную часть системы с закрытой разгрузкой.

Установка предохранительного клапана: установка предохранительного клапана определяется, как та часть системы, которая показана на Рисунках II-1-2(A) и II-1-2(B). Она включает напорную трубу, патрубковое присоединение, впускную трубу, клапан, разгрузочный трубопровод и вентиляционную трубу. Она также включает компоненты, используемые для опоры системы против всех статических и динамических нагрузок.

II-2.0. НАГРУЗКИ.

II-2.1. Термическое расширение.

Нагрузки, действующие на компоненты в установке предохранительного клапана, и смещения в различных точках, вызванные термическим расширением трубопровода, должны определяться с помощью анализа полной трубопроводной системы, вплоть до ее якорей, в соответствии с процедурами параграфа 119.

II-2.1.1. Установки с открытой разгрузкой. Для установок предохранительного клапана с открытой разгрузкой, не должно быть никаких нагрузок термического расширения, действующих на разгрузочный коленчатый патрубок, клапан или на впускные трубы клапана, отличных от нагрузок со

стороны сжатия против термического расширения, как описано ниже. Сжатие против термического расширения, может иногда иметь место из-за водоспускных труб, или когда устраиваются структурные опоры для переноса сил реакции, связанных с подъемом предохранительного клапана. Примеры таких структурных опор показаны на Рисунке II-6-1 схема (b). Когда имеется такое сжатие, нагрузки и напряжения термического расширения должны быть рассчитаны, а их влияние оценено.

II-2.1.2. Установки с закрытой разгрузкой. Нагрузки, вызываемые термическим расширением и противодействием установки предохранительного клапана с закрытой разгрузкой, могут быть достаточно большими, чтобы вызвать неправильную работу клапана, избыточные утечки из клапана или фланца или перенапряжение других компонентов. Нагрузки, вызванные термическим расширением, должны быть оценены для всех существенных температурных комбинаций, включая случаи, когда разгрузочная труба нагревается после срабатывания предохранительного клапана.

II-2.2. Давление.

Нагрузки давления, действующие на установку предохранительного клапана, важны по двум основным соображениям. Во-первых, давление, действующее на стенки установки предохранительного клапана, могут вызвать цепное напряжение, которое могло бы привести к разрыву деталей, удерживающих давление. Во-вторых, эффекты давления, связанные с разгрузкой, могут вызвать большие нагрузки, действующие на систему, которые создают сгибающие моменты в трубопроводной системе. Эти эффекты давления рассмотрены в параграфе II-2.3.

Все детали установки предохранительного клапана должны проектироваться так, чтобы выдерживать расчетное давление, без превышения напряжений, допустимых этим Сборником. Патрубковое присоединение, впускная труба и впускные фланцы должны проектироваться на такое же расчетное давление, что и напорная труба. Расчетное давление системы разгрузки будет зависеть от номинального показателя предохранительного клапана и конфигурации разгрузочного трубопровода. Установка с открытой разгрузкой и установка с закрытой разгрузкой представляют собой несколько различные проблемы, при определении расчетных давлений, и эти проблемы обсуждаются в параграфах, приведенных ниже.

II-2.2.1. Расчетное давление и скорость для разгрузочных колен и вентиляционных труб установок с открытой разгрузкой. Имеется несколько методов для проектировщика, чтобы определить расчетное давление и скорость в разгрузочном колене и вентиляционной трубе. Ответственностью проектировщика является убедиться, что используемый метод выдает консервативные результаты. Метод для определения расчетного давления и скорости в разгрузочном колене и вентиляционной трубе установки

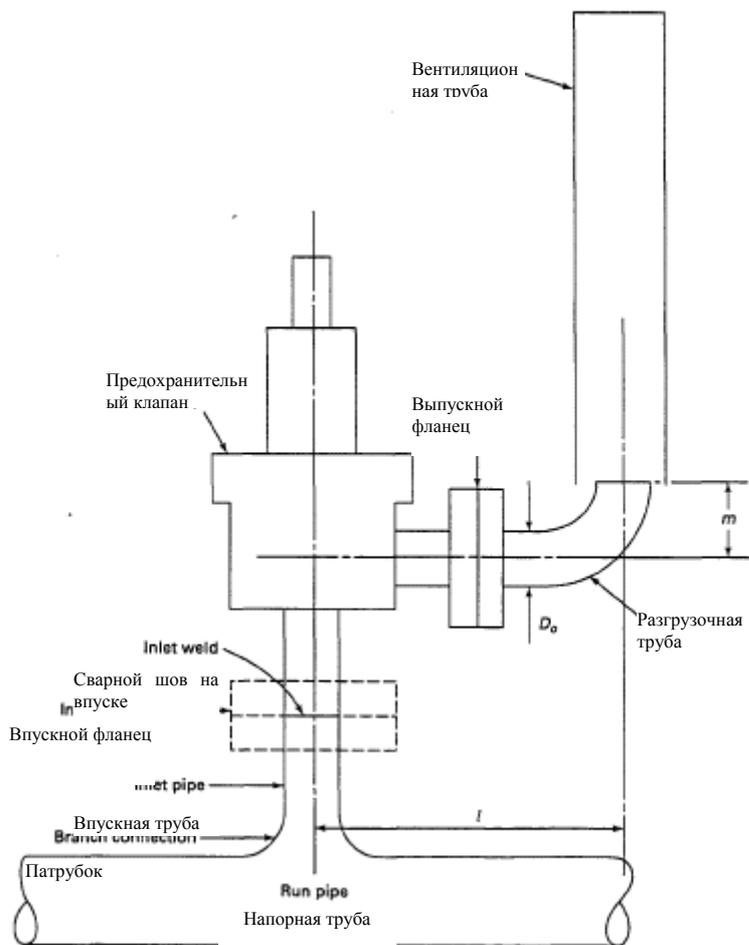


Рисунок II-1-2(А). Установка предохранительного клапана (система с открытой разгрузкой).

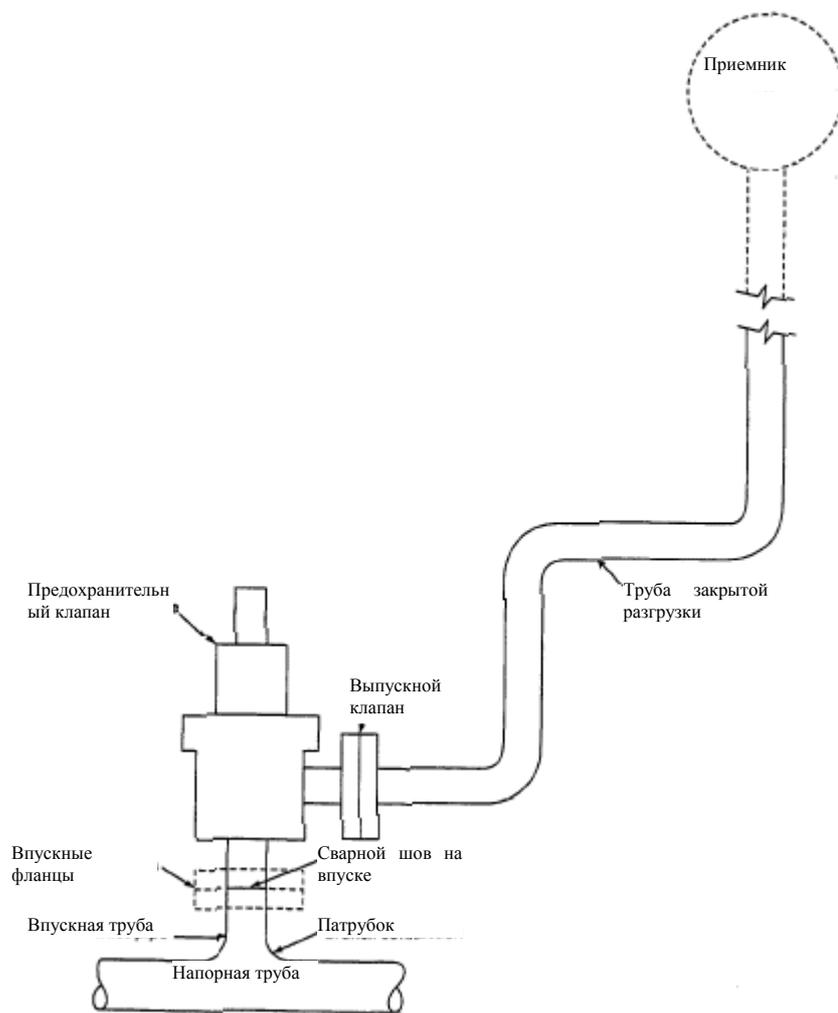


Рисунок П-1-2(В). Установка предохранительного клапана (система с закрытой разгрузкой).

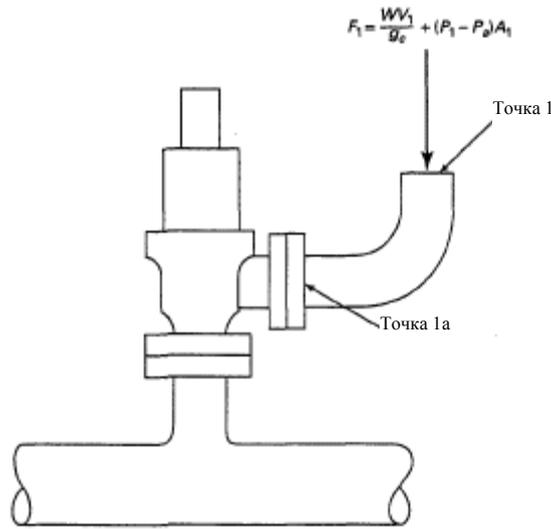


Рисунок II-2-1.

с открытой разгрузкой показана внизу и проиллюстрирована на примере.

Сначала, рассчитаем расчетное давление и скорость для разгрузочного колена.

(1). Определяем давление P_1 , которое существует на выходе разгрузочного колена (Рисунок II-2-1)

$$P_1 = \frac{W}{A_1} \frac{(b-1)}{b} \sqrt{\frac{2(h_0 - a)J}{g_c(2b-1)}}$$

(2). Определяем скорость V_1 , которая существует на выходе разгрузочного колена (Рисунок II-2-1)

$$V_1 = \sqrt{\frac{2g_c J (h_0 - a)}{(2b - 1)}}$$

где:

W = реальный расход массы, фунт массы/секунда;

A_1 = площадь разгрузочного колена, квадратных дюймов;

h_0 = критическая энтальпия на впуске в предохранительный клапан, Вту/фунт массы;

$J = 778.16$ футо-фунт силы/Вту;

g_c = гравитационная константа = 32.2 фунт массы-фут/фунт силы-секунда²

P_1 = давление, psia (фунт силы/кв. дюйм, абсолютное);

V_1 = фут/секунда.

Таблица II-2.2.1.

Состояние пара	a, Вту/фунт массы	b
Влажный пар, < 90% качества	291	11
Насыщенный пар, ≥ 90% качества, 15 psia ≤ P ₁ ≤ 1000 psia	823	4.33
Насыщенный пар, ≥ 90% качества, 1000 psia < P ₁ ≤ 2000 psia ¹	831	4.33

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1) Этот метод может использоваться как аппроксимация для давлений больших 2000 psi, но альтернативный метод должен использоваться для проверки

Величины a и b приведены в Таблице II-2.2.1.

(3). Определяем давление на впуске из предохранительного клапана P_{1a} на впуске в разгрузочное колено. (Рисунок II-2-1):

(3.1). Определяем отношение длины к диаметру (безразмерная величина) для участков трубы в разгрузочном колене (L/D)

$$L/D = \frac{L_{max}}{D}$$

(3.2). Определяем коэффициент трения Дарси-Вайсбаха f , который должен использоваться. (Для пара значение 0.013 может использоваться как хорошая оценка, так как f будет слегка варьироваться в турбулентном потоке в трубе.);

(3.3). Определяем отношение удельной теплоемкости (для перенасыщенного пара, $k = 1.3$ может использоваться как оценка – для насыщенного пара $k = 1.1$);

(3.4). Рассчитываем:

$$f \left(\frac{L_{\max}}{D} \right)$$

(3.5). Подставляем в График II-1 значение

$$f \left(\frac{L_{\max}}{D} \right)$$

и определяем P/P^* .

(3.6). $P_{1a} = P_1 (P/P^*)$;

(3.7). P_{1a} является максимальным эксплуатационным давлением для разгрузочного колена.

Во-вторых, определяем расчетное давление и скорость для вентиляционной трубы.

(1). Определяем давление P_3 , которое существует на выходе вентиляционной трубы (Рисунок II-2-2).

$$P_3 = P_1 \left(\frac{A_1}{A_3} \right)$$

(2). Определяем скорость V_3 , которая существует на выходе вентиляционной трубы (Рисунок II-2-2)

$$V_3 = V_1$$

(3). Повторяем шаги (3.1) – (3.7), указанные в расчете максимального эксплуатационного давления разгрузочного колена, чтобы определить максимальное эксплуатационное давление вентиляционной трубы.

(4). Определяем скорость V_2 и давление P_2 , которые существуют на входе в вентиляционную трубу (Рисунок II-2-2).

(4.1). Подставляем в График II-1² значение

$$f \left(\frac{L_{\max}}{D} \right)$$

из шага (3.4) и определяем значение V/V^* и P/P^* .

(4.2). Рассчитываем V_2

$$V_2 = V_3 (V/V^*)$$

(4.3). $P_2, P_2 = P_3 (P/P^*)$. Это является наибольшим давлением, которому будет подвергаться вентиляционный стояк, и которое должно использоваться при расчете обратного удара в вентиляционной трубе (смотрите параграф II-2.3.1.2).

II-2.2.2. Давление для установок с закрытой разгрузкой. Давления в закрытой разгрузочной трубе, во время потока стабильного состояния, может определяться с помощью методов, описанных в параграфе II-2.2.1. Однако, когда разгрузка

предохранительного клапана присоединена к относительно длинному пролету трубы и неожиданно открывается, имеется период переходного течения до тех пор, пока не будет достигнуто состояние разгрузки стабильного состояния. Во время переходного периода, давление и поток не будут единообразными. Когда предохранительный клапан начинает открываться, разгрузочная труба может быть заполнена воздухом. Если предохранительный клапан используется в паровой системе, разгрузка пара из клапана должна выдувать воздух из трубы до того, как будет установлен поток пара стабильного состояния, и по мере того, как давление возрастает на выпускном фланце клапана, и волны начинают переходить в разгрузочную трубу, волна давления, сначала выходящая из клапана, будет становиться все круче с ее распространением, и может превратиться в ударную волну до того, как достигнет выхода. Из-за этого, рекомендуется, чтобы расчетное давление закрытой разгрузочной трубы было больше, чем эксплуатационное давление стабильного состояния, по крайней мере, в 2 раза.

II-2.3. Силы реакции, возникающие из-за разгрузки клапана.

Ответственностью проектировщика трубопроводной системы является определение сил реакции, связанных с разгрузкой клапана. Эти силы могут создавать сгибающие моменты, в различных точках в трубопроводной системе, настолько большие, что они могут вызвать катастрофическую аварию деталей на границе давления. Так как, величина этих сил может существенно варьироваться в зависимости от типа разгрузочной системы, каждый тип системы обсуждается в параграфах ниже.

II-2.3.1. Силы реакции с системами открытой разгрузки.

II-2.3.1.1. Разгрузочное колено. Сила реакции F , вызванная потоком стабильного состояния после открытия предохранительного клапана, включает как эффекты импульса, так и эффекты давления. Прилагаемая сила реакции показана на Рисунке II-2-1 и может рассчитываться с помощью следующего уравнения:

² График II-2 может продолжаться для других значений $f (L_{\max}/d)$, с помощью газовых таблиц Кинана и Кайя для линий Фанно. Коэффициент трения Дарси-Вайсбаха используется в Графике II-1, поскольку газовые таблицы используют коэффициент Фаннинга, который равен одной четвертой значения коэффициента Дарси-Вайсбаха.

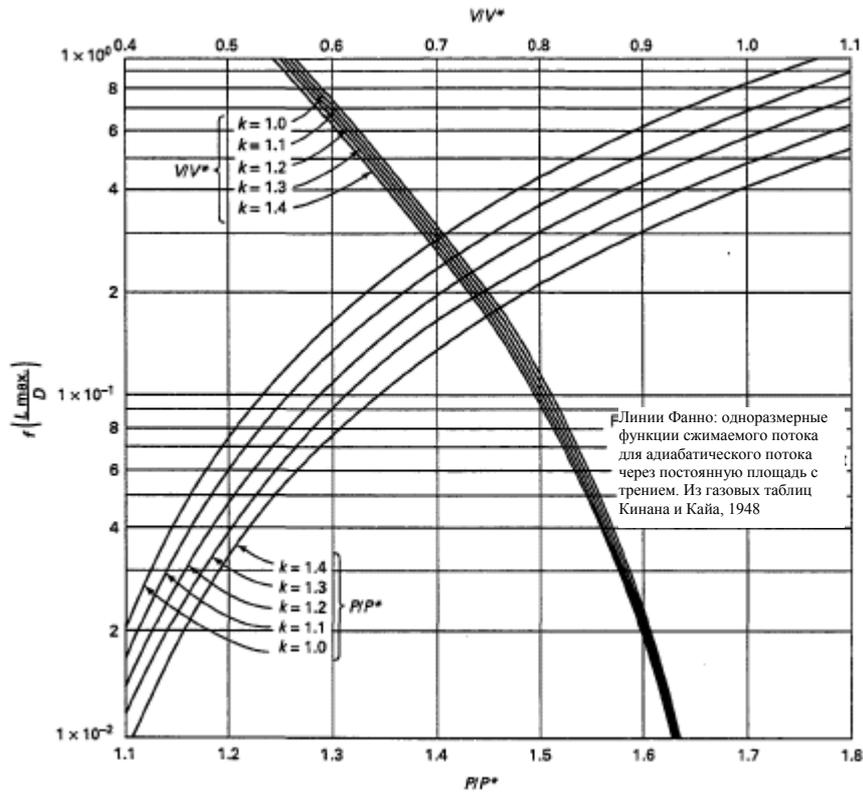


График II-1

$$F_1 = \frac{W}{g_c} V_1 + (P_1 - P_a) A_1$$

где:

- F_1 = сила реакции, фунт силы в точке 1;
- W = расходы массы, (мощность сброса, указанная на клапане, умноженная на 1.11), фунт массы/секунда;
- g_c = гравитационная постоянная
= 32.3 фунт массы-фут/фунт силы-сек²
- V_1 = скорость на выходе в точке 1, фут/секунда;
- P_1 = статическое давление в точке 1, psia;
- A_1 = площадь потока на выходе в точке 1, квадратный дюйм;
- P_a = атмосферное давление, psia.

Чтобы гарантировать учет эффектов неожиданно приложенной силы F , должен быть применен коэффициент динамической нагрузки DLF (смотрите параграф II-3.5.1.3).

Методы расчета скоростей и давлений на точке выхода разгрузочного колена такие же, как те, что

были обсуждены в параграфе II-2.2 этого Приложения.

II-2.3.1.2. Вентиляционная труба. Рисунок II-2-2 показывает внешние силы, получающиеся в результате разгрузки предохранительного клапана, которые действуют на вентиляционную трубу. Методы расчета F_2 и F_3 такие же, как те, что были описаны ранее. Якорь вентиляционной трубы и система ограничителей должны быть способными принимать моменты, вызванные этими двумя силами, а также должны быть способны выдерживать несбалансированные силы в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Наклон вентиляционной трубы будет приводить к потоку, который не является вертикальным. Показанные уравнения основываются на вертикальном потоке. Чтобы учесть эффект наклона на выходе, сила на выходе будет действовать под углом ϕ .

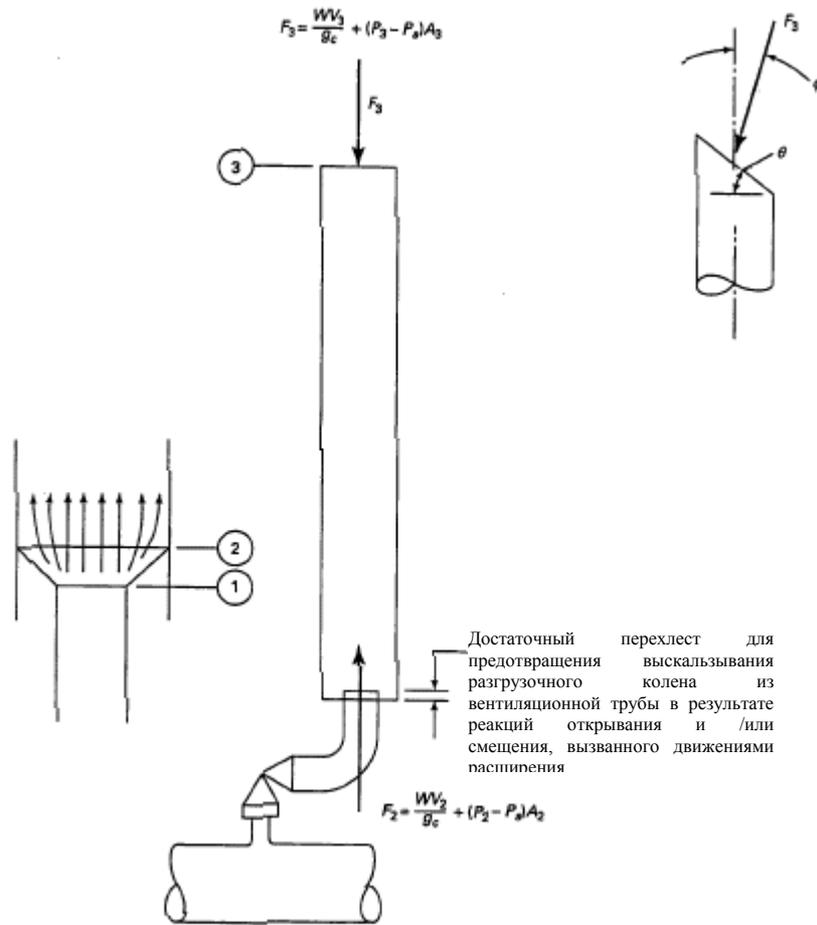


Рисунок II-2-2.

с осью разгрузки вентиляционной трубы, который является функцией угла наклона θ . Наклоненный верх вентиляционной трубы отклоняет струю на, примерно, 30 градусов от вертикали для угла наклона 60 градусов, и это будет вызвать горизонтальную силу компонента в системе вентиляционной трубы.

Слагаемые в уравнениях, показанных на Рисунке II-2-2, такие же, как те, что определены в параграфе II-2.3.1, выше.

Вентиляционная труба должна выбираться по размеру так, чтобы пар не отскакивал обратно на входе в вентиляционную линию. Критерии, которые могут использоваться как руководство для предотвращения такого состояния, перечислены ниже.

$$\frac{W(V_1 - V_2)}{g_c} > (P_2 - P_a)A_2 - (P_1 - P_a)A_1$$

P_a = стандартное атмосферное давление, psia;

W = расходы массы, фунт массы/секунда;

V = скорость, фут/секунда;

P_1, P_2 = локальное абсолютное давление, psia;

A = площадь, квадратный дюйм;

g_c = гравитационная постоянная

$$= 32.2 \text{ фунт массы-фут/фунт силы-сек}^2$$

Неравенство указывает на то, что импульс в точке 1 должен быть больше, чем импульс в точке 2 для того, чтобы воздух выводился в вентиляционную трубу. Если бы импульс в точке 1 был равен импульсу в точке 2, то воздух не смог бы выводиться в вентиляционную трубу. Если бы импульс в точке 1 был меньше, чем импульс в точке 2, то пар "выдувался" бы обратно из вентиляционной трубы.

Выхлопной эффект вентиляционной трубы особенно важен для установок предохранительных клапанов, находящихся в помещении. Пар, вентилируемый из верхней части во время работы предохранительного клапана, будет удаляться из этого участка через вентиляционную трубу. По этой причине импульс среды в точке 1 должен превышать импульс среды в точке 2, а не только должен быть равен ему.

Если это неравенство удовлетворено, "отскакивание" не будет иметь место. Давления и скорости такие же, как те, что были рассчитаны в параграфе II-2.2.1.

II-2.3.2. Силы реакции с системами закрытой разгрузки. Когда предохранительные клапаны разгружаются в закрытую трубопроводную систему, силы, действующие на трубопроводную систему при потоке стабильного состояния, будут самоуравновешенными и не будут создавать существенных изгибающих моментов в трубопроводной системе. Большие силы стабильного состояния будут действовать только на точку разгрузки, а величину этой силы можно, определить, как описано для систем с открытой разгрузкой.

Перепускные клапаны, разгружающиеся в закрытую трубопроводную систему, создают мгновенные несбалансированные силы, которые действуют на

трубопроводную систему во время первых нескольких миллисекунд, следующих за подъемом перепускного клапана. Волны давления, проходящие через трубопроводную систему после быстрого открывания предохранительного клапана, будут вызывать сгибающие моменты в разгрузочном трубопроводе предохранительного клапана и в оставшейся части трубопроводной системы. В таком случае проектировщик должен рассчитать величину таких нагрузок и провести соответствующую оценку их влияния.

II-2.4. Другие механические нагрузки.

Другие механические нагрузки, которые должны быть учтены проектировщиком трубопровода, включают следующее:

II-2.4.1. Нагрузки взаимодействия на пролет трубы, когда открывается больше одного клапана.

II-2.4.2. Нагрузки, вызванные землетрясением и/или вибрацией трубопроводной системы.

II-3.0. РАСЧЕТ СГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ.

II-3.1. Общие положения.

Один из самых важных вопросов, связанных с механическим проектированием и анализом установки предохранительного клапана, это идентификация и расчет моментов в критических точках в установке. Если сгибающие моменты рассчитаны неправильно, будет невозможно удовлетворить критерии по нагрузкам и напряжениям, содержащиеся в ASME B31.1. Как минимум, следующие нагрузки, ранее обсужденные в параграфе II-2.0 этого Приложения, должны быть учтены при определении этих моментов:

- (1) термическое расширение;
- (2) собственный вес;
- (3) Землетрясение;
- (4) сила реакции в результате разгрузки клапана;
- (5) другие механические нагрузки.

Анализ установки предохранительного клапана должен включать все критические участки, такие как точки пересечения, колена, переходные участки и так далее, и любые связанные трубы, сосуды и их опоры, которые могут взаимодействовать с установкой предохранительного клапана. Часто наиболее подходящий вариант – моделировать установку предохранительного клапана и связанный с ней трубопровод, как систему сосредоточенной массы, соединенную прямыми или искривленными элементами.

II-3.2. Анализ термического расширения.

Имеется много стандартных и приемлемых методов определения моментов, вызванных термическим расширением трубопроводной установки. Анализ термического расширения должен отвечать требованиям параграфа

119.

Установка предохранительного клапана часто является особой проблемой, в которой может быть большое количество режимов эксплуатации, которые должны быть рассмотрены, и каждый режим представляет собой различную комбинацию температур в различных участках трубопроводной системы. Расчетные условия должны выбираться такими, чтобы ни один эксплуатационный режим не представлял собой условие, которое создает сгибающие моменты термического расширения большие, чем расчетное условие.

Проектирование установки предохранительного клапана должно учитывать дифференциальный термический рост и нагрузки расширения, а также локальные эффекты усиления и опор. Проект должен, также, учитывать дифференциальный термический рост и нагрузки расширения, существующие после работы любой комбинации предохранительных клапанов (от одного клапана до всех клапанов), которая поднимает температуру разгрузочного трубопровода.

II-3.3. Анализ собственного веса.

Методы, используемые для определения сгибающих моментов, вызванных собственным весом, в установке предохранительного клапана, не отличаются от методов, используемых для любых других трубопроводных установок. Если система опор удовлетворяет требованиям параграфа 121, сгибающие моменты, вызванные собственным весом, могут предполагаться равными $1500Z$ (дюйм-фунт), где: Z – это момент сопротивления сечения (кубических дюймов) рассматриваемой трубы или фитинга. Однако, сгибающие моменты, вызванные собственным весом, легко определяются и должны всегда рассчитываться в системах, в которых напряжение превышает 90% от пределов допустимого напряжения, при удовлетворении требований Уравнений (11) и (12) параграфа 104.8.

II-3.4. Анализ землетрясений.

Сейсмические нагрузки должны быть известными, чтобы рассчитывать сгибающие моменты в критических точках установки предохранительного клапана. Если существует проектная спецификация, она должна указывать, должна ли трубопроводная система проектироваться с учетом землетрясения. Если да, то она должна указывать величину землетрясения, условия на заводе, при которых предполагается возникновение землетрясения, и тип анализа землетрясения, который должен использоваться (эквивалентный статический или динамический). Если проектной спецификации не существует, то ответственностью проектировщика является определение того, что должно учитываться при анализе землетрясения. В сферу действия данного Приложения не входит обеспечение правил для расчета моментов, вызванных землетрясением. Литература содержит удовлетворительные ссылки для определения моментов с использованием статических сейсмических коэффициентов, а также ссылки на то, как проводить более сложные динамические анализы трубопроводных систем с использованием таких входящих данных, как динамика изменения смещения, скорости и ускорения или спектр реакций, когда смещение, скорость или ускорение представляются как функция частоты.

Происходят два типа сейсмических сгибающих моментов. Один тип вызывается инерционными эффектами, а другой тип вызывается сейсмическими движениями трубных якорей и других креплений. Как будет показано далее, моменты, вызванные инерционными эффектами, должны учитываться в уравнении (12), параграф 104.8, в категории kS_H . Моменты, вызванные сейсмическими движениями креплений, могут объединяться с напряжением термического расширения и учитываться в уравнении (13), параграф 104.8, в категории S_A . По этой причине, иногда может быть оправдано то, что проектировщик рассматривает эти моменты отдельно; в противном случае оба набора моментов должны быть включены в категорию kS_H .

II-3.5. Анализ сил реакции, вызванных разгрузкой клапана.

II-3.5.1. Системы открытой разгрузки.

II-3.5.1.1. Моменты, вызванные силами реакции клапана, могут рассчитываться простым умножением силы, рассчитанной как описано в параграфе II-2.3.1.1, на расстояние от рассматриваемой точки в трубопроводной системе и на подходящий коэффициент динамической нагрузки. Ни в коем случае, момент реакции, используемый в параграфе II-4.2 на патрубковом присоединении ниже клапана, не должен браться меньше, чем произведение:

$$(DLF)(F_1)(D)$$

где:

F_1 = сила, рассчитанная согласно параграфу II-2.3.1.1;

D = номинальный внешний диаметр впускной трубы;

DLF = коэффициент динамической нагрузки (смотрите параграф II-3.5.1.3).

Должны быть учтены эффекты силы реакции и результирующего момента на коллектор, опоры и форсунки для каждого продувочного клапана или каждой комбинации продувочных клапанов.

II-3.5.1.2. Схемы с несколькими клапанами. Влияние силы реакции и момента на напорную трубу, коллектор, опоры, сосуд и соединительные форсунки для каждого работающего клапана, а когда приемлемо, для комбинаций работающих клапанов, должно быть учтено. В схемах с несколькими клапанами, каждый клапан будет открываться в свое время и так, как нельзя требовать, чтобы все клапаны открывались во время переходного периода избыточного давления, могут существовать несколько возможных комбинаций сил. Возможно, будет желательно изменить направление разгрузки нескольких предохранительных клапанов на одном и том же коллекторе, чтобы снизить максимально возможные силы, возникающие, когда задействованы все клапаны.

II-3.5.1.3. Динамическое увеличение сил реакции. В трубопроводной системе, на которую действуют нагрузки, переменные во времени, внутренние силы и моменты обычно больше, чем те, что произведены при статическом приложении

нагрузки. Это увеличение часто выражается как коэффициент динамической нагрузки DLF и определяется, как максимальное отношение динамического отклонения в любое время к отклонению, которое было бы вызвано в результате статического приложения нагрузки. Для конструкций, имеющих в сущности одну степень свободы и приложение единственной нагрузки, значение DLF будет варьироваться от единицы до двух в зависимости от динамики изменения прилагаемой нагрузки и собственной частоты конструкции. Если напорная труба имеет жесткие опоры, установка предохранительного клапана может идеализироваться как система с одной степенью свободы, а динамика изменения приложенных нагрузок часто может предполагаться как единичная линейно возрастающая функция между ненагруженным состоянием и стабильным состоянием. В таком случае DLF может определяться следующим образом:

(1). Рассчитываем период T установки предохранительного клапана с использованием следующего уравнения и Рисунка II-3-1.

$$T = 0.1846 \sqrt{\frac{W h^3}{EI}}$$

где:

T = период установки предохранительного клапана, секунд;

W = вес предохранительного клапана, труб установки, фланцев, креплений и так далее, фунтов;

h = расстояние от напорной трубы до осевой линии отводного трубопровода, дюймов;

E = модуль Янга впускной трубы, фунт/дюйм², при расчетной температуре;

I = момент инерции впускной трубы, дюйм⁴

(2). Рассчитаем отношение времени открывания предохранительного клапана к периоду установки (t_o/T), где: t_o – это время, которое требуется предохранительному клапану, чтобы перейти из полностью закрытого в полностью открытое состояние, секунд, а T определено в пункте (1), выше.

(3). Подставляем отношение времени открывания предохранительного клапана к периоду установки в рисунок II-3-2 и получаем DLF по оси ординат. DLF никогда не должен браться меньше, чем 1.1.

Если используется менее консервативный DLF, то этот DLF должен определяться по расчетам или испытаниям.

II-3.5.1.4. Циклы клапана. Часто предохранительные клапаны – это полностью открываемые пружинного типа клапаны и являются по существу полнопоточными устройствами, которые не имеют способности модулировать поток. При изменениях давления, поток пара, требуемый, чтобы предотвратить возникновение избыточного давления, является переменным количеством от нуля до полной номинальной мощности предохранительных клапанов. В результате, может потребоваться, чтобы клапаны открывались и закрывались некоторое количество раз во время перемены давления. Так как такое открывание и закрывание производит силу реакции, следует учитывать

влияние многократной работы клапана на трубопроводную систему, включая опоры.

II-3.5.1.5. Анализ динамики изменения. Эффекты силы реакции по своей природе являются динамическими. Динамическое решение динамики изменения, включающее модель сосредоточенной массы с несколькими степенями свободы, решенное для проходящих гидравлических сил, считается более точным, чем решение, полученное в результате анализа, представленного в этом Приложении.

II-3.5.2. Системы с закрытой разгрузкой. Системы с закрытой разгрузкой не так легко поддаются техникам упрощенного анализа. Обсуждение давления в параграфе II-2.2.2 и сил в параграфе II-2.3.2 показывает на то, что анализ динамики изменений трубопроводной системы может потребоваться для получения реалистических значений моментов.

II-3.5.3. Водяные затворы. Чтобы уменьшить проблему утечки пара или газа через седла предохранительных клапанов, впускная труба клапана может иметь такую форму, чтобы образовывать водяной затвор ниже каждого седла клапана. Если от клапанов требуется открываться, чтобы предотвратить избыточное давление, вода из затвора нагнетается раньше пара при подъеме диска клапана. Последующий поток воды и пара через разгрузочный трубопровод производит значительную волну давления и импульса. Каждый прямой прогон разгрузочного трубопровода испытывает цикл результирующей силы, когда масса воды проходит из одного конца напорной трубы в другой конец.

Для большинства устройств, которые используют водяные затворы, только первый цикл каждого события имеет волну силы, основанную на воде в водном затворе. Остающиеся циклы каждого события будут основываться на паре, занимающем затворную трубу и проходящие силы будут уменьшаться по величине.

II-4.0. КРИТЕРИИ НАГРУЗКИ И РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЯ.

II-4.1.

Все критические точки в установке предохранительного клапана должны отвечать следующим критериям нагрузки.

$$S_p + S_{SL} \leq S_A \quad (1)$$

$$S_p + S_{SL} + S_{OL} \leq k S_A \quad (2)$$

$$S_p + S_{SL} + S_E \leq S_A + S_h \quad (3)$$

где:

S_p = продольное напряжение давления;

S_{SL} = сгибающие напряжения, вызванные продолжительными нагрузками, такими как собственный вес;

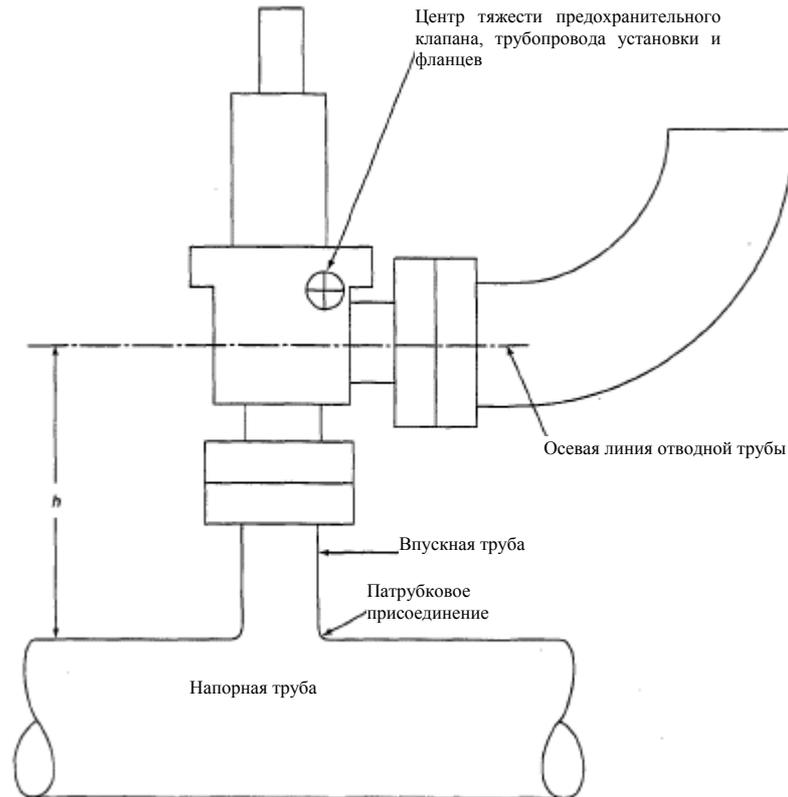


Рисунок II-3-1. Установка предохранительного клапана (система с открытой разгрузкой).

S_{OL} = сгибающие напряжения, вызванные случайными нагрузками, такими как землетрясение, реакция в результате разгрузки предохранительного клапана и ударные нагрузки;

S_E = сгибающие напряжения, вызванные термическим расширением.

S_h, k, S_A – как определено в ASME B31.1.

Три критерия нагрузки, определенные выше, представлены уравнениями (11) и (12) в параграфе 104.8.

II-4.2. Расчеты напряжений.

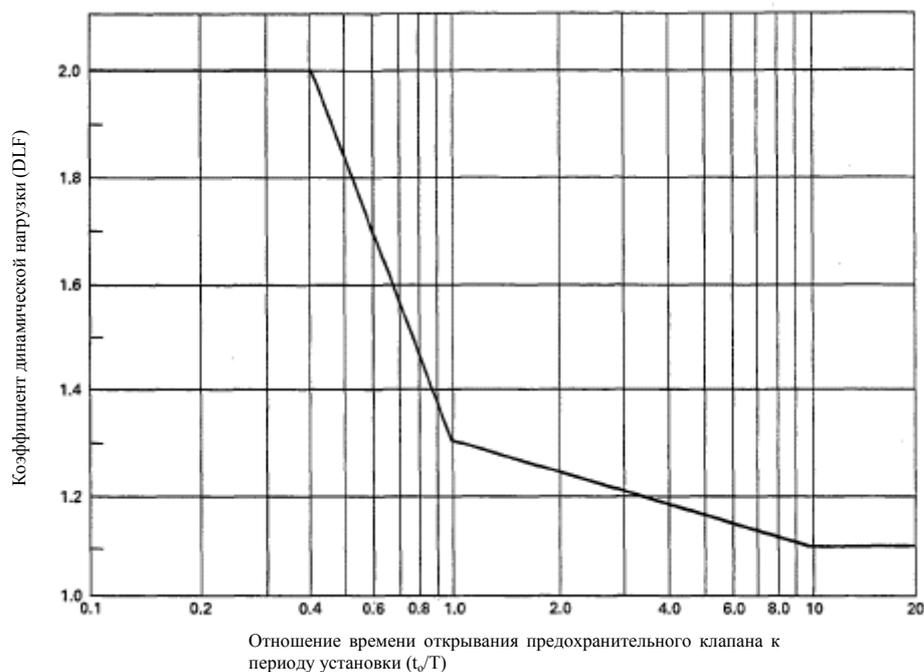
II-4.2.1. Напряжения давления. Этот Сборник не требует определения напряжений давления, которые могут вызвать аварию диафрагмы, содержащей давление. Вместо этого, этот Сборник устанавливает правила, необходимые для того, чтобы гарантировать то, что

достаточная толщина стенок будет обеспечена, чтобы предотвратить аварии, вызванные давлением. Нет необходимости повторять эти правила в этом Приложении; однако, некоторые из наиболее важных правил приведены ниже для сведения:

(1). Все трубы (плюс другие компоненты) должны отвечать требованиям к минимальной толщине стенки уравнения (3) параграфа 104.1.2. Кроме того, толщина стенки должна быть адекватной, чтобы удовлетворять уравнениям (11) и (12) в параграфе 104.8. Эти два уравнения могут определять толщину стенки в системах низкого давления.

(2). Никаких расчетов минимальной толщины стенки не требуется для покупаемых компонентов, отвечающих требованиям одобренных стандартов в Таблице 126.1.

(3). Трубные колена должны отвечать требованиям пункта (1), после гибки.



ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Этот рисунок основан на кривых из *Введения в структурную динамику*, J.M. Biggs, McGraw-Hill Book Co., 1964

Рисунок II-3-2. Коэффициенты динамической нагрузки для систем с открытой разгрузкой

Этот рисунок основан на кривых из *Введения в структурную динамику*, J.M. Biggs, McGraw-Hill Book Co., 1964

(4). Патрубковые присоединения, которые не отвечают требованиям пункта (2), выше, должны отвечать требованиям к замещению площади параграфа 104.3.

II-4.2.2. Давление плюс сгибающие напряжения. Для того чтобы обезопаситься от аварий мембраны (катастрофических), предотвратить усталостные сбои (аварии) и обеспечить обкатку, должны быть удовлетворены уравнения параграфа 104.8. Эти уравнения применяются ко всем компонентам в установке предохранительного клапана, и не будут повторяться здесь. Однако, некоторые дополнительные пояснения этих уравнений в отношении очень критических точек вверх по потоку от предохранительного клапана, приведены в параграфах ниже.

II-4.2.2.1. Аддитивные напряжения на патрубковом присоединении. В целях

уравнений (11), (12) и (13) в параграфе 104.8, момент сопротивления сечения и моменты для применения к патрубковым присоединениям, таким как впускные трубы предохранительных клапанов, равны:

(1). Для патрубковых присоединений Z должно быть равно эффективным моментом сопротивления сечения для патрубка, как определено в параграфе 104.8.

Таким образом:

$Z = Z_b = \pi r_b^3 i$ (эффективный момент сопротивления сечения)

где:

r_b = средний радиус патрубка в поперечном сечении, дюймов;

t_s = меньшая из величин t_r и $i t_b$, где:

t_r = номинальный размер напорной трубы;

i = коэффициент усиления напряжения патрубкового присоединения.

t_b = номинальная толщина трубы патрубка.

(2). Слагаемые момента должны определяться следующим образом:

$$M_B = \sqrt{M_{x3}^2 + M_{y3}^2 + M_{z3}^2}$$

где: M_B , M_{x3} , M_{y3} и M_{z3} определены в параграфе 104.8.

(3). Когда D_o/t_n патрубкового присоединения отличается от D_o/t_n коллектора или напорной трубы, большая из этих двух величин D_o/t_n должна использоваться в первом слагаемом уравнений (11) и (12), где D_o и t_n определены в параграфах 104.1 и 104.8 соответственно.

II-4.2.2.2. Аддитивные напряжения во впускной трубе. Уравнения (11), (12) и (13) в параграфе 104.8 могут применяться к впускной трубе так же, как описано выше для патрубкового присоединения, за исключением того, что значения для D_o/t_n и Z должны быть для впускной трубы, а используемый коэффициент усиления напряжения будет другим. Следует отметить, что значения D_o , t_n и Z должны браться в такой точке на впускной трубе, чтобы D_o/t_n имело максимальное, а Z минимальное значение для впускной трубы.

II-4.2.3. Анализ клапана. Допустимые силы и моменты, которые трубопроводная система может налагать на предохранительные клапаны, должны быть определены производителем клапана. В некоторых случаях ограничения накладываются на клапанные фланцы, а не корпуса клапанов.

II-5.0. ФАКТОРЫ, ТРЕБУЮЩИЕ УЧЕТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.

II-5.1. Общие положения.

Проектирование установок предохранительных клапанов должно проводиться в соответствии с параграфом 104, за исключением того, что следует учитывать правила, указанные в нижеследующих подпараграфах. Эти правила частично затрагивают ту часть трубопроводной системы, которая прикреплена к клапану и находится между предохранительным клапаном и напорной трубой, коллекторов или сосудом, которые имеет клапаны и включает патрубковое присоединение к напорной трубе, коллектору или сосуду.

II-5.2. Геометрия.

II-5.2.1. Размещение установок предохранительных клапанов. Установки предохранительных клапанов должны размещаться на расстоянии, по крайней мере, восемь диаметров трубы (из расчета внутреннего диаметра) вниз по потоку от любого колена в высокоскоростной паровой линии, чтобы предотвратить звуковые вибрации. Это расстояние должно увеличиваться, если направление изменения парового потока происходит из вертикального в горизонтальное так, чтобы увеличить плотность потока в области непосредственно под форсунками станции. Аналогично, установка предохранительного клапана не должна размещаться ближе, чем в восьми диаметрах трубы (из расчета внутреннего диаметра) вверх по потоку или вниз по потоку от фитингов.

II-5.2.2. Расстояние между установками предохранительных клапанов. Расстояние между установками предохранительных клапанов должно отвечать требованиям Замечания (6)(с), Приложение D, Таблица D-1.

II-5.3. Типы клапанов и установок.

II-5.3.1. Установки с одиночными выпускным клапаном. Размещайте клапаны, не имеющие опоры, так близко к напорной трубе или коллектору, насколько это будет физически возможно, чтобы минимизировать эффекты моментов реакции.

Ориентация выпуска клапана должна быть предпочтительно параллельной продольной оси напорной трубы или коллектора.

Угловые разгрузочные колена, ориентированные так, чтобы минимизировать момент силы реакции, должны иметь прямую трубу длиной, по крайней мере, в один диаметр трубы на торце колена, чтобы гарантировать, что сила реакции развивается под желательным углом. Срежьте разгрузочную трубу так, чтобы она была квадратной на осевой линии. Допуски сборки, реалистичные допуски на сборку в поле и допуски на угол силы реакции должны учитываться при оценке величины момента реакции.

Длина разгрузочного трубопровода, не имеющего опор, между выпуском клапана и первым отводным коленом (Рисунок II-1-2(A)), расстояние l должно настолько коротким, насколько это практично, чтобы минимизировать эффекты момента реакции.

II-5.3.2. Установки с двойными выпускными клапанами. Двойные выпускные клапаны с симметричными хвостовыми отверстиями и вентиляционными стояками будут исключать сгибающий момент в форсунке и напорной трубе или коллекторе при условии, что имеется одинаковый и постоянный поток из каждого выпуска. Если одинаковый поток не может быть гарантирован, сгибающий момент, вызванный несбалансированным потоком, должен быть учтен. Нагрузки осевого давления также должны быть учтены.

II-5.3.3. Групповые установки. Эффекты разгрузки групповых предохранительных клапанов на один и тот же коллектор должны быть такими, чтобы стремиться балансировать друг друга при всех режимах работы.

II-5.4. Патрубковые присоединения установок

Стандартные патрубковые присоединения должны как минимум отвечать требованиям параграфа 104.3. Следует отметить, что патрубковые присоединения на коллекторах часто не имеют достаточного усиления, когда используются для присоединения предохранительного клапана. Может оказаться необходимым обеспечить дополнительное усиление (наварить металл) или особые коллекторы, которые будут удовлетворительно выдерживать прилагаемые моменты реакции.

Материал, используемый для патрубкового присоединения и его усиления должен быть с такой же прочностью или более высокой прочностью, чем материал напорной трубы или коллектора.

Настоятельно рекомендуется, чтобы патрубковые присоединения пересекали напорную трубу или коллектор нормально к поверхности напорной трубы или коллектора под углом $\alpha = 90$ градусов, где α определяется как угол между продольной осью патрубкового присоединения и нормальной поверхностью напорной трубы или коллектора. Патрубковые присоединения, которые пересекают напорную трубу или коллектор под углами

$90 \text{ градусов} > \alpha \geq 45 \text{ градусов}$,

необходимо избегать. Патрубковое присоединение ни в коем случае не должно пересекать напорную трубу или коллектор под углами

$\alpha < 45 \text{ градусов}$.

II-5.5. Вода в трубопроводе установки

II-5.5.1. Водоспуск разгрузочного трубопровода. Водоспуск должен быть обеспечен так, чтобы конденсированная утечка, дождь или другие источники воды не собирались на стороне разгрузки клапана и не влияли неблагоприятно на силу реакции. Предохранительные клапаны обычно снабжаются водоспускными заглушками, которые могут использоваться для водоспускного присоединения. Разгрузочный трубопровод должен быть наклонен и

снабжен адекватным водоспуском, если невозможно избежать низких точек при его размещении.

II-5.5.2. Водяные затворы. Когда водяные затворы используются перед предохранительным клапаном, общий объем воды в затворах должен быть минимальным. Чтобы минимизировать силы, вызванные пробковым течением или отклонением водяного затвора, количество изменений направления и длины прямых участков трубопровода установки должно быть ограничено. Использование колен небольшого радиуса также не приветствуется; перепад давления через поперечное сечение является функцией радиуса колена.

II-5.6. Разгрузочные стояки.

Если используются телескопические или несвязные разгрузочные стояки или эквивалентные схемы, следует проявлять осторожность, чтобы гарантировать, что силы на стояке не будут передаваться на разгрузочное колено клапана. Зазоры стояков должны быть проверены на вмешательство термического расширения, смещения, вызванные землетрясением, и так далее. Разгрузочные стояки должны иметь адекватную опору против сил, вызываемых разгрузкой клапана, так чтобы стояк не отклонялся, позволяя пару выходить вблизи от клапана. Кроме того, должно быть рассчитано отклонение разгрузочного патрубка (колена) предохранительного клапана и связанной с ним трубопроводной системы при воздействии со стороны силы реакции продувочного клапана. Это отклонение должно учитываться при проектировании телескопических соединений разгрузочных стояков, чтобы гарантировать, что разгрузочный патрубок остается в стояке, не давая пару выходить вблизи от клапана.

Чтобы предотвратить обратный поток спускаемого пара из впускного торца вентиляционного стояка, рассмотрите возможность использования устройства, предупреждающего обратный выдув, которое все же не препятствует термическим движениям коллектора.

II-5.7. Проектирование опор.

Опоры, обеспеченные для предохранительных клапанов и связанного с ними трубопровода, требуют проведения анализа для определения их в роли ограничителей, а также в роли собственно опор. Этот анализ должен учитывать, по крайней мере, следующие эффекты:

(А). дифференциальное термическое расширение связанного с клапаном трубопровода, коллекторов и сосудов;

(В). характеристики динамической реакции опоры в отношении поддерживаемого оборудования и конструкции, к которой она прикреплены, во время сейсмических явлений и работы клапана. Максимальные относительные движения различных частей здания и конструкций, к которым прикреплены опоры, возникающие в результате сейсмического возбуждения, должны учитываться при выборе, размещении и анализе опорных систем.

(С). способность опоры обеспечивать или не обеспечивать жесткость при кручении, согласно требованиям к проектированию опор.

II-5.7.1. Опоры трубопроводов. Когда необходимо, рекомендуется, чтобы опора рядом с разгрузкой клапана присоединялась скорее к напорной трубе, коллектору или сосуду, чем к расположенным рядом конструкциям, чтобы минимизировать дифференциальное термическое расширение и сейсмическое взаимодействие.

Каждый прямой стояк разгрузочного трубопровода должен иметь опору, чтобы принимать силу вдоль этого стояка. Если в роли опоры не выступает сам стояк, она должна быть, как можно, ближе к прилегающему стояку.

Когда крупная часть системы лежит в одной плоскости, трубопровод, если возможно, должен иметь опоры, нормальные к этой плоскости, даже если статические расчеты не указывают на прямую силу, требующую ограничения в этом направлении. Динамический анализ этих систем показал, что могут иметь место движения вне плоскости.

II-5.7.2. Амортизаторы. Амортизаторы часто используются, чтобы обеспечивать опоры или ограничение против быстро прилагаемой нагрузки, такой как сила реакции продувочного клапана или волна момента давления в закрытой трубопроводной системе. Так, как амортизаторы обычно замещают небольшое расстояние перед тем, как стать жесткими, это замещение должно учитываться во время анализа. Кроме того, если нагрузка налагается на амортизатор в течение относительно долгого времени, рабочие характеристики амортизатора должны быть проверены, чтобы гарантировать, что амортизатор не допустит движение во время интересующего периода, или дополнительное замещение должно учитываться во время анализа. Рабочие характеристики амортизатора также должны проверяться в ответ на повторяющиеся нагрузки, вызванные циклической работой (открытие-закрытие) предохранительного клапана во время волны давления.

II-5.8. Установка глушителей.

Глушители иногда устанавливаются на разгрузку предохранительных клапанов, чтобы подавлять шум, создаваемый скоростью звука, достигаемой средой, проходящей через клапана.

Глушители должны правильно выбираться, чтобы избежать избыточного противодействия на предохранительный клапан, что может вызвать неправильную работу клапана или снижение его перепускной мощности.

Трубы, глушители разгрузки предохранительного клапана и вентиляционные стояки должны иметь соответствующие опоры, чтобы избежать избыточной нагрузки на выпускной фланец клапана.

II-6.0. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Примеры различных установок предохранительных клапанов, которые проектировщик может встретить на практике, представлены на Рисунках II-1-2(A) и II-6-1.

II-7.0. ПРИМЕР ЗАДАЧИ (СМОТРИТЕ РИСУНКИ II-7-1 и II-7-2).

II-7.1. Процедура.

- (1). Определить давление и скорость на выходе разгрузочного колена.
- (2). Рассчитать максимальное эксплуатационное давление для разгрузочного выхода.
- (3). Рассчитать силу реакции на выходе разгрузочного колена.
- (4). Рассчитать сгибающие моменты в точках (1) и (2), возникающие из-за силы реакции и сейсмического движения.
- (5). Определить коэффициенты усиления напряжения в точках (1) и (2).
- (6). Рассчитать прогнозируемые напряжения в точках (1) и (2) и сравнить их с допустимым напряжением,
- (7). Рассчитать максимальное эксплуатационное давление для вентиляционной трубы.
- (8). Проверить возможность обратного выдува
- (9). Рассчитать силы и моменты на вентиляционной трубе.

(1). Давление и скорость на выходе разгрузочного колена (параграф II-2.2.1)

$$P_1 = \frac{W(b-1)}{A_1 b} \sqrt{\frac{2(h_c - a)J}{g_c(2b-1)}}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2g_c J(h_c - a)}{(2b-1)}}$$

W = скорость потока

= 116.38 фунт массы/секунда;

A₁ = 50.03 квадратных дюйм,

h_c = критическая энтальпия пара при 925 psia, 1000°F

= 1507.3 Btu/фунт массы;

a = 823 Btu/фунт массы для 15 ≤ P₁ ≤ 1000 psia и h_c ≤ 1600 Btu/фунт массы;

b = 4.33 для 15 ≤ P₁ ≤ 1000 psia и h_c ≤ 1600 Btu/фунт массы;

J = 778 фут-фунт силы/Btu;

g_c = 32.2 фунт массы-фут/фунт силы-сек²

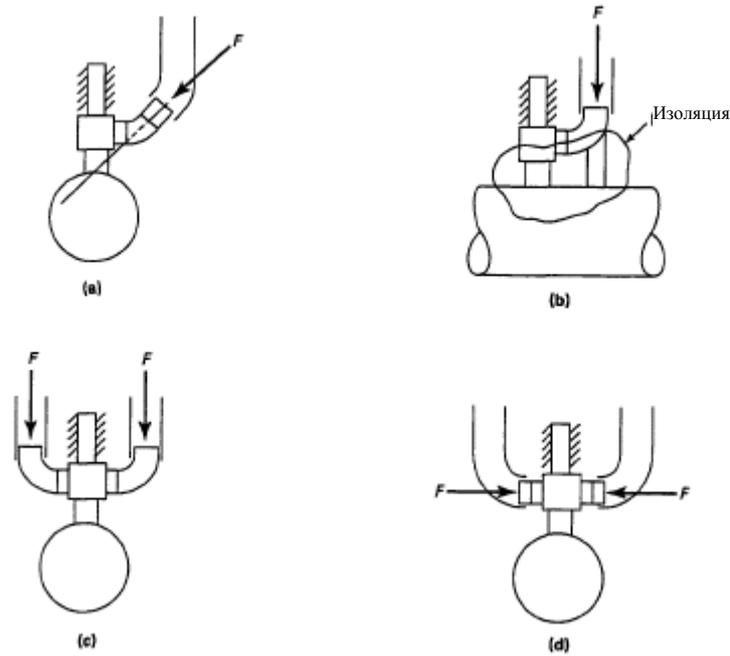
P₁ = 118 psia;

V₁ = 2216 фут/сек.

(2). Максимальное эксплуатационное давление на разгрузочном колене.

L/D для 8 дюймового фланца со сварной горловиной
Класса 150 ASME;

$$= 4 \text{ дюйма} / 7.981 \text{ дюйма} = 0.5$$



F = сила реакции

Рисунок II-6-1

L/D для 8 дюймового колена с коротким радиусом Регламента 40
= 30;

L/D для 12 дюймов 8 дюймовой трубы Регламента 40
= 12 дюймов / 7.981 дюйма = 1.5

$$\Sigma \left(\frac{L}{D} \right) = \left(\frac{L_{max}}{D} \right) = 32.0$$

f = 0.013

k = 1.3

$$f \left(\frac{L_{max}}{D} \right) = 0.416$$

Из Графика II-1, P/P* = 1.647

$$P_{1a} = P_1 (P/P^*) = 194 \text{ psia}$$

(3). Сила реакции на выходе разгрузочного колена. Сила реакции

$$F_1 = \frac{WV_1}{g_c} + (P_1 - P_a) A_1$$

W = 116.38 фунт массы/секунда;

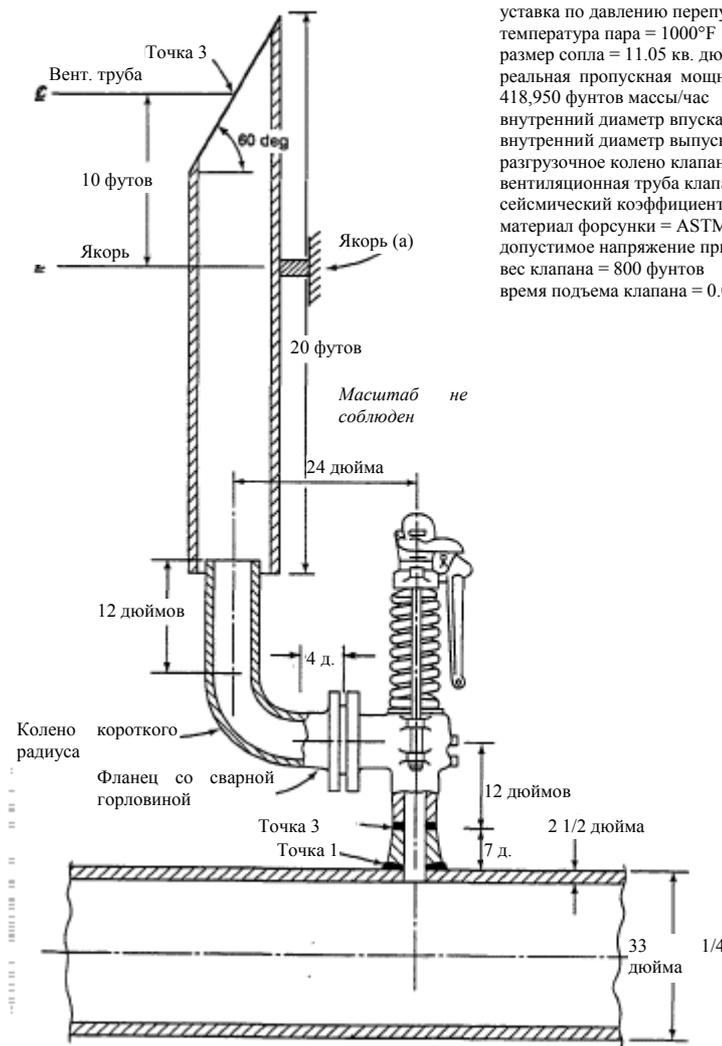
V₁ = 2116 фут/секунда;

g_c = 32.2 фунт массы-фут/фунт силы-секунда²

P₁ = 118 psia

A₁ = 50.03 квадратных дюйма

P_a = 15 psia



установка по давлению перепускного клапана = 910 psig
 температура пара = 1000°F
 размер сопла = 11.05 кв. дюйма (квадратное сопло)
 реальная пропускная мощность клапана при 10% аккумуляции = 418,950 фунтов массы/час
 внутренний диаметр впуска клапана = 6 дюймов
 внутренний диаметр выпуска клапана = 8 дюймов
 разгрузочное колено клапана = 8 дюймов Регламент 40
 вентиляционная труба клапана = 12 дюймов Регламент 30
 сейсмический коэффициент = 1.5g
 материал форсунки = ASTM A 335 P22 2 1/4Cr-1Mo
 допустимое напряжение при 1000°F = 7800 psi
 вес клапана = 800 фунтов
 время подъема клапана = 0.040 секунды

Рисунок II-7-1

$$i = 1.5 \left(\frac{R_m}{T_r} \right)^{2/3} \left(\frac{r'_m}{R_m} \right)^{1/2} \left(\frac{T'_b}{T_r} \right) \left(\frac{r'_m}{r'_p} \right)$$

R_m, T_r, r'_m, T'_b и r'_p показаны на схеме ниже:

$$i_{(1)} = 1.5 \left(\frac{15.375}{2.5} \right)^{2/3} \left(\frac{4.25}{15.375} \right)^{1/2} \left(\frac{2.5}{2.5} \right) \left(\frac{4.25}{5.5} \right)$$

$$i_{(1)} = 2.05$$

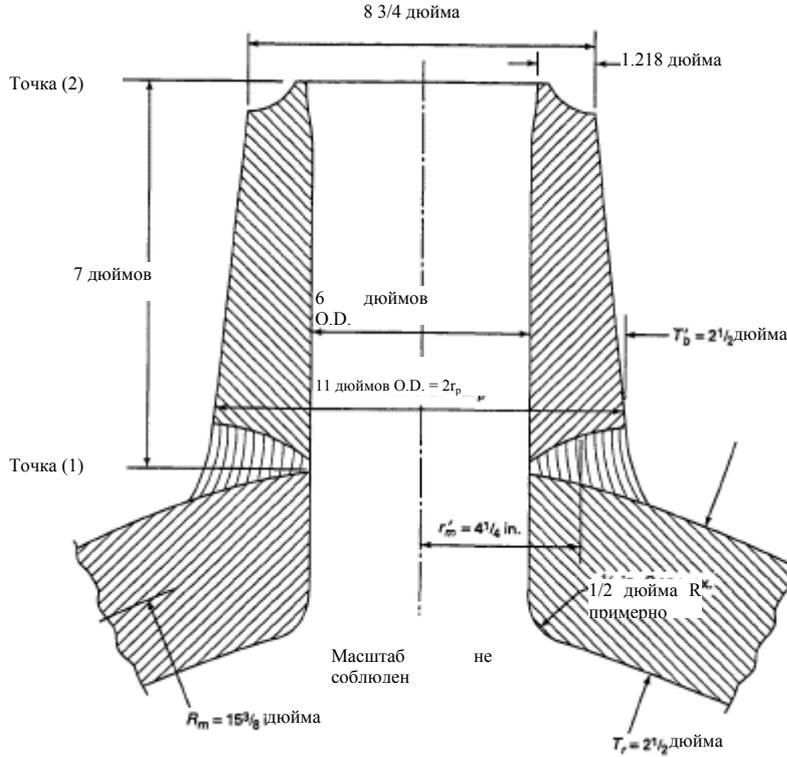


Рисунок II-7-2

$(P_1 - P_a) = 118-115$
 $= 103 \text{ psig};$
 $WV_1/g_c = 7648 \text{ фунтов силы};$
 $(P_1 - P_a)A_1 = 5153 \text{ фунта силы};$
 $F_1 = 12,801 \text{ фунтов силы};$

(A). Сгибающий момент в точках (1) и (2), вызванный реакцией в точке (1):

$$M_{(1)} = M_{(2)}$$

$$= F_1 \times L \times DLF$$

$L = \text{плечо момента}$
 $= 24 \text{ дюйма}$

(4). Сгибающие моменты в точках (1) и (2)

DLF = коэффициент динамической нагрузки.

Чтобы определить DLF, сначала определяем период установки предохранительного клапана T:

$$T = 0.1846 \sqrt{\frac{WH^3}{EI}}$$

где:

W = вес клапана
= 800 фунтов;

h = расстояние от напорной трубы до осевой линии отводной трубы
= 19 дюймов;

E = модуль Янга впускной трубы при расчетной температуре
= 23×10^6 psi;

I = момент инерции впускной трубы

$$= \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4)$$

Используем внешний диаметр и внутренний диаметр для определения I. $D_o = 9.875$ дюйма в среднем, $D_i = 6$ дюймов в среднем.
= 403.2 дюйма⁴

T = 0.00449 секунды.

Для времени подъема клапана 0.040 секунды = t_o , отношение t_o/T равно 8.9. По рисунку II-3-2, DLF = 1.11.

Используя $F_1 = 12,801$ фунта силы, L = 24 дюйма и DLF = 1.11,

$M_{1(1)} = M_{1(2)} = 341,018$ дюйма-фунта.

(B). Сгибающие моменты в точках (1) и (2), вызванные сейсмической нагрузкой.

Сейсмическая сила:

$F_s = \text{масса} \times \text{ускорение}$
= (800 фунт массы / 32.2 фунт массы-фут/фунт силы-сек²)
x 1.5 (3.2 фут/сек²)
= 1200 фунтов силы;

Плечо момента для точки (1) = 19 дюймов;

$M_{s(1)} = 1200$ фунтов силы (19 дюймов) = 22,800 дюймов-фунтов;

Плечо момента для точки (2) = 12 дюймов;

$M_{s(2)} = 1200$ фунтов силы (12 дюймов) = 14,400 дюймов-фунтов;

(C). Суммарные сгибающие моменты в точках (1) и (2)

$$M_{(1)} = M_{1(1)} + M_{s(1)} = 363,819 \text{ дюймов-фунтов}$$

$$M_{(2)} = M_{1(2)} + M_{s(2)} = 355,419 \text{ дюймов-фунтов}$$

(5). Коэффициенты усиления напряжения в точках (1) и (2).

(A). В точке (1), патрубковое присоединение

$$i_{(1)} = 2.05$$

(B). Коэффициенты усиления напряжения в точке (2), стыковой сварной шов

$$i_{(2)} = 1.0$$

(6). Прогнозируемые напряжения в точках (1) и (2)

(A). Прогнозируемые напряжения в точке (1), патрубковое присоединение

Прогнозируемое напряжение = $\frac{PD_o}{4t_n}$
 $\frac{D_o}{t_n}$ для напорной трубы = 33.25 дюйма / 2.5 дюйма = 13.3
 $\frac{D_o}{t_n}$ для трубы патрубка = 11 дюймов / 2.5 дюйма = 4.4

Используем большую величину с P = 910 psig.

Напряжение давления₍₁₎ = 3030 psi

Напряжение сгибания₍₁₎ = $\frac{0.75i M_{(1)}}{Z_{(1)}}$

$$Z_{(1)} = \pi r_b^2 t_s$$

t_s = меньшая величина из t_r и (i) t_b

$t_R = 2.5$ дюйма; $t_b = (2.05) 2.5$ дюйма

$t_s = 2.5$ дюйма

$r_b = 4.25$ дюйма

$Z_{(1)} = 142$ куб. дюйма

$$i_{(1)} = 2.05; M_{(1)} = 363,819 \text{ дюйм-фунт}$$

Напряжение сгибания₍₁₎ = 3939 psi
 Суммарное напряжение₍₁₎ = напряжение давления₍₁₎ + напряжение сгибания₍₁₎ = 6969 psi

(B). Прогнозируемый напряжения в точке (2), стыковой сварной шов.

$$\text{Напряжение давления} = \frac{P D_o}{4 t_n}$$

$$P = 910 \text{ psig}$$

$$D_o = 8.75 \text{ дюйма}$$

$$t_n = 1.218 \text{ дюйма}$$

$$\text{Напряжение давления}_{(2)} = 1635 \text{ psi}$$

$$\text{Напряжение сгибания}_{(2)} = \frac{0.75 i M_{(2)}}{Z_{(2)}}$$

$$Z_{(2)} = \frac{\pi}{32} \frac{D_o^4 - D_i^4}{D_o}$$

$$D_o = 8.75 \text{ дюйма}$$

$$D_i = 6 \text{ дюймов}$$

$$Z_{(2)} = 51.1 \text{ куб. дюйма}$$

$$i_{(2)} = 1.0$$

$$M_{(2)} = 355,419 \text{ дюйм-фунт}$$

$$\text{Напряжение сгибания}_{(2)} = 6955 \text{ psi}$$

(Отметьте, что 0.75i принимается равным 1.0, когда бы 0.75i ни было меньше 1.0, как в этом случае)

Суммарное напряжение₍₂₎ = напряжение давления₍₂₎ + напряжение сгибания₍₂₎ = 8950 psi

(C) Сравнение прогнозируемого напряжения с допустимым напряжением.

Допустимое напряжение для материала форсунки при 1000°F равно

$$S_A = 7800 \text{ psi}$$

$$k = 1.2$$

$$kS_A = 9360 \text{ psi}$$

$$\text{Суммарное напряжение}_{(1)} = 6969 \text{ psi}$$

$$\text{Суммарное напряжение}_{(2)} = 8950 \text{ psi}$$

(7). Рассчитываем максимальное эксплуатационное давление для вентиляционной трубы.

$$P_1 = P_1 \left(\frac{A_1}{A_3} \right) = 118 \text{ psia} \left(\frac{30.03 \text{ in.}^2}{114.80 \text{ in.}^2} \right)$$

$$= 51.4 \text{ psia}$$

L/D для 20 футов 0 дюймов 12-дюймовой трубы Регламента 30 = 19.85

$$\Sigma(L/D) = \left(\frac{L_{max}}{D} \right) = 19.85$$

$$f = 0.013$$

$$k = 1.3$$

$$f \left(\frac{L_{max}}{D} \right) = 0.258$$

Из Графика II-1, P/P* = 1.506

$$P_2 = P_1 (P/P^*) = 77.4 \text{ psia}$$

(8). Проверка на обратный выдув из вентиляционной трубы. Рассчитаем скорость V₂, которая существует на впуске в вентиляционную трубу (параграф II-2.2.1.4)

$$f \left(\frac{L_{max}}{D} \right) = 0.258$$

из шага (7)

$$V_3 = V_1 = 2116 \text{ фут/секунда}$$

Из Графика II-1, V/V* = 0.7120

$$V_2 = V_3 (V/V^*) = 1507 \text{ фут/секунда}$$

Проверяем неравенство из параграфа II-2.3.1.2.

$$\frac{W(V_1 - V_2)}{g_c} > (P_2 - P_a) A_2 - (P_1 - P_a) A_1$$

$$\frac{116.38 (2116 - 1507)}{32.2} > (77.4 - 14.7)(114.8) - (118 - 14.7)(50.03)$$

$$2201 > 2030$$

Неравенство было удовлетворено, но проектировщик может потребовать проектный запас, который сделал бы 14-дюймовую трубу Регламента 30 более приемлемой. Если выбирается более крупная вентиляционная труба, анализ вентиляционной трубы должен быть повторен для 14-дюймовой трубы Регламента 30.

(9). Рассчитываем силы и моменты на якоре (а) вентиляционной трубы.

$$F_2 = \frac{WV_2^2}{g_c} + (P_2 - P_a) A_2$$

$$= \frac{(116.38)(1507)}{32.2} + (77.4 - 14.7) (114.8)$$

$$= 5447 + 7198.0 = 12,645 \text{ фунт силы}$$

$$F_3 = \frac{(116.38)(2116)}{32.2} + (51.4 - 14.7)(114.8)$$

$$= 7648 + 4213 = 11,861 \text{ фунт силы}$$

Предположим угол отклонения струи в 30 градусов для выпуска вентиляционной трубы.

Вертикальный компонент F_3

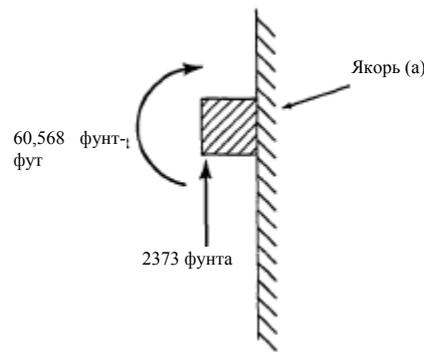


Рисунок II-7-3

$$F_{3V} = F_3 \cos 30 \text{ градусов} = 10,272 \text{ фунта силы}$$

$$\text{Горизонтальный компонент } F_3$$

$$F_{3H} = F_3 \sin 30 \text{ градусов} = 5931 \text{ фунта силы}$$

Чистый дисбаланс на вентиляционной трубе в вертикальном направлении равен:

$$F_2 - F_{3V} = 2373 \text{ фунта силы}$$

$$\text{Момент на якоре вентиляционной трубы}$$

$$\Sigma M = (F_2 - F_{3V}) \frac{D_2}{2} + F_{3H} \times (\text{расстояние от (а) до точки 3})$$

$$= (2373) \left(\frac{1.06}{2} \right) + (5931)(10.0)$$

$$= 60,568 \text{ фут-фунт}$$

Якорь вентиляционной трубы должен проектироваться на нагрузки, показанные на рисунке II-7-3 для работы предохранительного клапана.

Вывод.

Напряжения патрубкового присоединения в точках (1) и (2), вызванные сейсмической нагрузкой и разгрузкой перепускного клапана находятся в пределах 1.2 S_h . Обратный выдув не будет происходить при 12 дюймовой вентиляционной трубе стандартного веса. Нагрузки на якорь вентиляционной трубы были определены.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ III¹. ПРАВИЛА ДЛЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

ASME B31.1-2001 содержит правила, регулирующие проектирование, изготовление, материалы, монтаж и исследование систем энергетических трубопроводов. Опыт применения неметаллических материалов для трубопроводных систем показал, что существует много вопросов при использовании этих материалов, которые не затронуты в текущем тексте Сборника. Для того чтобы учитывать эти проблемы, требования и рекомендации по использованию неметаллических трубопроводов (за исключением параграфов 105.3, 108.4, 116 и 118) были отдельно собраны в этом необязательном Приложении.

III-1.0. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

III-1.1. Общие положения.

III-1.1.1. Это Приложение обеспечивает минимальные требования к проектированию, материалам, изготовлению, монтажу, испытанию, исследованию и осмотру неметаллических трубопроводов, находящихся в юрисдикции Сборника правил для энергетических трубопроводов ASME B31.1. Все ссылки на Сборник или на параграфы Сборника в этом Приложении являются ссылками на Раздел B31.1 Сборника правил для энергетических трубопроводов. В этом Приложении неметаллические трубопроводы будут ограничиваться пластиковыми трубопроводными материалами и трубопроводными материалами на основе эластомера, используемыми или не используемыми тканевый или волоконный материал для усиления против давления.

III-1.1.2. Стандарты и технические требования, инкорпорированные в это Приложение, приведены в таблице III-4-1. Дата вступления в силу этих документов должна соответствовать дате этого Приложения.

III-1.1.3. Положения в Главах с I по IV и в Приложениях с A по F являются требованиями этого Приложения только, когда на них дается специальная ссылка.

III-1.2. Сфера применения.

III-1.2.1. Все применимые требования параграфа 100.1 и ограничения параграфа 105.3 должны быть удовлетворены в дополнение к требованиям этого Приложения.

III-1.2.2. Использование этого Приложения ограничено следующим:

- (А). эксплуатация с водой;
- (В). системы с неогнеопасными и нетоксичными жидкостями, сухими материалами и жидким цементным раствором;
- (С). трубы из армированной термореактивной смолы в подземных системах, работающих с огнеопасными и горючими жидкостями (смотрите параграф 122.7.3(F));
- (D). полиэтиленовые трубы в подземных системах, работающих с огнеопасными и горючими жидкостями и газом. Смотрите параграфы 122.7.3(F) и 122.8.1(G).

III-1.2.3. Неметаллические трубопроводные системы не должны устанавливаться в ограниченном пространстве, где могли бы образовываться и накапливаться токсичные газы в результате сгорания трубопроводных материалов или подвержения их огню или повышенным температурам пожара.

III-1.3. Определения и сокращения.

III-1.3.1. Термины и определения, относящиеся к пластиковым и другим материалам неметаллических трубопроводов, должны быть в соответствии с ASTM D 883. Следующие термины и определения добавляются к терминам и определениям, содержащимся в стандарте ASTM.

адгезив: материал, предназначенный для соединения двух других материалов компонентов вместе с помощью поверхностного прикрепления (склеивания).

адгезивное соединение: клееное соединение, сделанной с использованием адгезива на соединяемых поверхностях.

склещик: лицо, которое выполняет ручную или полуавтоматическую операцию склеивания.

оператор склеивания: лицо, которое управляет оборудованием машинного или автоматического склеивания.

процедура склеивания: подробное описание методов и практик, задействованных в производстве клееного соединения.

Техническое требование к процедуре склеивания (BPS): документ, который перечисляет параметры, которые должны использоваться при производстве

¹ Необязательные приложения нумеруются римскими цифрами; обязательные приложения нумеруются буквами. Следовательно, римское число I не используется, чтобы избежать путаницы с буквой I

склеенных соединений в соответствии с требованиями этого Сборника.

стыковое обернутое соединение: соединение, сделанное наложением полос усиления, пропитанных смолой, на соединяемые поверхности.

рубленый ровинг: несколько прерывистых стеклянных прядей, собранных вместе без механического скручивания. Каждая прядь сделана из стеклянных нитей, склеенных вместе, с полировкой или размером, соответствующими для применения в рубильном автомате.

мат из рубленого ровинга: случайным образом ориентированные пряди стеклянного волокна, нарубленные или свитые вместе, с помощью клеящего вещества, в форме одеяла.

непрерывный ровинг: непрерывные стеклянные пряди, скрученные в цилиндрический пучок без механического скручивания.

отвердитель: реактивный материал, который будучи смешанным со смолой, реагирует или полимеризует (перекрестные связи) смолу.

разжижитель: реактивный модифицирующий материал, обычно жидкость, который снижает концентрацию смоляного материала, чтобы улучшить обрабатываемость и улучшить увлажнение.

огнезащитная смола: специально составленный материал, смешиваемый со смоляным материалом, предназначенный для снижения или исключения способности гореть.

плистификатор: модифицирующий жидкий материал, добавленный в смолистую смесь, предназначенный для того, чтобы дать полученной смеси способность сгибаться или быть менее жесткой или более подверженной сгибанию.

строительный раствор: плотный пастообразный материал, используемый для заполнения щелей и переходов между трубопроводными компонентами.

соединения термическим плавлением: соединение, сделанное нагреванием поверхностей, подлежащих соединению, и прижатием их вместе, так чтобы они сплывались и стали, в сущности, единым целым.

соединение, сваренное горячим газом: соединение, сделанное одновременным нагреванием присадочного материала и поверхностей, подлежащих соединению, потоком горячего воздуха или горячим инертным газом, до тех пор, пока материал не расплавится, после чего соединяемые поверхности сжимаются вместе и свариваются расплавленным присадочным материалом.

облицовка: покрытие или слой материала, наложенный или вставленный внутрь, на внутренней поверхности трубопроводного компонента, предназначенный для защиты конструкции от химической атаки, чтобы прекратить эрозию или чтобы предотвратить утечку при деформации.

герметизирующий сварной шов: добавление материала к внешней поверхности соединения, с помощью сварки или склеивания, чтобы усилить герметичность от утечек.

соединение, сделанное растворяющим клеем: соединение, использующее растворяющий клей, чтобы размягчить поверхности, подлежащие соединению, после чего соединяемые поверхности сжимаются вместе и становятся по существу единым целым, после испарения растворителя.

коэффициент жесткости: мера способности трубы сопротивляться отклонению, как определено в соответствии с ASTM D 2412.

трикзатропический агент: материал, добавляемый в смолу, чтобы придавать высокую прочность при статическом сдвиге (вязкость) и низкую прочность при динамическом сдвиге.

поглотитель ультрафиолета: материал, который, будучи добавленным, в смоляную смесь, будет избирательно поглощать ультрафиолетовое излучение.

плетеный ровинг: усилительный тканевый материал из тяжелых стеклянных волокон, сделанный с помощью плетения стекловолоконного ровинга.

III-1.3.2. Сокращения, использованные в этом приложении, обозначают следующие материалы и термины:

Сокращение	Расшифровка
ABS ²	Акрилонитрил-бутадиен-стирен
AP	Полиацеталь
CP	Хлорированный полиэфир
CPVC ²	Хлорированный поли (винил хлорид)
DS	Расчетное напряжение
FEP ²	Перфтор (этилен пропилен)
HDB	Расчетный гидростатический базис
HDS	Расчетное гидростатическое напряжение
PA ²	Полиамид (нейлон)
PB	Полибутилен
PE ²	Полиэтилен
PFA	Поли *перфторалоксид)
POP	Поли (фенилен оксид)
PP ²	Полипропилен
PPS	Полифенилен
PR	Имеющий номинальный показатель по давлению
PTFE ²	Политетрафторэтилен
PVC ²	Поли (винил хлорид)
PVDC	Поли (винилиден хлорид)
PVDF	Поли (винилиден фторид)
RTR	Армированная термореактивная смола
SDR	Стандартное размерное отношение

² Сокращение в соответствии с ASTM D 1600

III-2.0. ПРОЕКТИРОВАНИЕ.**III-2.1. Условия и критерии.****III-2.1.1. Общие положения.**

(А). Расчетные условия параграфа 101 должны применяться к проектированию неметаллических трубопроводных систем.

(В). Проектирование неметаллических трубопроводных систем должно гарантировать адекватность материала и его производства, с учетом, по крайней мере, следующего:

(В.1). прочность в растяжении, прочность при сжатии, прочность при сгибании, прочность при сдвиге и модуль эластичности при расчетной температуре (долговременной и кратковременной);

(В.2). характеристики ползучести для эксплуатационных условий;

(В.3). расчетное напряжение и его базис;

(В.4). коэффициент термического расширения;

(В.5). пластичность;

(В.6). ударные свойства и свойства по термическому удару;

(В.7). температурные ограничения для эксплуатации;

(В.8). температуры фазового превращения: плавление и испарение;

(В.9). токсичность материала или газов, произведенных при его сгорании или подвержении повышенным температурам;

(В.10). пористость и проницаемость;

(В.11). методы испытания;

(В.12). методы производства соединений и их эффективность;

(В.13). разрушение в среде эксплуатации;

(В.14). влияние на незащищенный трубопровод со стороны внешних источников тепла (особенно со стороны солнечной радиации).

III-2.1.2. Номинальные показатели по давлению-температуре для компонентов.

(А). Компоненты, имеющие особые номинальные показатели по давлению-температуре должны быть описаны в стандартах, перечисленных в Таблице III-4.1.1. Другие компоненты могут использоваться, в соответствии с пунктом III-2.1.2(В)

(А.1). За исключением случаев, указанных в параграфе III-2.1.3, номинальные показатели Таблиц III-4.2.1, III-4.2.2 и III-4.2.3, являются предельными величинами для допустимых напряжений при температуре в этом Приложении.

(А.2). Приложение давлений, превышающих номинальные показатели по давлению-температуре клапанов, не допустимо. Клапаны должны выбираться для эксплуатации в пределах ограничений, описанных в параграфе III-2.1.2(С).

(В). Компоненты, не имеющие особых номинальных показателей.

(В.1). Трубы и другие трубопроводные компоненты, для которых допустимые напряжения были рассчитаны, в соответствии с параграфом III-2.1.3, но которые не имеют особых номинальных показателей по давлению-температуре, должны классифицироваться в соответствии с правилами для проектирования по давлению в параграфе III-2.2 в пределах диапазона температур, для которых напряжения перечислены в Таблицах III-4.2.1, III-4.2.2 и III-4.2.3.

(В.2). Трубы, формованные по особому заказу, и другие трубопроводные компоненты, которые не имеют допустимых напряжений или номинальных показателей по давлению-температуре, должны квалифицироваться для проектирования по давлению, как требуется в параграфе III-2.2.9.

(С). Допуски на вариации давления и температуры. Допуски на вариации давления или температуры, или обеих величин, сверх расчетных условий, не допускаются. Наиболее тяжелые условия одновременного давления и температуры должны использоваться для определения расчетных условий.

(D). Факторы для локальных условий. Когда два вида эксплуатации, которые работают на разных условиях по давлению-температуре, соединяются вместе, клапан, разделяющий эти два вида эксплуатации, должен классифицироваться по наиболее тяжелым условиям эксплуатации. Другие требования параграфа 102.2.5 должны учитываться в зависимости от применимости.

III-2.1.3. Допустимые напряжения и другие ограничения напряжения.

(А). Общие положения. Таблицы III-4.2.1, III-4.2.2 и III-4.2.3 перечисляют рекомендуемые максимальные допустимые напряжения в форме гидростатических расчетных напряжений (HDS), допустимых расчетных напряжений (DS) и гидростатического расчетного базиса (HDB), которые могут использоваться при проектных расчетах за исключением случаев, когда они модифицируются другими положениями этого Приложения. Использование гидростатических расчетных напряжений для расчетов, отличных от расчетов в рамках проектирования по давлению, не было проверено. Базис для определения допустимых напряжений и давлений описан в параграфе III-2.1.3(В). Допустимые напряжения сгруппированы по материалам и перечислены для указанных температур. Когда имеются достаточные данные, допускается прямолинейная интерполяция между температурами. Перечисленные материалы могут быть куплены у одного или нескольких производителей и могут быть получены с максимальными допустимыми напряжениями, которые отличаются от значений, указанных в Таблицах III-4.2.1, III-4.2.2, III-4.2.3. Эти материалы и значения приемлемы для использования, когда они были установлены в соответствии с пунктом (В), ниже, и параграфом III-2.2.9.

(В). Базис для допустимых напряжения для внутреннего давления.

(В.1). Термопластики. Метод определения гидростатического расчетного напряжения (HDS) и номинального показателя по давлению (PR) описан в ASTM D 2837. Гидростатические расчетные напряжения приведены в Таблице III-4.2.1 для тех материалов и температур, для которых были собраны достаточные данные для обоснования определения напряжения. Данные по этим материалам при других температурах и для других материалов разрабатываются в настоящее время. В зависимости от публикации дополнительных данных, ограничения в параграфе III-2.1.2(В) будут пересмотрены.

(В.2). Армированная терморезистивная смола (ламинированная). Для ламинированных трубопроводных компонентов, расчетные напряжения

(DS) перечислены в Таблице III-4.2. Они типично основываются на одной десятой части минимальной прочности на разрыв, указанной в Таблице 1 ASTM C 582.

(B.3). Армированная термореактивная смола (скрученная нитью и центробежно литая). Для трубопроводных компонентов из скрученных нитей или центробежно литых, значения расчетного гидростатического базиса (HDB) приведены в Таблице III-4.2.3. Эти значения могут быть получены с помощью процедур, указанных в ASTM D 2992. HDB может быть получен умножением HDB на эксплуатационный (расчетный) коэффициент³, выбранный для конкретного случая эксплуатации, в соответствии с процедурами, описанными в ASTM D 2992, в пределах следующих ограничений.

(B.3.1). При использовании циклического HDB из Таблицы III-4.2.3., эксплуатационный (расчетный) коэффициент не должен превышать 1.0.

(B.3.2). При использовании статического HDB из Таблицы III-4.2.3., эксплуатационный (расчетный) коэффициент не должен превышать 0.5.

III-2.1.4. Ограничения, налагаемые на рассчитанные напряжения, вызванные продолжительными нагрузками.

(A). Напряжения внутреннего давления. Ограничения напряжения, вызванного внутренним давлением, показаны в параграфе III-2.2.2.

(B). Напряжения внешнего давления. Напряжения, вызванные равномерным внешним давлением, должны считаться безопасными, когда толщина стенки компонента и средства жестчения были установлены в соответствии с параграфом III-2.2.9.

(C). Напряжения внешних нагрузок. Проектирование трубопровода из армированной термореактивной смолы (RTR) и трубопровода из термопластика, находящихся под внешними нагрузками, должно основываться на результатах испытания нагружением параллельной пластины в ASTM D 2412. Допустимое отклонение для трубы из RTR или термопластика должно быть 5% от диаметра трубы. Когда другие неметаллические трубопроводы предназначены для использования при условиях внешней нагрузки, они должны подвергаться испытаниям на раздавливание или трехстороннее смятие, в соответствии с ASTM C 14 или C 301, а допустимая нагрузка должна быть равна 25% от минимальной полученной величины.

III-2.1.5. Ограничения, налагаемые на рассчитанные напряжения, вызванные случайными нагрузками.

(A). Эксплуатация. Общее напряжение, вызванное давлением, подвижными и неподвижными нагрузками и случайными нагрузками, такими как ветер или землетрясение, не должно превышать факторов и

³ Эксплуатационный (расчетный) коэффициент должен выбираться проектировщиком после полной оценки условий эксплуатации и инженерных свойств конкретного рассматриваемого материала. Помимо ограничений, указанных в параграфах III-2.1.3(B.3.1) и (B.3.2), в цели Сборника не входит определять эксплуатационные (расчетные) коэффициенты.

рекомендаций, указанных в параграфе III-2.5. Силы ветра и землетрясения не требуют их рассмотрения, как совпадающих во времени и пространстве.

(B). Испытания. На напряжения, вызванные испытательными условиями, не распространяются ограничения, указанные в пункте (A), выше. Нет необходимости рассматривать другие случайные нагрузки, такие как ветер и землетрясение, как действующие одновременно с испытательными нагрузками.

III-2.1.6. Допуски.

(A). Эрозия, коррозия, нарезка резьбы и желобление. При определении минимальной требуемой толщины трубопроводного компонента, допуски должны быть включены для эрозии и для глубины резьбы или глубины желобка.

(B). Механическая прочность. Когда необходимо, толщины стенок труб должны увеличиваться, чтобы предотвратить перенапряжение, повреждение, обрушение или провисание в результате налагаемых нагрузок со стороны опор, образования льда, заполнения или других причин. Когда увеличение толщины будет вызывать избыточные локальные напряжения или иным образом будет непрактичным, требуемая прочность может быть достигнута за счет использования дополнительных опор, стоек или иных средств без увеличения толщины стенки трубы. Особое внимание должно уделяться механической прочности маленьких патрубков, присоединенных к крупной трубе или оборудованию.

III-2.2. Проектирование трубопроводных компонентов по давлению.

III-2.2.1. Критерии для проектирования по давлению.

Проектирование трубопроводных компонентов должно учитывать эффекты давления и температур в соответствии с параграфом III-2.1.2, и предусматривать допуски в соответствии с параграфом III-2.1.6. Кроме того, проект должен проверяться на адекватность механической прочности при других применимых нагрузках, как требуется в параграфах III-2.1.4 и III-2.1.5.

(A). Требуемая минимальная толщина стенки прямых участков трубы t_m должна определяться, в соответствии с уравнением (1)

$$t_m = t + c \quad (1)$$

где:

t_m = минимальная требуемая толщина, дюймов;

t = толщина для проектирования по давлению, рассчитанная, в соответствии с параграфом III-2.2.2 для внутреннего давления, или в соответствии с параграфом III-2.2.3 для внешнего давления;

c = сумма механических допусков (глубина резьбы или желобка) плюс допуск на эрозию и/или коррозию, и отрицательный допуск производителя на толщину стенки продукта., дюймов. Для резьбовых компонентов, должна применяться номинальная глубина резьбы. Для поверхностей или желобков, обработанных на станке, когда допуск не указан, допуск должен предполагаться равным 0.02 дюйма, в дополнение к указанной глубине резьбы или желобка.

III-2.2.2. Прямая труба под внутренним давлением.

(А). Толщина t проектирования по внутреннему давлению должна быть не меньше, чем толщина, рассчитанная по следующим уравнениям.

(А.1). *Термопластиковая труба*

$$t = \frac{D}{2S_a/P + 1} \quad (2)$$

(А.2). *Армированная терморезистивная смола (ламинированная)*

$$t = \frac{D}{2S_a/P + 1} \quad (3)$$

(А.3) *Армированная терморезистивная смола (скрученная нитью и центробежно-литая)*

$$t = \frac{D}{2S_c F/P + 1} \quad (4)$$

где:

D = внешний диаметр трубы, дюймов;

F = эксплуатационный расчетный коэффициент в соответствии с параграфом III-2.1.3(В.3);

P = внутреннее расчетное избыточное давление, psi;

S_a = гидростатическое расчетное напряжение из Таблицы III-4.2.1;

S_b = расчетное давление из Таблицы III-4.2.2.

S_c = гидростатический расчетный базис из Таблицы III-4.2.3.

(В). Толщина t проектирования по внутреннему давлению в (А.1) и (А.2), выше, не должна включать какую-либо толщину стенки трубы, усиленной с помощью менее чем 30% (по весу) усилительных волокон, или толщину добавленной облицовки.

III-2.2.3. Прямая труба под внешним давлением.

(А). *Термопластиковая труба.* Толщина t проектирования по внешнему давлению должна квалифицироваться, как требуется в параграфе III-2.2.9.

(В). *Труба из армированной терморезистивной смолы*

(В.1). *Над поверхностью земли.* Для определения толщины для проектирования по давлению для прямой трубы, находящейся под внешним давлением, необходимо следовать процедурам, описанным в ASTM D 2924. Должен использоваться коэффициент безопасности, по крайней мере, 4.

(В.2). *Ниже уровня земли.* Для определения толщины для проектирования по давлению для прямой трубы, находящейся под внешним давлением в закопанном состоянии, необходимо следовать процедурам, описанным в AWWA C-950, Приложение А, Разделы А-2.5 и А-2.6.

(С). *Металлический трубы, облицованные неметаллами*

(С.1). Толщина для проектирования по внешнему давлению для базового (внешнего) материала должна определяться, в соответствии с параграфом 104.1.3

(С.2). Толщина t для проектирования по внешнему давлению для облицовочного материала должна квалифицироваться, как требуется в параграфе III-2.2.9.

III-2.2.4. Искривленные сегменты труб и составные трубные колена.

(А). *Трубные колена.* Минимальная требуемая толщина t_m трубного колена после гибки, должна определяться, как для прямой трубы, в соответствии с параграфом III-2.2.1.

(В). *Колена.* Колена, изготовленные не в соответствии с параграфом III-2.1.2, должны отвечать требованиям параграфа III-2.2.9.

(С). *Составные колена.* Участки составных колена должны отвечать требованиям параграфа III-2.2.9.

III-2.2.5. Патрубковые присоединения.

(А). *Общие положения.* Труба, имеющая патрубковое присоединение, ослабляется за счет отверстия, которое должно быть сделано в ней, и если только толщина стенки трубы не превосходит значительно толщину, требуемую для того, чтобы выдерживать давление, необходимо обеспечивать дополнительное усиление. Количество требуемого усиления должно быть, в соответствии с требованиями параграфа III-2.2.9, за исключением случаев, указанных в пунктах (В) и (С), ниже.

(В). *Патрубковые присоединения, использующие фитинги.* Патрубковое присоединение должно считаться имеющим адекватную прочность, чтобы выдерживать внутреннее и внешнее давление, которое будет применяться к нему, если фитинг (тройник, трубный отвод или крест) используется, в соответствии с параграфом III-2.1.2(А).

(С). *Дополнительные факторы.* Требования пунктов (А) и (В), выше, предназначены для того, чтобы гарантировать удовлетворительную работу патрубкового присоединения, подвергаемого только внутреннему или внешнему давлению. Проектировщик должен также учесть следующее:

(С.1). внешние силы и моменты, которые могут налагаться на патрубковое присоединение в результате термического расширения и сжатия, за счет неподвижных и подвижных нагрузок, за счет вибрации или пульсирующего давления, или за счет движения трубопроводных терминалов, опор и якорей;

(С.2). адекватная гибкость должна быть обеспечена в трубе патрубка, чтобы поглощать движения напорной трубы;

(С.3). ребра жесткости, наугольники или хомуты могут использоваться для увеличения прочности патрубкового присоединения против давления вместо усиления, требуемого в пункте (А), выше, если адекватность проекта установлена, в соответствии с параграфом III-2.2.9.

III-2.2.6. Запорные элементы. Запорные элементы в трубопроводных системах, такие как те, что устраиваются для временных или будущих отводных труб или тупиковых патрубков, должны выполняться с использованием фитингов, фланцев или деталей. в соответствии с параграфами III-2.2.7 и III-2.2.9.

III-2.2.7. Проектирование фланцев по давлению.

(А). *Общие положения.*

(А.1) неметаллические фланцы, которые классифицируются в соответствии с опубликованными стандартами ASTM, перечисленными в Таблице III-4.1.1, должны считаться пригодными для использования в пределах ограничений, указанных в этом Приложении. Иначе же, фланцы

должны быть, в соответствии с параграфом 103, или могут проектироваться, в соответствии с требованиями параграфов III-2.2.7 и III-2.2.9.

(А.2). Фланцы для использования с прокладками кольцевого типа, могут проектироваться, в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1, Приложение 2 Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, за исключением того, что допустимые напряжения для неметаллических компонентов должны иметь приоритет. Все условные обозначения должны быть такими, как определено в Сборнике ASME, за исключением следующего:

P = расчетное давление (избыточное);

S_a = расчетное напряжение болтов при атмосферной температуре. (Расчетные напряжения болтов не должны превышать значений, указанных в Приложении А);

S_b = расчетное напряжение болтов при расчетной температуре. (Расчетные напряжения болтов не должны превышать значений, указанных в Приложении А);

S_f = допустимое напряжение для материала фланца из параграфа III-4.2.

(А.3). Правила проектирования фланцев в пункте (А.2), выше, не применимы к проектам, использующим полнолицевые прокладки, которые выступают за пределы болтов, или когда фланцы находятся в сплошном контакте под болтами. Силы и реакции, в таком соединении, отличаются от соединений, использующих прокладки кольцевого типа, и эти фланцы должны проектироваться в соответствии с Разделом VIII, Подраздел 1, Приложение Y Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME. Заметьте, что уплотнительная поверхность пластикового фланца может быть более неровной, чем уплотнительная поверхность стального фланца. По этой причине, более толстые и более мягкие прокладки могут потребоваться для пластиковых фланцев.

(В). *Слепые фланцы.* Слепые фланцы должны быть в соответствии с параграфом 103, или как альтернатива, они могут проектироваться, в соответствии с параграфом 104.5.2, за исключением того, что допустимые напряжения для неметаллических компонентов должны получаться из данных, указанных в параграфе III-4.2. Иначе, проектирование слепых фланцев должно отвечать требованиям параграфа III-2.2.9.

III-2.2.8. Редукторы. Редукторы, не отвечающие требованиям параграфа 103, должны отвечать требованиям параграфа III-2.2.9.

III-2.2.9. Проектирование других компонентов.

(А). *Компоненты, включенные в список.* Другие компоненты, удерживающие давление, произведенные в соответствии со стандартами, перечисленными в Таблице III-4.1.1, могут использоваться в соответствии с правилами параграфа III-2.1.2.

(В). *Компоненты и продукты, не включенные в список.* Для компонентов, удерживающих давление, которые не соответствуют стандартам и техническим требованиям, указанным в Таблице III-4.1.1, и для патентованных компонентов и соединений, для которых правила параграфов III-2.2.1 – III-2.2.8 не применяются, проектирование по давлению должно основываться на расчетах, выполненных, в соответствии с критериями

проектирования этого Сборника. Это должно быть подтверждено один или несколькими способами из перечисленных ниже, с учетом применимых динамических эффектов, таких как вибрация и циклическая работа, эффектов термического расширения или сжатия и эффектов нагрузок, вызванных ударом или термическим ударом:

(В.1). обширный успешный опыт эксплуатации при сравнимых расчетных условиях с похожими соразмерными компонентами или трубопроводными элементами, сделанными из такого же или похожего материала;

(В.2). рабочие испытания при расчетных условиях, включая применимые динамические эффекты и эффекты ползучести, проводимые в течение периода времени, достаточного для того, чтобы определить приемлемость компонента или трубопроводного элемента для расчетного срока эксплуатации;

(В.3). для пунктов (В.1) и (В.2), выше, допускается разумная интерполяция между размерами и классами давления и разумные аналогии между родственными материалами.

III-2.3. Выбор трубопроводных компонентов.

III-2.3.1. Общие положения. Неметаллические трубы, трубки, фитинги и различные изделия, отвечающие требованиям стандартов и технических спецификаций, перечисленных в Таблице III-4.1.1, должны использоваться в пределах ограничений параграфа III-4.0 этого Приложения.

III-2.4. Выбор трубопроводных соединений.

III-2.4.1. Общие положения. Соединения должны быть пригодными для расчетных условий по давлению-температуре и должны выбираться с учетом герметичности соединения и механической прочности соединения при этих условиях (включая внешние нагрузки), материалов конструкции, характера эксплуатации с данной средой и ограничений параграфов III-2.4.2 – III-2.4.7.

III-2.4.2. Клеевые соединения.

(А). *Общие ограничения.* Если ограничения не накладываются, где-либо в параграфе III-2.4.2, соединения, сделанные склеиванием, в соответствии с параграфом III-5.1, и исследованные в соответствии с параграфом III-6.2, могут использоваться в пределах ограничений, налагаемых на материалы и трубопроводные компоненты в этом Приложении.

(В). *Особые ограничения.*

(В.1). *Соединения с угловым швом.* Клеевые соединения с угловым швом могут использоваться в соединениях, сваренных горячим газом, только если они отвечают требованиям параграфа III-5.1.3(А).

(В.2). *Стыковые обмотанные соединения.* Стыковые обмотанные соединения в трубопроводах из RTR должны изготавливаться с достаточной прочностью, чтобы выдерживать нагрузки давления и внешние нагрузки.

III-2.4.3. Фланцевые соединения.

(А). *Общие ограничения.* Если ограничения не накладываются где-либо в

параграфе III-2.4.3, фланцевые соединения могут использоваться с учетом требований к материалам в параграфе III-3.0 и к трубопроводным компонентам в параграфе III-2.3, в пределах следующих ограничений:

(A.1). Соединения с фланцами различных номинальных показателей. Когда фланцы с различными номинальными показателями стягиваются болтами вместе, номинальный показатель соединения должен быть равен номинальному показателю фланца с меньшим номинальным показателем. Вращающий момент затяжки болта должен быть ограничен так, чтобы избыточные нагрузки не налагались на фланец с меньшим номинальным показателем при создании герметичного соединения.

(A.2). Фланцевые соединения металла к неметаллу. Когда металлический и неметаллический фланцы должны быть соединены вместе, оба фланца должны быть с плоским торцом. Предпочтительны полнолицевые прокладки. Если полнолицевые прокладки не используются, вращающий момент затяжки болта должен ограничиваться так, чтобы неметаллический фланец не был перегружен.

III-2.4.4. Раструбные стыки или вальцованные соединения. Раструбные стыки или вальцованные соединения не допускаются в неметаллических трубопроводных системах.

III-2.4.5. Резьбовые соединения.

(A). Общие ограничения.

(A.1). Резьбовые соединения могут использоваться в пределах требований к материалам, указанных в параграфе III-3.0, и к трубопроводным компонентам, указанных в параграфе III-2.3, в пределах следующих ограничений:

(A.2). Резьбовые соединения необходимо избегать в любых условиях эксплуатации, когда могут возникать сильные нагрузки эрозии или циклические нагрузки, если только соединение не было специально спроектировано для таких условий.

(A.3). Когда резьбовые соединения проектируются с условием применения герметической сварки, резьбовой герметик не должен использоваться.

(A.4). Схема трубопровода должна минимизировать нагрузки реакции на резьбовые соединения, уделяя особое внимание напряжениям, вызываемым термическим расширением и работой клапанов.

(A.5). Резьбовые соединения металла к неметаллу и резьбовые соединения разнородных неметаллов не допускаются в трубопроводах с размером 2 1/2 дюйма NPS и больше.

(A.6). Резьбовые соединения не допускаются при расчетных температурах выше 150°F.

(B). Особые ограничения.

(B.1). Трубопровод из термопластичной смолы. Резьбовые соединения в термопластиковом трубопроводе должны отвечать следующим требованиям.

(B.1.1). Стенка трубы должна быть толщиной как минимум Регламента 80.

(B.1.2). Трубная резьба должна отвечать требованиям ASME B1.20.1 NPT. Резьбовые фитинги должны быть совместимыми с этим стандартом.

(B.1.3). Должен быть указан подходящая резьбовая смазка.

(B.1.4). Резьбовые трубопроводные соединения не допускаются в полиолефиновых материалах⁴ из-за характеристики ползучести, которые необходимо учитывать.

(B.2). Трубопровод из терморезактивной смолы. Резьбовые соединения в трубопроводе из терморезактивной смолы должны отвечать следующим требованиям.

(B.2.1). Резьба должна нарезать или формироваться на трубных торцах и в сопряженных фитингах на заводе, при этом должен обеспечиваться допуск на глубину резьбы в соответствии с параграфом III-2.2.1(A).

(B.2.2). Нарезка резьбы ненарезанных торцов трубы не допускается за исключением тех случаев, когда функции наружной резьбы ограничиваются образованием механического замка с сопряженной внутренней резьбы во время склеивания.

(B.2.3). Нарезанные или формованные в заводских условиях резьбовые ниппели, муфты или адаптеры, приклеенные к компонентам с ненарезанными торцами, могут использоваться, когда необходимо обеспечить присоединения к резьбовым металлическим трубам.

III-2.4.6. Законопаченные соединения. При эксплуатации с жидкостью, колпаковые соединения, замковые стыковые соединения и другие законопаченные соединения должны использоваться в пределах ограничений по давлению-температуре, налагаемых на соединения и компоненты. Следует предусмотреть меры для предотвращения расцепления соединений на коленах и тупиковых ответвлениях и для обеспечения опоры против поперечных реакций, вызываемых патрубковыми присоединениями или другими причинами.

III-2.4.7. Патентованные соединения. Металлические муфты, механические, сальниковые и другие патентованные соединения могут использоваться в пределах ограничений, налагаемых на материалы в параграфе III-3.0, на компоненты в параграфе III-2.3, и указанных ниже ограничений:

(A). Адекватные меры должны быть приняты, чтобы предотвратить разделение соединений под нагрузками внутреннего давления, температуры или внешних нагрузок.

(B). До того как будет определена приемлемость для использования, прототипное соединение должно быть подвергнуто рабочим испытаниям, чтобы определить безопасность соединения при испытательных условиях, моделирующих все ожидаемые условия эксплуатации со средой.

III-2.5. Расширение и гибкость.

III-2.5.1. Общая концепция.

(A). Упругая работа. Концепция деформации трубы, вызываемой ограничением термического расширения или сжатия и внешними движениями, применяется в принципе к неметаллам. Однако, предположение о том, что напряжения можно предсказывать по этим деформациям в неметаллической трубопроводной системе, основанное на линейных эластичных характеристиках материала, обычно не действительно. Вариация эластичных характеристик между типами материалов, в иных отношениях сходных между собой, и между партиями

⁴ Полиолефиновая группа материалов включает полиэтилен, полипропилен и полибутилен

одного и того же исходного материала может иногда быть значительной. Если используется анализ гибкости, который предполагает упругую работу, проектировщик должен быть способен продемонстрировать его действительность для системы и должен установить консервативные пределы для рассчитанных напряжений.

(B). *Перенапряженная работа.* Напряжения не могут считаться пропорциональными деформациям смещения в неметаллических трубопроводных системах, в которых избыточный уровень деформации может быть достигнут в локализованной области системы, и в которых упругая работа трубопроводного материала неопределенная. (смотрите несбалансированные системы в параграфе 119.3 Сборника). Перенапряжение должно быть минимизировано эффективной маршрутизацией системы с тем, чтобы избежать необходимости в особых соединениях или расширительных устройствах для поглощения избыточных смещений.

(C). *Постепенный отказ.* В термопластиках и некоторых терморезистивных смолах, деформации смещения, вряд ли, приведут к немедленной аварии трубопровода, но могут вызвать неприемлемое перекашивание. Термопластики особенно подвержены постепенной деформации, которая может возникать при повторяющихся термических циклах или при длительном подвержении повышенным температурам.

(D). *Хрупкое разрушение.* В хрупких терморезистивных смолах материалы существенно жесткие и могут легко развивать напряжения сильного смещения до такой степени, что может произойти неожиданный разрыв или разрушение при средних уровнях деформации.

III-2.5.2. Свойства для анализа гибкости.

(A). *Данные по термическому расширению.* Таблица III-4.3.1 этого Приложения приводит коэффициенты термического расширения для некоторых неметаллических материалов. Более точные значения в некоторых случаях можно получить у производителей этих материалов. Если эти значения должны использоваться в анализе напряжений, термическое смещение должно определяться, как указано в параграфе 119.

(B). *Модули эластичности.* Таблица III-4.3.2 приводит репрезентативные данные по модулям эластичности при растяжении E для некоторых неметаллов. Более точные значения могут быть получены от производителей материалов. (Отметьте, что модули могут варьироваться в зависимости от геометрической ориентации испытательного образчика для армированных присадочным материалом, скрученных нитью или пропитанных неметаллических материалов). Для материалов и температур, не включенных в список, смотрите какой-нибудь авторитетный источник, такой как публикации Национального бюро стандартов.

(C). *Коэффициент Пуассона.* Для неметаллов коэффициент Пуассона будет сильно варьироваться в зависимости от материалов и температуры. По этой причине формулы, используемые в линейном анализе эластичных напряжений, могут использоваться только,

если производитель имеет данные испытаний, которые подтверждают правомочность использования конкретного коэффициента Пуассона для такого вида эксплуатации.

(D). *Размеры.* Номинальная толщина и внешние диаметры трубы и фитингов должны использоваться в расчетах гибкости.

III-2.5.3. Анализ.

(A). Формальный анализ не требуется для систем, которые:

(A.1). повторяют или заменяют без существенных изменений успешно эксплуатируемые установки, или

(A.2). легко могут быть признаны адекватными через сравнение с ранее проанализированными системами, или

(A.3). маршрутизированы с консервативным запасом изначально присущей гибкости или используют методы соединения или трубные компенсаторы или комбинацию таких методов, в соответствии с применимыми инструкциями производителя.

(B). Подтверждающий анализ напряжения требуется для системы, которая не отвечает указанным выше критериям. Проектировщик может продемонстрировать, что существует адекватная гибкость, используя упрощенный, аппроксимационный или полный анализ напряжений, используя метод, в отношении которого, можно показать, что он действителен для конкретного случая. Если существенно упругая работа может быть продемонстрирована для трубопроводной системы (смотрите параграф III-2.5.1(A)), могут применяться методы, описанные в параграфе 119.

(C). Особое внимание должно быть уделено движению (смещению или вращению) трубопровода по отношению к опорам и соединениям с маленьким зазором. Движения напорной трубы в точках соединения с небольшими патрубками должны учитываться при определении необходимости в гибкости патрубков.

III-2.5.4. Гибкость.

(A). Трубопроводные системы должны иметь достаточную гибкость, чтобы предотвращать эффекты термического расширения или сжатия, движения опор или терминальных точек трубопровода или растяжение под давлением, вызываемые:

(A.1). аварией трубы или опор из-за перенапряжения или усталости;

(A.2). утечками на соединениях, или

(A.3). неприемлемыми напряжениями или перекашиванием в трубопроводе или присоединенном оборудовании.

(B). Когда используются неметаллические трубы и компоненты, трубопроводные системы должны проектироваться и маршрутизироваться так, чтобы сгибающие напряжения, возникающие в результате смещений, вызванных расширением, сжатием или другими причинами, были минимизированы. Эта концепция требует уделять особое внимание опорам и ограничителям, терминальным присоединениям и техникам, описанным в параграфе 119.5.1. Дальнейшую

информацию по проектированию термопластиковых трубопроводов можно найти в Техническом отчете TR-21 PPI.

III-2.6. Проектирование опорных элементов трубопроводов.

III-2.6.1. Общие положения. В дополнение к другим применимым требованиям параграфов 120 и 121, опоры, направляющие и якоря должны выбираться и применяться так, чтобы отвечать требованиям параграфа III-2.5 и следующим требованиям:

(А). Нагрузки опор или ограничителей должны передаваться на крепления трубопроводов или опорные точки так, чтобы исключать деформацию или повреждение стенки трубы. Набивка или другие изоляционные материалы должны устанавливаться в зазоры опор или ограничителей для дополнительной защиты.

(В). Клапаны и линейно расположенные компоненты должны иметь независимые опоры, чтобы предотвратить наложение больших нагрузок на трубопровод или соседние опоры.

(С). Неметаллические трубопроводы должны иметь защиту там, где такие системы подвергаются случайным повреждением автотранспортом или другими видами деятельности.

(D). Должны учитываться рекомендации по опорам, сделанные производителем.

III-2.6.2. Трубопровод из термопластика и RTR. Опоры должны размещаться на расстоянии так, чтобы избегать избыточного смещения при расчетной температуре и в пределах расчетного срока службы трубопроводной системы. Уменьшения модуля эластичности при увеличении температуры и ползучесть материала со временем должны учитываться, когда применимы. Коэффициент термического расширения для большинства пластиковых материалов высок и должен учитываться при проектировании и размещении опор и ограничителей.

III-2.7. Закапывания трубы из RTR.

III-2.7.1. Проектирование. Должны применяться процедуры проектирования, указанные в ANSI/AWWA C-950, Приложение А. Минимальная жесткость трубы должна отвечать требованиям Таблицы 6 в ANSI/AWWA C-950. Минимальная жесткость ($F/\Delta u$) должна определяться при 5% отклонении с использованием аппаратуры и процедур, указанных в ASTM D 2412.

III-2.7.2. Установка. Рекомендации производителя трубы должны быть равны или более строги, чем рекомендации, описанные в ASTM D 3839 для труб из RTR или в ASTM D 2774 для термопластиковых труб. Необходимо следовать рекомендациям производителя.

III-3.0. МАТЕРИАЛЫ.

III-3.1. Общие требования.

Параграф III-3.0 устанавливает ограничения и квалификационные требования для материалов, основываясь на, присущих им изначально, свойствах. На использование этих материалов в трубопроводе могут также налагаться требования и ограничения в других частях этого Сборника.

III-3.2. Материалы и технические требования.

III-3.2.1. Материалы, включенные в список. Материалы, включенные в список, используемые в трубопроводах, содержащих давление, должны иметь базовые допустимые напряжения и другие проектные ограничения, указанные в параграфе III-2.1.

III-3.2.2. Материалы, не включенные в список. Материалы, не включенные в список, используемые в трубопроводах, содержащих давление, должны иметь базовые допустимые напряжения и другие проектные ограничения, определенные в соответствии с параграфом III-2.1 или на основе более консервативного базиса.

III-3.2.3. Неизвестные материалы. Трубопроводные компоненты из материалов, восстановленных из отходов, могут использоваться при условии, что они правильно идентифицированы, как отвечающие одному из технических требований, включенных в список, или иным образом отвечают требованиям этого Приложения. Достаточная чистка и исследование должны быть проведены, чтобы определить, что эти компоненты приемлемы для запланированных условий эксплуатации, с учетом, по крайней мере, следующего:

- (А.1). минимальная доступная толщина стенки;
- (А.2). масштаб любого изъяна;
- (А.3). возможная потеря прочности;
- (А.4). химическая абсорбция.

III-3.3. Температурные ограничения.

Проектировщик должен определить, что материалы, которые отвечают другим требованиям этого Приложения, пригодны для эксплуатации со средой во всем диапазоне эксплуатационных температур системы, в которой будут использоваться эти материалы.

III-3.3.1. Верхние температурные ограничения.

(А). Максимальная расчетная температура для материала, включенного в список, не должна превышать максимальные температуры, указанные в Таблицах III-4.2.1, III-4.2.2 или III-4.2.3, в зависимости от применимости, за исключением случаев, указанных в параграфе III-2.1.3(A).

(В). Материал, не включенный в список, приемлемый согласно параграфу III-3.2.2, должен иметь верхние температурные пределы, установленные в соответствии с параграфом III-2.1.2.

III-3.3.2. Нижние температурные ограничения.

(А). Минимальная расчетная температура для материала, включенного в список, должна быть не меньше минимальной температуры, указанной в Таблицах III-4.2.1 и III-4.2.2, в зависимости от применимости, за исключением случаев, указанных в параграфе III-2.1.3(А).

(В). Материал, не включенный в список, приемлемый в соответствии с параграфом III-3.2.2, должен иметь нижние температурные ограничения, установленные в соответствии с рекомендациями производителя, но ни в коем случае не меньше чем -20°F .

III-3.4. Ограничения по условиям эксплуатации с технологической средой.

III-3.4.1. Общие ограничения. Использование материалов и компонентов неметаллических трубопроводов в рамках этого Приложения должно ограничиваться видами эксплуатации и условиями, указанными в параграфе III-1.2.2. Кроме того:

(А). неметаллические материалы не должны использоваться при жестких циклических условиях, если только нельзя продемонстрировать, что эти материалы пригодны для запланированной эксплуатации в соответствии с параграфом III-2.2.9;

(В). эти материалы должны должным образом защищаться от переходных или эксплуатационных температур и давлений, которые выходят за пределы расчетных ограничений, и должны адекватно защищаться от механического повреждения;

(С). ограничения по использованию или применению материалов в этом Приложении применяются к деталям, содержащим давление. Они не применяются к материалам для опор, облицовки, прокладок или набивки.

III-3.4.2. Особые ограничения по материалам.

(А). Термопластики должны защищаться от повышенных температур.

(В). Использование термореактивных и волоконно-усиленных термореактивных смол должно ограничиваться видами эксплуатации, указанными в параграфе III-1.2.3, и они должны защищаться от механического повреждения, вибрации и избыточных циклических деформацией при эксплуатации.

III-3.4.3. Различные материалы: материалы соединений и вспомогательные материалы. При выборе материалов таких, как клеи, растворители, набивка и уплотнительные кольца для создания или герметизации соединений, проектировщик должен учитывать их пригодность для условий эксплуатации по технологической среде.

III-3.5 Требования к трубопроводным компонентам.**III-3.5.1. Размеры трубопроводных компонентов.**

(А). *Трубопроводные компоненты, включенные в список.* Размеры трубопроводных компонентов, включенных в список, включая допуски, должны отвечать применимым техническим требованиям или стандартам для трубопроводного компонента, указанным в Таблице III-4.1.1.

(В). *Трубопроводные компоненты, не включенные в список.* Размеры трубопроводных компонентов, не включенных в список, включая допуски, должны

соответствовать размерам сравнимых трубопроводных компонентов, включенных в список, настолько, насколько это будет практичным. Во всех случаях, размеры должны быть такими, чтобы обеспечивать прочность и рабочие характеристики, эквивалентные трубопроводным компонентам, включенным в список, и должны отвечать требованиям параграфа III-2.2.9.

(С). *Резьба.* Размеры резьбы трубопроводных соединений, не охваченные техническим требованием или стандартом компонента, должны отвечать требованиям параграфа III-2.4.5.

III-4.0. ДАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И СТАНДАРТОВ.**III-4.1. Технические требования и стандарты по материалам.**

III-4.1.1. Стандартные трубопроводные компоненты. Размеры стандартных трубопроводных компонентов должны отвечать требованиям стандартов и технических требований, перечисленных в Таблице III-4.1.1, в соответствии с требованиями параграфа III-2.1.2(А). Сокращения, использованные в этом Приложении и в Таблице III-4.1.1, приведены в параграфе III-1.3.2.

III-4.1.2. Нестандартные трубопроводные компоненты. Когда нестандартные трубопроводные компоненты проектируются в соответствии с параграфом III-2.2, следование размерным стандартам ANSI и ASME строго рекомендуется, когда это практично.

III-4.1.3. Ссылочные документы.

(А). Документы, перечисленные в Таблице III-4.1.1, могут содержать ссылки на сборники правил, стандарты или технические требования, не включенные в Таблицу. Такие сборники правил, стандарты или технические требования должны использоваться только в контексте документов, включенных в список, в которых они появляются.

(В). Когда документы, перечисленные в Таблице III-4.1.1, содержат правила проектирования, которые находятся в противоречии с этим Приложением, должны использоваться правила проектирования этого Приложения.

(С). Требования по изготовлению, сборке, исследованию, осмотру и испытаниям, указанные в Частях 5 и 6 этого Приложения, применяются к строительству трубопроводных систем. Эти требования не применимы к изготовлению материалов или компонентов, перечисленных в Таблице III-4.1.1., если иное не будет особо указано.

III-4.2. Ограничения по напряжениям и температурам.

Таблицы III-4.2.1, III-4.2.2, III-4.2.3 перечисляют напряжения и рекомендуемые температурные пределы для следующего, в соответствии с параграфами III-2.1.3(А) и (В).

III-4.2.1. Трубопроводные компоненты из термопластика. Таблица III-4.2.1 приводит гидростатические расчетные напряжения (HDS) и рекомендуемые температурные пределы для трубопроводных компонентов, сделанных из термопластика.

Таблица III-4.1.1.
Стандарты для неметаллических материалов и продуктов.

Стандарт или техническое требование	Код ^{1,2}
Неметаллические фитинги	
Стеклые технологические трубы и фитинги	ASTM D 2464-90
Резьбовые трубные фитинги из PVC, Регламент 80	ASTM D 2466-90a
Пластиковые трубные фитинги из PVC, регламент 40	ASTM D 2467-90
Муфтовые пластиковые трубные фитинги из PVC, регламент 80	ASTM D 2468-89
Муфтовые пластиковые трубные фитинги из ABS, регламент 40	ASTM D 2513-90b
Термопластиковые газовые напорные трубы, трубки и фитинги	ASTM D 2517 (R1987)
Газовые напорные трубы и фитинги из армированной эпоксидной смолы	ASTM D 2609-90
Муфтовые фитинги за PE для труб и трубок из PE с контролируемым внешним диаметров	ASTM D 2683-90
Пластиковые системы распределения горячей и холодной воды, выполненные из CPVC	ASTM D 2846-90
Стыковые пластиковые фитинги из PE горячего плавления для пластиковых труб и трубок из PE	ASTM D 3261-90
Пластиковые системы распределения горячей воды, выполненные из PB	ASTM D 3309-89a
Фланцы из RTR	ASTM D 4024-87
Резьбовые трубные фитинги из CPVC, регламент 80	ASTM F 437-89a
Муфтовые трубные фитинги из CPVC, регламент 40	ASTM F 438-89a
Муфтовые трубные фитинги из CPVC, регламент 80	ASTM F 439-89
Неметаллические трубы и трубки	
Линейные трубы из PE	API 15 LE (1987)
Термопластиковые линейные трубы (PVC и CPVC)	API 15 LP (1987)
Стекловолоконные линейные трубы низкого давления	API 15 LR (1986)
Бетонные трубы для канализации, дождевого водоспуска и дренажа штолен	ASTM C 14-82
Пластиковые трубы из ABS, регламенты 40 и 80	ASTM D1527-77 (1989)
Пластиковые трубы из PVC, регламенты 40, 80 и 120	ASTM D 1785-89
Пластиковые трубы из PE, регламент 40	ASTM D 2104-89
Пластиковые трубы из PE (SIDR-PR), основанные на контролируемом внутреннем диаметре	ASTM D 2239-89
Пластиковые трубы из PVC, имеющие номинальные показатели по давлению (серия SDR)	ASTM D 2241-89
Пластиковые трубы из ABS (серия SDR)	ASTM D 2282-89
Классификация труб из RTR, сделанных на станке	ASTM D2310-80 (1986)
Пластиковые трубы из PE, регламенты 40 и 80, основанные на внешнем диаметре	ASTM D 2447-89
Термопластиковые газовые напорные трубы, трубки и фитинги	ASTM D 2513-86a
Газовые напорные трубы и фитинги из армированной эпоксидной смолы	ASTM D 2517 (R1987)
Пластиковые трубы из PB (SDR-PR)	ASTM D 2662-89
Пластиковые трубки из PB	ASTM D 2666-89
Пластиковые трубы с открытым концом раструба из PVC	ASTM D 2672-89
Пластиковые трубки из PE	ASTM D 2737-89
Пластиковые системы распределения горячей и холодной воды из CPVC	ASTM D 2846-90
Труба из стекловолоконной RTR свернутой нити (Замечание (3))	ASTM D 2996-88
Центробежно-литые трубы из КЕК	ASTM D 2997-90
Пластиковые трубы из PB (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре	ASTM D 3000-89
Пластиковые трубы из PE (SDR-PR), основанные на внешнем диаметре	ASTM D 3035-89a
Пластиковые системы распределения горячей воды из PB	ASTM D 3309-89a
Пластиковые трубы из CPVC	ASTM F 441-89
Пластиковые трубы из CPVC (SDR-PR)	ASTM F 442-87
Напорные трубы из PVC, диаметром от 4 до 12 дюймов, для воды	* AWWA C900
Напорные трубы из стекловолоконной армированной термореактивной смолы	* AWWA C950-88
Разное	
Стандартные методы испытания труб из плотносспекшейся глины	ASTM C 301-87
Контактно-формованные ламинаты из армированного термореактивного пластика (RTP) для коррозионно-устойчивого оборудования	ASTM C 582-87
Стандартные определения терминов, касающихся пластиков	ASTM D 297-81

Таблица III-4.1.1.
Стандарты для неметаллических материалов и продуктов (продолжение).

Стандарт или техническое требование	Код ^{1,2}
Разное (продолжение)	
Стандартные сокращения терминов, касающихся пластиков	ASTM D 1600-90
Резьба для труб из стекловолоконной RTR (60 градусный штырь) (Замечание (3))	* ASTM D 1694-91
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из ABS	ASTM D 2235-88
Свойства по внешним нагрузкам пластиковых труб при нагрузках параллельной плитой	ASTM D 2412-87
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из PVC	ASTM D 2564-88
Полиолефиновые трубы и фитинги, соединяемые с нагревом	ASTM D 2657-90
Получение гидростатического расчетного базиса для термопластиковых трубопроводных материалов	ASTM D 2837-90
Производство соединений с помощью растворяющего клея на трубах и фитингах из поли (винил хлорида) (PVC)	ASTM D 2855-90
Стандартный метод испытания на сопротивление внешнему давлению труб из армированной термореактивной смолы	ASTM D 2924-86
Получение гидростатического расчетного базиса или базиса для проектирования по давлению для "стекловолоконных" труб и фитингов (термореактивная смола, армированная стекловолокном)	* ASTM D 2992-87
Соединения для пластиковых напорных труб, использующие гибкие эластомерные уплотнения	ASTM D 3139-89
Проектирование и изготовление неметаллических скрытых прокладок для коррозионных условий эксплуатации	ASTM F 336-87
Клеящие растворы для пластиковых труб и фитингов из CPVC	ASTM F 493-89
Технический отчет Института пластиковых труб (PPI) "Термическое расширение и сжатие пластиковой трубы"	PPI TR21-88

Замечания:

- (1). Звездочка (*) перед кодом указывает на то, что данный стандарт был одобрен как Американский национальный стандарт Американским институтом национальных стандартов.
- (2). Числа в скобках – даты переутверждения.

III-4.2.2. Трубопроводные компоненты из ламинированной армированной термореактивной смолы. Таблица III-4.2.2 указывает расчетные напряжения (DS) и рекомендуемые температурные ограничения для трубопроводных компонентов из ламинированной армированной термореактивной смолы.

III-4.2.3. Трубы из армированной термореактивной смолы, сделанные на станке. Таблица III-4.2.3 указывает гидростатический расчетный базис (HDB) при температуре 73°F для труб из армированной термореактивной смолы, сделанных на станке.

III-4.2.4. Замечания к Таблицам III-4.2.1, III-4.2.2 и III-4.2.3. Условные обозначения в тексте Таблиц 4.2.1, 4.2.2 и 4.2.3, касающиеся информации, поясняются в Замечаниях (1) – (1), которые следуют за Таблицей III-4.2.3.

III-4.3. Данные стандартов.

Следующие данные имеются и являются приемлемыми для целей проектирования в настоящее время. Следует отметить для всех свойств, что индивидуальные составы могут отличаться от показанных значений. Следует проконсультироваться у производителя в отношении конкретных значений, которые могут быть применимы к их продуктам.

III-4.3.1. Смотрите Таблицу III-4.3.1 "Коэффициенты термического расширения, Неметаллы".

III-4.3.2. Смотрите Таблицу III-4.3.2 "Модули эластичности, Неметаллы".

III-5.0. ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СБОРКА И МОНТАЖ.**III-5.1. Склеивание пластиковых соединений.****III-5.1.1. Общие положения.**

(А). Клееные соединения, которые отвечают требованиям параграфа III-5.0, могут использоваться в соответствии с параграфом III-2.4.2.

(В). Соединения в товарных изделиях должны проводиться только в соответствии с письменным Техническим требованием к процедуре склеивания (BPS), которое было квалифицировано в соответствии с параграфом III-5.1.2.

(С). Соединения в товарных изделиях должны выполняться только квалифицированными клейщиками или операторами склеивания, которые успешно прошли квалификационное испытание качества работы, которое было проведено, в соответствии с письменным BPS, в соответствии с параграфом III-5.1.2

(D). Квалификация по одному BPS не означает квалификацию

Таблица III-4.2.1.

Гидростатические расчетные напряжения (HDS) и рекомендуемые температурные пределы для термопластиковых трубопроводных компонентов.

Номер технического требования ASTM	Материал	Рекомендуемые температурные пределы ^{1,2,3}		Гидростатическое расчетное напряжение при			
		Минимум ⁴ , °F	Максимум ⁵ , °F	73°F ⁶ , ksi	100°F, ksi	180°F, ksi	
D 1527	ABS1210 ABS1316 ABS2112	0	180	1.0	0.8	....
D 2282		0	160	1.6	1.25	....
D 2513		0	180	1.25	1.0	....
....	AP	0	170	....	....	....
....	CP	0	210	0.8	....	....
D 2846 F 441 F 442	CPVC4120	0	200	2.0	1.6	0.5	
....		PA	-20	180
D 2513 D 2662 D 2666 D 3000 D 3309	PB2110	0	210	1.0	0.8	0.5	
D 2104		PE2306 PE3306 PE3406 PE3408	-30	140	0.63	0.4
D 2239			-30	140	0.63	0.5
D 2447			-30	140	0.63	0.5	0.25
D 2513			-30	140	0.80
D 2737 D 3035		POP2125	30	210
....	PP	30	210	....	....	....
D 1785 D 2241 D 2513 D 2672	PVC1120 PVC1220 PVC2110 PVC2112 PVC2116 PVC2120	0	140	2.0	1.6	....
....		0	150	2.0	1.6	....
....		0	130	1.0	0.8	....
....		0	130	1.25	1.0	....
....		0	150	1.6	1.25	....
....		0	150	2.0	1.6	....
....	PVDC	40	160	....	....	....
....	PVDF	0	275	....	....	....

Замечания к этой Таблице следуют за Таблицей III-4.2.3

склейщика или оператора склеивания по какой-либо другой процедуре склеивания.

(E). Склеивающие материалы, которые разрушились под воздействием воздуха или продолжительного хранения, или которые не будут размазываться равномерно, не должны использоваться.

(F). Продольные соединения находятся вне сферы действия параграфа III-5.1.

(G). *Идентификация соединения.* Каждый квалифицированный склейщик и

оператор склеивания должен получить идентификационный символ. Если иное не указано в инженерном проекте, каждая склейка, удерживающая давление, или участок рядом с ней должен быть помечен карандашом или иным образом маркирован идентификационным символом склейщика или оператора склеивания. Нанесение идентификационного штампа не должно использоваться и

Таблица III-4.2.2.

Расчетные напряжения (DS) и рекомендуемые температурные ограничения для трубопроводных компонентов из ламинированной армированной термореактивной смолы.

Номер технического требования ASTM	Тип	Смола	Армирование	Рекомендуемые температурные пределы ³		Толщина, дюймов	Расчетное напряжение ⁷ , ksi
				Минимум, °F	Максимум, °F		
C 582	I	Полиэстер	Стекловолокно	-20	180	1/8 – 3/16	0.9
						1/4	1.2
						5/16	1.35
						3/8 и больше	1.5
....	....	Фуран	Уголь	-20	180	....	....
....	....	Фуран	Стекловолокно	-20	180	....	....
C 582	II	Эпоксидная	Стекловолокно	-20	180	1/8 – 3/16	0.9
						1/4	1.2
						5/16	1.35
						3/8 и больше	1.5

Замечания к этой Таблице следуют за Таблицей III-4.2.3

любая краска или чернила для маркировки не должны быть вредными для трубопроводного материала. Вместо маркировки клейки должны вестись соответствующие записи учета.

III-5.1.2. Квалификация.

(А). Квалификация BPS, которое должно быть использовано, и работы склейщиков и операторов склеивания требуется. Технические требования к процедуре склеивания должны указывать (и в разделе требований к операции склеивания, и в разделе требований к квалификационным испытаниям) все требуемые материалы, включая требования по хранению материалов; требуемые арматуру и инструменты, включая правила ухода за инструментами, и температурные требования для всех операций, включая методы, требуемые для измерения температуры.

(В). *Ответственность за склеивание.* Работодатель персонала, проводящего склеивание, несет ответственность за склейку, проведенную членами его организации, и, за исключением случаев, указанных в пункте (С), ниже, должен проводить требуемые квалификационные испытания работы, чтобы квалифицировать технические требования к процедуре склеивания и работу склейщиков и операторов склеивания.

(С). *Квалификация, проведенная третьими лицами*

(С.1). *Техническое требование к процедуре склеивания (BPS).* Лицо, проводящее монтаж трубопроводной системы, должно нести ответственность за квалификацию BPS, которое персонал его организации будет использовать. При условии особого одобрения проектировщика, может использовать BPS, квалифицированное другими лицами, если выполнены следующие условия:

(С.1.1). Проектировщик признает, что предлагаемое квалифицированное BPS было подготовлено и проведено ответственной, признанной организацией с опытом в области склеивания.

(С.1.2). Проектировщик признает и BPS и отчет по квалификации процедуры (PQR), поставив свою собственную подпись.

(С.1.3). Лицо, выполняющее монтаж трубопроводной системы, должно иметь, по крайней мере, одного склейщика, нанятого в этот момент, которые удовлетворительно прошел квалификационные испытания качества работы с использованием предлагаемого квалифицированного BPS.

(С.2). *Квалификация работы склейщика.* Лицо, осуществляющее монтаж трубопроводной системы, не должно принимать квалификационное испытание работы, пройденное склейщиком или оператором склеивания для другого монтажника трубопровода, без особого одобрения проектировщика. Если одобрение получено, приемлемость ограничивается квалификационными испытаниями работы на трубопроводе с использованием того же самого или эквивалентного BPS. Монтажник трубопровода, принимающий такие квалификационные испытания работы, должен получить копию PQR у предыдущего работодателя, на котором должны быть указаны наименование монтажной организации, которая проводила квалификацию склейщика или оператора склеивания, даты такой квалификации и дату, когда склейщик или оператор склеивания в последний раз собирал напорный трубопровод, в рамках проведенной ранее квалификации.

(D). Квалификационные испытания для процедуры склеивания и работы оператора склеивания должны отвечать требованиям BPS и следующим требованиям:

(D.1). Испытательный блок должен быть собран в соответствии с техническими требованиями к процедуре склеивания. Испытательный блок должен состоять, по крайней мере, из одного соединения типа "труба-труба" и одного соединения типа "труба-фитинг". Размер трубы, используемый для испытательного блока, должен быть следующим:

Таблица III-4.2.3.

Гидростатический расчетный базис (HDB) для трубы из армированной термореактивной смолы, изготовленной на станке.

Номер технического требования ASTM и тип	Сорт	Класс	Код материала по ASTM D 2310	Напряжение HDB ⁸ при 73°F ^{9,10}	
				Циклическое, ¹¹ ksi	Статическое, ¹² ksi
Скрученный нитью D 2517	Эпоксидная смола, армированная стекловолокном	Без облицовки	RTRP-11AD	5.0	....
			RTR-11AW	....	16.0
D 2996 скрученный нитью	Эпоксидная смола, армированная стекловолокном	Без облицовки	RTR-11AD	5.0	....
			RTR-11AW	....	16ю0
	Эпоксидная смола, армированная стекловолокном	Облицовка эпоксидной смолы, армированная	из RTRP-11FE	6.3	....
			RTRP-11FD	5.0	....
	Полиэстеровая смола, армированная стекловолокном	Облицовка полиэстеровой смолы, армированная	из RTRP-12EC	4.0	....
			RTRP-12ED RTRP-12EU	5.0	....
Полиэстеровая смола, армированная стекловолокном	Без облицовки	RTRP-12AD	5.0	....
		RTRP-12AU	....	12.5	
Центробежно-литой D 2997	Полиэстеровая смола, армированная стекловолокном	Облицовка полиэстеровой смолы, неармированная	из RTRP-22BT	....	10.0
			RTRP-22BU	....	12.5
	Облицовка эпоксидной смолы, неармированная	из RTRP-21CT	....	10.0	
		RTRP-21CU	....	12.5	

ЗАМЕЧАНИЯ к таблицам III-4.2.1, III-4.2.2 и III-4.2.3:

- (1). Эти рекомендуемые пределы приведены для случаев использования с низким давлением с водой и другими средами, которые не значительно влияют на свойства термопластикового материала. При использовании консервативной практики, верхние температурные пределы могут снижаться при более высоких давлениях в зависимости от сокращенного и ожидаемого срока эксплуатации. На нижние температурные пределы большее влияние оказывает окружающая среда, меры безопасности и условия на установке, чем прочность.
- (2). Из-за низкой теплопроводности, температурные градиенты через стенки трубопроводного компонента могут быть существенными. Табулированные пределы применяются, когда более половины толщины стенки находится на указанной температуре или более низкой температуре.
- (3). Эти рекомендуемые пределы применяются только для перечисленных материалов. Следует проконсультироваться у производителя в отношении температурных пределов для особых типов и видов материалов, не перечисленных здесь.
- (4). Минимум для установки.
- (5). Максимум для эксплуатации.
- (6). Используйте эти значения гидростатического расчетного напряжения при всех более низких температурах.
- (7). Значения расчетного напряжения (DS) применяются только в температурном диапазоне от -20°F до 180°F.
- (8). Эксплуатационный (расчетный) коэффициент должен применяться к этим значениям HDB, чтобы получить HDS.
- (9). Эти значения HDB применяются только при 73°F.
- (10). Рекомендуемые температурные пределы для этих материалов показаны в Таблице III-4.2.2.
- (11). При использовании циклического расчетного базиса, эксплуатационный коэффициент не должен превышать 1.0.
- (12). При использовании статического расчетного базиса, эксплуатационный коэффициент не должен превышать 0.5.

(D.1.1). Когда наибольший размер, который должен быть соединен (в рамках BPS), равен 4 дюйма NPS или меньше, испытательный блок должен быть с NPS таким же, как самый крупный соединяемый размер по BPS.

(D.1.2). Когда наибольший размер, который должен соединяться (в рамках BPS), больше 4 дюймов NPS, испытательный блок должен быть сделан из трубопроводных компонентов либо 4 дюйма NPS, либо

минимум 25% от NPS самого крупного соединяемого трубопроводного компонента (в зависимости от того, какая величина окажется большей).

(D.2). Испытательный блок должен подвергаться одной из следующих операций квалификационного испытания:

(D.2.1). Когда испытательный блок был отвергнут, он должен быть подвержен гидростатическому испытанию давлением, с давлением равным

Таблица III-4.3.1.
Коэффициенты термического расширения, неметаллы.

Описание материала	Средние коэффициенты ¹	
	дюйм/дюйм, °F	Диапазон, °F
Термопластики		
Ацеталь AP2012	2	....
Акрилонитрил-бутадиен-стирен		
ABS 1208	60	....
ABS 1210	55	45-55
ABS 1316	52	....
ABS 2112	60	....
Хлорированный поли (винил хлорид)		
CPVC 4120	30	....
Полибутилен PB 21100	72	....
Полиэфир, хлорированный	45	....
Полиэтилен		
PE 2306	90	70-100
PE 3306	90	70-120
PE 3406	90	70-120
PE 3408	90	70-120
Полифенилен POP 2125	30	....
Полипропилен		
PP 1110	48	33-67
PP1208	43	....
PP2105	40	....
Поли (винил хлорид)		
PVC1120	30	23-373
PVC1220	35	34-40
PVC2110	50	....
PVC2112	45	....
PVC2116	40	37-45
PVC2120	30	....
Виниледин фторид	85	....
Виниледин/винил хлорид	100	....
Армированные термореактивные смолы		
Стекло-эпоксидная, центробежно литая	9-13	....
Стекло-полиэстеровая, центробежно литая	9-15	....
Стекло-полиэстеровая, скрученная нитью	9-11	....
Стекло-полиэстеровая, ручная обмотка	12-15	....
Стекло-эпоксидная, скрученная нитью	9-13	....
Другие неметаллические материалы		
Твердая смола (Buna N)	40	....

ЗАМЕЧАНИЕ:(1). разделите табличные значения на 10⁶.

Таблица III-4.3.2.
Модули эластичности, неметаллы.

Описание материала	E', ksi (73.4°F)
Термопластики	
Ацеталь	410
ABS, Тип 1210	300
ABS, Тип 1316	340*
ABS, Тип 1120	410
ABS, Тип 1220	410
ABS, Тип 2110	340*
ABS, Тип 2116	360
Хлорированный PVC	420*
Хлорированный полиэфир	160*
PE, Тип 2306	120
PE, Тип 3306	130
PE, Тип 3406	130
PE, Тип 3408	130
Полипропилен	120*
Поипропилен (винилиден/хлорид)	100*
Поли (винилиден фторид)	194*
Поли (тетрафторэтилен)	57*
Поли (фторированный этиленпропилен)	67*
Поли (перфторалкоксид)	100*
Термореактивные смолы, аксиально армированные	
Эпоксидно-стеклянная, центробежно литая	1200-1900
Эпоксидно-стеклянная, скрученная нитью	1100-2000
Полиэстро-стеклянная, центробежно литая	1200-1900
Полиэстро-стеклянная, скрученная нитью	1100-2000
Полиэстро-стеклянная, ручная намотка	800-1000
Другие	
твердая смола (Buna N)	300

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Значения модуля эластичности для трубы из термореактивной смолы приведены для продольного направления; другие значения могут применяться в кольцевом или окружном направлении. Значения модуля эластичности для трубы из термореактивной смолы зависят от температуры и связанных с ней напряжением-временем. Значения, помеченные звездочкой (*) не были подтверждены промышленно принятыми стандартами. Во всех случаях для материалов, указанных в этой Таблице, необходимо проконсультироваться у производителя в отношении информации по конкретному продукту.

давлением, равным большей из величин – 150 psig или 1.5-кратное эквивалентное допустимое давление, которое было рассчитано с использованием наименьшей номинальной толщины стенки и внешнего диаметра трубы в испытательном узле. Это давление должно определяться с использованием уравнения в параграфе III-2.2.2(A) для испытательного материала. Испытание должно проводиться так, чтобы соединение нагружалось и в окружном, и в продольном направлениях. Соединения не должны показывать утечку или рассоединяться во время испытания.

(D.2.2). Когда испытательный узел соединяется термическим плавлением, соединения, сделанные термическим плавлением, могут испытываться

нарезкой минимум трех испытательных образчиков, содержащих соединение, и сгибанием этих полос, используя процедуру, которая должна быть, определена в BPS. Как минимальное требование, испытательные полосы не должны ломаться при сгибании на, минимум, 90 градусов, при температуре окружающей среды в пределах внутреннего радиуса гибки, равного 1.5-кратному номинальному диаметру испытательной трубы.

(E). Квалификация работы

(E.1). Обновление квалификации работы склейщика или оператора склеивания требуется когда:

(E.1.1). склейщик или оператор склеивания не использовал

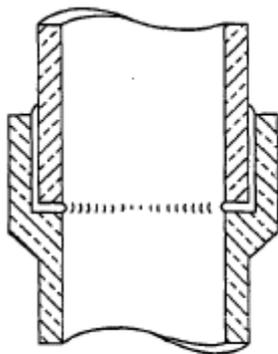
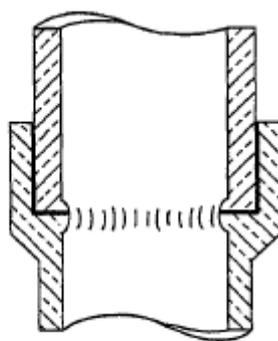
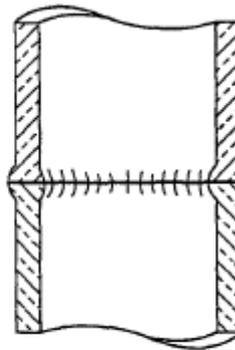


Рисунок III-5.1.3(A)



Муфтовое соединение



Стыковое соединение

Рисунок III-5.1.3(B)

конкретный процесс склеивания в течение более чем 6 месяцев или в течение максимального периода времени, иным образом допускаемого в BPS для такой работы;

(E.1.2). имеется особое основание усомниться в способности склейщика или оператора склеивания производить склейки, которые отвечают требованиям BPS;

(E.2). Обновление квалификации работы склейщика или оператора склеивания для конкретного процесса склеивания можно проводить на одном испытательном узле.

(F). *Отчеты по квалификации.* Монтажная организация, использующая склейщиков или операторов склеивания, должна вести учет использованных процедур и нанятых склейщиков, которые квалифицированы по этим процедурам.

III-5.1.3. Термопластиковые соединения.

(A). *Соединения, сделанные с помощью растворяющего клея.*

(A.1). *Подготовка.* Поверхности PVC и CPVC, которые должны склеиваться, должны быть очищены протиранием чистой ветошью, увлажненной ацетоном или метилэтил кетоном. Очистка ABS, должна соответствовать ASTM D 2235. Срезы должны быть свободными от заусенцев, а окружные срезы должны быть настолько квадратными, насколько этого можно достичь с помощью пилы с усорезом или пилящей струбины с квадратными зубьями. Между трубой и муфтой фитинга предпочтительна посадка с легким натягом, а диаметральный зазор между трубой и входом сопряженной муфтой не должен превышать 0.04 дюйма. Эта посадка должна быть проверена перед применением растворяющего клея.

(A.2). *Процедура.* Соединения должны выполняться, в соответствии с квалифицированным BPS. ASTM D 2855 обеспечивает приемлемый базис для такой процедуры. Растворяющие клеи для PVC, CPVC и ABS должны отвечать требованиям ASTM D 2564, D 2846 и D 2235, соответственно. Клей должен наноситься на обе соединяемые поверхности. Количество клея должно быть достаточным, чтобы произвести небольшой непрерывный валик клея на внешних границах соединения. Смотрите рисунок III-5.1.3(A).

(A.3). *Патрубковые присоединения.* Для патрубковых присоединений, не использующих тройник, полное

усилительное седло с интегральной патрубковой муфтой должно приклеиваться растворяющим клеем к напорной трубе по всей его контактной поверхности.

(A.4). *Ограничения по изъянам.* Изъяны, превышающие следующие ограничения, считаются дефектами и должны быть устранены и повторно исследованы, в соответствии с параграфом III-5.1.5:

(A.4.A). выступ высохшего клея, превышающий 50% от толщины стенки трубы, в расточку трубы, или

(A.4.B). незаполненные или несклеенные участки в соединении, которые выявляются недостаточностью или прерывистостью непрерывного валика, указанного в пункте (A.2), выше.

(B). *Соединения, сделанные термическим плавлением.*

(B.1). *Подготовка.* Поверхности, которые должны быть термически сплавлены вместе, должны быть очищены от любого инородного материала. Срезы должны быть свободными от заусенцев, а окружные срезы должны быть настолько квадратными, насколько этого можно достичь, с помощью пилы с усорезом или пилящей струбины с квадратными зубьями.

(B.2). *Процедура.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированным BPS. Общие процедуры в ASTM D 2657 "Техника I – Муфтовое плавление, II – Стыковое плавление и III – Седельное плавление" обеспечивают подходящий базис для такой процедуры. Обе поверхности, которые должны быть соединены, должны равномерно нагреваться, чтобы произвести непрерывное гомогенное сцепление между ними. Это должно привести к образованию небольшого непрерывного валика расплавленного материала на внешних границах соединения. Смотрите рисунок III-5.1.3(B).

(B.3). *Патрубковые присоединения.* Патрубковые присоединения должны выполняться только с использованием штампованных фитингов коммерчески доступных размеров.

(B.4). *Ограничения по изъянам.* Изъяны, превышающие следующие ограничения, должны быть устранены и повторно исследованы, в соответствии с параграфом III-5.1.5:

(B.4.A). выступ сплавленного материала, превышающий 25% от толщины стенки трубы, внутрь расточки трубы, или

(B.4.B). незаполненные или не склеенные участки в соединении, которые выявляются по недостаточности или прерыванию непрерывного валика, указанного в пункте (B.2), выше.

III-5.1.4. Соединения из термореактивной смолы.

(A). *Подготовка.* Резка трубы и подготовка поверхностей к склеиванию должны быть проведены в соответствии с рекомендациями производителя, без растрескивания торцов среза, особенно на внутренней поверхности центробежно-литой трубы. Трубы могут предварительно нагреваться, если необходимо, чтобы отвечать, указанным выше, требованиям. Срезы должны быть свободными от заусенцев, а окружные срезы должны быть настолько квадратными, насколько это требуется в технической спецификации заказа или рекомендациях производителя, в зависимости от того, кто устанавливает более точную прямоугольность. Для патрубковых присоединений, отверстия в напорной трубе должны выполняться кольцевой пилой. Разделительный состав и любой другой материал, который может вмешаться в адгезию, должен быть удален с поверхностей, подлежащих склеиванию.

(B). *Процедуры соединения.*

(B.1). *Муфтовые и замковые соединения.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированным BPS, основанном на рекомендуемой производителем процедуре. Применение адгезива к поверхностям, подлежащим склеиванию, и сборка этих поверхностей должны производить непрерывное сцепление между ними. Торцы срезов трубы и края ламинирующей ткани должны быть герметизированы, чтобы предотвратить попадание среды в стенку трубы или материал ламината.

(B.2). *Стыковые обмотанные соединения.* Соединения должны выполняться в соответствии с квалифицированным BPS. Общие процедуры в ASTM C 582 "Контактные формованные ламинаты из армированного термореактивного пластика (RTP) для оборудования, устойчивого к коррозии" обеспечивают подходящий базис для разработки такой процедуры. Применение слоев усиления, пропитанных катализированной смолой, к поверхностям, подлежащим соединению, должно приводить к непрерывной конструкции на поверхностях. Торцы срезов должны герметизироваться, как требуется в пункте (B.1), выше.

(C). *Патрубковые присоединения.* Патрубковые присоединения должны выполняться с использованием фитинга-тройника или полного усилительного седла, имеющего подходящие средства для соединения, как указано в пункте (B), выше. Торцы среза любого отверстия в напорной трубе должны герметизироваться с помощью адгезива, когда седло приклеивается к напорной трубе.

(D). *Ограничения по изъянам.* Изъяны, превышающие следующие ограничения, должны быть устранены и повторно исследованы в соответствии с параграфом III-5.1.5:

(D.1). выступ сплавленного материала, превышающий 25% от толщины стенки трубы, внутрь расточки на дне муфты, или внутрь патрубкового присоединения.

(D.2). незаполненные или не склеенные участки в соединении.

III-5.1.5. Устранение дефектов. Дефектный материал, соединения и другие работы в трубопроводе, которые не могут отвечать требованиям параграфов III-3.0 и III-5.0 и инженерного проекта, должны быть отремонтированы или заменены. Ограничения по изъянам и метод и глубина требуемого исследования ремонтов и замен должны быть такими же, как для оригинальной детали.

III-5.2. Гибка.

III-5.2.1. Гибка труб. Сплюсывание колена определяется как разница между максимальным и минимальным внешним диаметром, на любом поперечном сечении, выраженная, как процент от номинального внешнего диаметра. Сплюсывание не должно превышать 8% для трубы, подверженной внутреннему давлению. Для трубы, находящейся под внешним давлением, сплюсывание не должно превышать 3%. Толщина, после гибки, должна быть не меньше, чем требуется в параграфе III-2.2.4(A).

III-5.2.2. Методы гибки. Труба может гнуться любым подходящим горячим или холодным методом, допустимым по ограничениям на радиус и характеристикам материала трубы. Горячая гибка, должна проводиться в пределах температурного диапазона, совместимого с характеристиками материала, требованиями конечного пользователя и рекомендациями производителя трубы.

III-5.3. Формовка компонентов.

Трубопроводные компоненты могут формироваться любым подходящим горячим или холодным методом, приемлемым по характеристикам формируемого материала. Формовка должна проводиться в пределах температурного диапазона, совместимого с характеристиками материала, требованиями конечного пользователя и рекомендациями производителя трубы. Толщина после формовки должна быть не меньше, чем толщина, требуемая по инженерному проекту.

III-5.4. Сборка и монтаж.

III-5.4.1. Общие положения. Сборка и монтаж неметаллических трубопроводных систем должны отвечать требованиям параграфа 135 этого Сборника и параграфа II-5.0 этого Приложения. Кроме того:

(A). при сборке неметаллических фланцев, плоские шайбы должны использоваться под всеми головками болтов и гайками. Указанный максимальный вращательный момент болтовой затяжки не должен превышать.

(B). гаечный ключ с полной окружностью должен использоваться для затягивания резьбовых трубных соединений. Инструменты и другие устройства, используемые для сдерживания или наложения сил к трубе, должны быть такими, чтобы поверхности трубы не были глубокого поцарапаны. Для трубопроводов из термореактивной смолы резьба должна быть покрыта

достаточным количеством адгезива, чтобы закрыть резьбу и полностью заполнить зазор между трубой и фитингом.

III-6.0 ИССЛЕДОВАНИЕ, ОСМОТР И ИСПЫТАНИЕ.

III-6.1. Общие положения.

Общие положения Главы VI в отношении визуального исследования и испытания на утечку, в общем, применимы к неметаллическим трубопроводным системам.

III-6.2. Исследование и осмотр.

III-6.2.1. Визуальное исследование.

(А). Визуальное исследование – это наблюдение части компонентов, соединений и других трубопроводных элементов, которые открыты или могут быть открыты для осмотра до, во время и после производства, изготовления, сборки, монтажа, осмотра или испытания.

(В). Визуальное исследование должно выполняться, в соответствии со Статьей 9, Раздел V Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением.

III-6.2.2. Требуемое исследование.

(А). Трубопровод должен исследоваться, по крайней мере, до такой степени, как указано здесь, или более глубоко, как указано в инженерном проекте.

(А.1). Визуально исследуйте, по крайней мере, 5% все сборок. В отношении склеек (соединений), работа каждого склейщика или оператора склеивания должна быть представлена и должна включать каждый тип склейки для каждого склейщика или оператора склеивания.

(А.2). Визуально исследуйте 100% сборки для склеек, отличных от окружных (кольцевых) склеек, и отличных от тех, что сделаны в компонентах, выполненных, в соответствии с техническими требованиями к материалам, признанными в этом Сборнике.

(А.3). Выполните случайное визуальное исследование узла резьбовых, болтовых и других соединений (как того требует инспектор), отличных от тех, что отвечают требованиям параграфа III-5.4.1.

(А.4). Выполните случайное визуальное исследование во время монтажа трубопровода, включая проверку выравнивания и опоры.

(А.5). Исследуйте возведенный трубопровод на свидетельства повреждений, которые потребуют устранения или замены, и на другие отклонения от проекта.

(В). Инспектор должен убедиться через исследование сертификатов, отчетов и других свидетельств, что материалы и компоненты являются материалами и компонентами указанных сортов и, что они прошли требуемое исследование и испытание.

III-6.2.3. Глубина требуемого исследования. Когда визуальное исследование выявляет дефект, требующий устранения:

(А). два дополнительных исследования такого же типа должны быть проведены на таком же изделии (если речь идет о склейке, то на других склейках, сделанных тем же склейщиком или оператором склеивания), и

(В). если дополнительные изделия, исследованные, как требуется в пункте (А), выше, приемлемы, изделие, требующее ремонта, должно быть заменено или отремонтировано и повторно исследовано на соответствие требованиям Сборника, и все изделия, представленные этим дополнительными исследованиями, должны быть приняты, или

(С). если любое из изделий, исследованных, как требуется в пункте (А), выше, выявляет дефект, два дополнительных изделия должны быть исследованы, и

(D). если два дополнительных изделия, исследованные, как требуется в пункте (С), выше, приемлемы, изделия, требующие ремонта, должны быть заменены или отремонтированы и повторно исследованы на соответствие требованиям Сборника, и все изделия, представленные этим дополнительным исследованием, должны быть приняты, или

(Е). если любое из дополнительных изделий, исследованных, как требуется в пункте (С), выше, выявляет дефект, все сравнимые изделия должны быть заменены или они должны быть полностью исследованы, и все изделия, требующие ремонта, должны быть отремонтированы и повторно исследованы, на соответствие требованиям Сборника.

III-6.3. Испытания давлением.

Испытания на утечку, как указано, должны проводиться, в соответствии с параграфом 137.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ IV¹ КОНТРОЛЬ НАД КОРРОЗИЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ASME B31.1.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Правила настоящего Сборника применяются к проектированию, материалам, сборке, монтажу, испытаниям и осмотру новых трубопроводных систем, обычно называемых "новые конструкции".

Это необязательное Приложение содержит общие руководства, которые применимы к существующим эксплуатируемым трубопроводным системам, находящимися в сфере действия ASME B31.1, а также к "новым конструкциям".

Минимальные требования по контролю над коррозией для систем энергетических трубопроводов приведены здесь. Мы признаем, что существует много здравых, хотя иногда отличающихся, программ по контролю над коррозией. Используемая философия должна была установить минимальные требования. Мы приветствуем, чтобы пользователи расширяли эти общие руководства для удовлетворения своих конкретных потребностей и направляли конструктивную критику в отношении этого Приложения в Комитет.

IV-1.0. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

IV-1.1.

Внешняя и внутренняя коррозия должны предотвращаться или контролироваться в соответствии с требованиями проекта и окружающей средой, в которой размещена система.

IV-1.2.

Применение контроля над коррозией требует значительного количества компетентного суждения. NACE² RP-01-69 "Рекомендуемая практика – Контроль над внешней коррозией для подземных или погруженных металлических трубопроводных систем" и RP-01-75 "Рекомендуемая практика – Контроль над внутренней коррозией для паропроводов и паровых трубопроводных систем" обеспечивают общее руководство по разработке минимальных требований по контролю над коррозией подземных или погруженных металлических трубопроводных систем. Кроме того, ASME B31G "Руководство по определению остаточной прочности корродированных трубопроводов" [3] может обеспечить дополнительные руководства.

IV-1.3.

Следующие минимальные требования и процедуры должны быть выполнены для защиты всех трубопроводных систем, содержащих опасные жидкости или газы, и других трубопроводов, указанных владельцем, против внешней, внутренней и атмосферной коррозии.

IV-2.0. КОНТРОЛЬ НАД ВНЕШНЕЙ КОРРОЗИЕЙ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ИЛИ ПОГРУЖЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

IV-2.1. Общие положения.

IV-2.1.1. Меры для предупреждения или смягчения внешней коррозии подземных или погруженных трубопроводных систем должны учитываться в исходном проекте, если только с помощью испытаний, исследований или опыта в области инсталляции нельзя продемонстрировать, что разрушительная внешняя коррозия не имеет места.

IV-2.1.2. Средства для контроля над внешней коррозией для подземных или погруженных труб и компонентов могут включать в себя эффективное защитное покрытие или изоляцию. Этот метод контроля над коррозией может дополняться катодной защитой, такой, как защита "жертвенными" анодами, фундаментными устройствами выпрямительного диода заземления и подходящими дренажными связками на участках с блуждающими токами. Материалы должны выбираться с должным учетом типа применяемой дополнительной антикоррозийной защиты.

IV-2.2. Защитное покрытие.

IV-2.2.1. Защитные покрытия, применяемые в целях контроля над внешней коррозией, должны:

- (А). Налагаться на, должным образом, подготовленную поверхность №
- (В). смягчать коррозию;
- (С). иметь достаточную адгезию к поверхности металла и быть свободной от пустот, чтобы эффективно сопротивляться подпленочной миграции влаги;
- (D). быть достаточно пластичной, чтобы сопротивляться растрескиванию;
- (Е). иметь достаточную прочность, чтобы сопротивляться повреждениям, вызванным обращением с ними или напряжениями почвы;

¹ Необязательные приложения нумеруются римскими числами; обязательные приложения нумеруются буквами. Следовательно, римское число I не используется, чтобы не путаться с буквой I

² NACE: National Association of Corrosion Engineers, P.O. Box 1499, Houston, Texas 77001

(F). быть устойчивыми к ударам.

IV-2.2.2. Покрытия должны иметь низкую способность поглощения влаги и должны обеспечивать высокое электрическое сопротивление. Могут использоваться бетонные покрытия, должным образом составленные.

IV-2.2.3. Трубопроводные покрытия должны осматриваться визуально, с помощью детектора пропусков и толщинометра, до засыпки траншеи. Любые незакрытые участки, тонкие участки, пропуски или другие повреждения покрытия должны быть устранены и повторно исследованы до засыпки траншеи.

IV-2.2.4. Меры предосторожности должны предприниматься, чтобы минимизировать повреждения трубопроводного покрытия во время инсталляции, если закрытая труба инсталлируется с помощью бурения, забивания или аналогичных методов.

IV-2.2.5. Покрытия труб должны защищаться от повреждения в результате неблагоприятных условий в траншее или повреждения со стороны опорных блоков. С покрытием должна контактировать только очень мелкая засыпка. Этот слой мелкой засыпки должен быть непрерывным и иметь достаточную толщину, чтобы предотвратить повреждение покрытия со стороны более крупных частиц засыпки.

IV-2.2.6. Операция засыпки должна тщательно контролироваться, чтобы предотвратить повреждение трубопроводного покрытия.

IV-2.3. Система катодной защиты.

IV-2.3.1. Система катодной защиты должна устанавливаться на всех новых подземных трубопроводах из углеродистой стали, легированной стали, пластичного чугуна, литого чугуна, алюминия и других металлических трубопроводах, если только нельзя продемонстрировать, с помощью исследований, испытаний или опыта, что катодная защита не нужна.

IV-2.3.2. Все системы катодной защиты должны отвечать одному или нескольким критериям, содержащимся в Разделе 6 самой свежей версии NACE Standard RP-01-69.

IV-2.3.3. Ток катодной защиты должен контролироваться, так чтобы предотвращать повреждения защитного покрытия, трубы или компонентов.

IV-2.4. Электрическая изоляция.

IV-2.4.1. Подземные или погруженные покрытые и непокрытые трубопроводные системы должны быть электрически изолированы на всех соединениях с соседними системами, за исключением случаев, когда используется общая катодная защита или когда подземные металлические конструкции соединяются электрически и защищаются катодно, как единое целое. Электрическая изоляция разнородных металлов, то есть стальной трубы, присоединенной к алюминиевому резервуару, должна быть обеспечена.

IV-2.4.2. Заземление всех трубопроводных систем, когда требуется, должно быть в соответствии с IEEE³ Standard 142 или приемлемыми альтернативными стандартами.

IV-2.4.3. Электропроводность всех подземных или погруженных металлических трубопроводных систем рекомендуется для правильного заземления и для облегчения установки катодной защиты. Проводимость через все механические соединения должна достигаться за счет электропроводных металлических шин.

IV-2.4.4. Когда трубопроводные системы размещены рядом с основаниями вышек электропередачи, заземляющими кабелями, заземляющими штырями или в других местах, где можно ожидать токи повреждения или необычный риск удара молнией, трубопровод должен быть обеспечен защитой от повреждения, которое может произойти из-за токов повреждения или ударов молний. Защитные меры должны также быть приняты на изоляционных устройствах, когда они используются.

IV-2.4.5. Если используется водопропускная труба или закладная втулка, заключенная в них труба должна иметь независимую опору за пределами каждого торца втулки и должна быть электрически изолирована по всей длине участка.

IV-2.5. Электрическая защита.

IV-2.5.1. Возможность внешней коррозии, вызванной блуждающими электрическими токами в земле, признается этим Сборником. Эти блуждающие токи генерируются источниками, независимыми от трубопроводной системы и преобладают в высокоиндустриальных районах, регионах с большим количеством шахт и в местах, содержащих слои породы с высоким напряжением, прямым током. Системы катодной защиты соседних трубопроводных линий также являются распространенным источником блуждающих земляных токов.

IV-2.5.2. Защита трубопроводной системы от коррозии, вызванной блуждающими токами, должна быть обеспечена за счет плакировки, усиленной электрической катодной защиты, дополнительных защитных покрытий или изолирующих фланцев.

IV-2.5.3. Каждая система катодной защиты, предусмотренная для заводского трубопровода, должна проектироваться и устанавливаться так, чтобы минимизировать любые неблагоприятные влияния на соседние подземные металлические конструкции.

IV-3.0. КОНТРОЛЬ НАД ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИЕЙ.

IV-3.1

Внутренняя коррозия может возникать во время эксплуатации. Жидкость или газ, которые будут корродировать внутренние поверхности трубопровода, не должны транспортироваться, если только его защитные

³ IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 445 Hose Lane, P.O. Box. 1331, Piscataway, NJ 08855

эффекты не были исследованы. Материал трубопровода и любая облицовка должны выбираться так, чтобы быть совместимыми с технологической средой, чтобы минимизировать коррозию, в соответствии с NACE Standard RP-01-75.

IV-3.2. Ингибиторы.

Если ингибиторы используются для контроля над внутренней коррозией, достаточное количество испытательных образцов или других типов техники мониторинга должны использоваться, чтобы адекватно определить эффективность ингибиторов.

IV-3.3. Облицовки.

Если облицовки используются, чтобы предотвратить коррозию, они должны отвечать требованиям к качеству, установленным инженером проекта. Они должны исследоваться в соответствии с промышленно рекомендуемыми практиками. Весь базовый материал и поверхности металла сварного шва должны быть покрыты облицовкой, по крайней мере, толщиной, указанной проектировщиком.

IV-3.4. Меры предосторожности при гидростатическом испытании.

Оборудование, изготовленное из аустенитной (серия 300) и ферритной (серия 400) нержавеющей стали, и требующее проведения гидростатического испытания, должно испытываться с деионизированной водой, пароконденсатом высокой степени чистоты или питьевой водой, указанными в порядке уменьшения предпочтительности.

ЗАМЕЧАНИЕ: Питьевая вода в этом контексте определяется в соответствии с практикой США, имеет содержание хлорида максимум 250 частей на миллион и дезинфицируется хлором или озоном.

После завершения испытания, оборудование должно быть тщательно дренировано при всех вентиляционных отверстиях в высоких точках открытых во время водоспуска, и высушено продувкой воздухом, сваббированием или другими подходящими средствами. Если немедленный водоспуск и сушка не возможны, вода гидростатического испытания должна циркулировать в трубопроводе, по крайней мере, в течение одного часа ежедневно, чтобы снизить возможность точечной коррозии и микробиологически вызванной коррозии.

IV-4.0. КОНТРОЛЬ НАД ВНЕШНЕЙ КОРРОЗИЕЙ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДА, ПОДВЕРЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ АТМОСФЕРЫ.

IV-4.1

Трубопровод, который подвергается воздействию атмосферы, должен защищаться от внешней коррозии с помощью коррозионно-устойчивых материалов или с помощью применения защитных покрытий или красок.

IV-5.0. МОНИТОРИНГ УТОНЫШЕНИЯ СТЕНКИ ТРУБЫ, ВЫЗВАННОГО ЭРОЗИЕЙ/КОРРОЗИЕЙ.

IV-5.1. Определение.

Эрозия/коррозия (Е/С) – это поточный ускоренный коррозионный процесс, который приводит к потере толщины стенки в трубах из углеродистой стали или низколегированной стали, подверженных воздействию воды или влажного пара. Параметры, которые влияют на скорость потери металла, включают температуру воды или пара, pH, содержание кислорода в среде, качество пара, скорость потока и схему трубопровода, а также содержание хрома, меди и молибдена в материале трубопровода. Этот параграф IV-5.0 не применяется к другим механизмам утоньшения стенки, таким как общая коррозия, микробиологически вызванная коррозия или кавитация.

IV-5.2. Системы и компоненты, подверженные эрозии/коррозии.

Эрозия/коррозия вызвала аварии трубопроводов или серьезное утоньшение стенки в следующих системах:

- Питательная вода, вспомогательная питательная вода
- Рециркуляция питательной воды
- Рециркуляция конденсата
- Вытяжка
- П-образное колено турбины
- Экстракционный пар
- Промперегреватель влагосепаратора
- Водоспуск, капеуловитель и вентиляция нагревателя питательной воды

Повреждения трубопровода в результате Е/С не ограничиваются этими системами, и могут происходить в любой системе трубопроводов из углеродистой или низколегированной стали, которая подвергается воздействию воды или влажного пара и работает при температуре выше 200°F. Параметры системы и их влияние на скорость Е/С показаны в Таблице IV-5.2.

Типичные трубопроводные компоненты, которые, как известно, испытывают утоньшение стенки в результате Е/С, включают колена, тройники, редукторы и сильно стянутые фитинги. Трубопровод вниз и вверх по потоку от этих фитингов и вниз по потоку от сопел и распределительных клапанов также подвержен утоньшению стенки.

IV-5.3. Методы выявления,

Выявление утоньшения стенки в результате Е/С может быть проведено несколькими методами исследования неразрушающими методами, включая визуальное, радиографическое, ультразвуковое исследование и другие методы измерения. Однако, наиболее широко используемый метод для выявления утоньшения стенки, вызванного Е/С, это ультразвуковое исследование толщины. Текущие промышленные практики

Таблица IV-5.2

Параметр	Скорость E/C увеличивается, если параметр
Скорость потока среды	Больше (> 10 футов в секунду для воды) (> 150 футов в секунду для пара)
Уровень pH среды	Меньше, чем 9.2
Содержание кислорода в среде	Меньше, чем 30 ppb
Температура среды	200°F – 450°F (вода) 200°F – 500°F (влажный пар)
Качество пара	Меньше чем 100%
Геометрия компонента	Такая, что создает большую турбулентность
Содержание легирующей добавки в металле компонента – хрома, меди и молибдена	Меньше

поддерживают использования воспроизводимого сеточного шаблона с идентифицируемыми контрольными точками на пересечениях сетки. Размер сетки должен быть не больше, чем $2\sqrt{r_m}$, где: r – это внешний радиус, а t_n – номинальная толщина стенки трубопроводного компонента, за исключением того, что размеры сетки не обязательно должны быть меньше, чем 1 дюйм и не должны быть больше 6 дюймов. Показания толщины должны записываться на точках пересечения сетки и на трубе, между точками сетки, просканированными для обнаружения локального утоньшения. Если не выявлено неприемлемого утоньшения, необходимо снять дополнительные показания и записать их на более мелкой или более обширной сетке. Если утоньшение выявлено в пределах границ сетки компонента, более мелкая сетка должна быть определена в пределах компонента, чтобы дальше определить участок износа и получить точки размещения для документальной записи измерений. Если неприемлемое утоньшение обнаружено на границе сетки, сетка должна быть расширена в направлении утоньшения до тех пор, пока показания толщины не станут приемлемыми.

IV-5.4. Стандарты приемлемости.

Толщина стенки t_m каждого осмотренного компонента, требуемая этим Сборником, должна определяться, в соответствии с параграфом 104 этого Сборника. Требуемая толщина стенки должна учитывать минимальную толщину стенки, требуемую для удовлетворения всех требований по напряжению в параграфе 104.

Расчет прогнозируемой толщины стенки t_p , при следующем исследовании, должен проводиться для всех компонентов с замеренной толщиной стенки, меньшей чем 87.5% от номинальной толщины стенки t_n .

(A). Все компоненты с t_p , при следующем исследовании, меньшей, чем t_m или 70% от t_n (в зависимости от того, какая величина будет большей), должны быть идентифицированы. Дополнительные исследования во время текущего осмотра должны быть проведены для:

(1). эквивалентных трубопроводных компонентов в других линиях, когда система, содержащая рассматриваемый трубопроводный компонент, состоит из более чем одной линии;

(2). дополнительных компонентов в той же системе/линии, которые были определены как подверженные E/C.

Когда (1) и (2), выше, выявляют дополнительные компоненты, которые отвечают критерию (а)(1), выше, этот процесс должен повторяться до тех пор, пока больше никакие дополнительные компоненты не будут удовлетворять этому критерию.

(B). Все компоненты с прогнозируемой толщиной стенки при следующем исследовании меньшей или равной большей из величин t_m и $0.3t_n$ должны быть отремонтированы, заменены или оценены на приемлемость для продолжительной эксплуатации. Процедура оценки приемлемости предложена в [2] и [3] параграфа IV-5.6.

IV-5.5. Процедуры ремонта/замены.

Ремонт или замена трубопроводных компонентов должны проводиться, в соответствии с Приложением V. Скорости эрозии для хромово-молибденовых сплавов существенно ниже, чем для углеродистых сталей, и практически не встречаются у нержавеющей сталей. Когда выбирается замена, при выборе материала сменного компонента должна учитываться повышенная сопротивляемость легированных сталей E/C. Использование подкладочных колец, которые могут создать участки локальной турбулентности, которая будет способствовать развитию повреждений от E/C, необходимо избегать.

IV-5.6. Ссылки.

- [1]. Частный случай Сборника правил ASME N-480, одобренный 1 мая 1990 года.
- [2]. Отчет EPRI NP-5911M "Критерии приемлемости для структурной оценки утоньшения, вызванного E/C в трубопроводах из углеродистой стали", июль 1988 года.
- [3]. ASME N31G "Руководство по определению остаточной прочности корродированных трубопроводов"
- [4]. NUREG-1344 "Утоньшение стенки трубы, вызванное эрозией/коррозией, на атомных электростанциях США", апрель 1989 года.
- [5]. Отчет EPRI NP-3944 "Эрозия/Коррозия в трубопроводах атомных электростанций: причины и руководство по созданию программы осмотров", апрель 1985 года.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ V¹. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПРАКТИКА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И МОДИФИКАЦИИ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Сборник правил для энергетических трубопроводов ASME B31.1 устанавливает минимальные требования к строительству энергетических и вспомогательных трубопроводов, находящихся в сфере действия параграфа 1001. Однако, Сборник не содержит правил или других требований для определения оптимального функционирования системы, эффективной эксплуатации завода или других мер, необходимых для того, чтобы гарантировать эксплуатационную долговечность трубопроводных систем. Эти вопросы относятся на ответственность проектировщика и, после завершения строительства и передачи в эксплуатацию, персонала эксплуатационной компании, ответственного за работу завода.

Предыдущий опыт показал, что существует потребность в определении приемлемых заводских практик для достижения как надежной эксплуатации, так и предсказуемого срока службы при эксплуатации систем энергетических трубопроводов. Это необязательное Приложение задумано с этой целью. Для этого, Приложение V собрано в три части, которые признают и рассматривают следующие базовые вопросы.

эксплуатация: проект трубопроводной системы основывается на указанных эксплуатационных требованиях и эксплуатационных ограничениях. Последующая эксплуатация в пределах указанных границ предполагается, а, для некоторых систем, будет важна для достижения приемлемого срока эксплуатации.

техническое обслуживание: проект трубопроводной системы предполагает, что будет обеспечено разумное техническое обслуживание и разумная эксплуатация завода. Недостаток этого приведет, в некоторых случаях, к увеличенной степени неопределенности в отношении срока службы трубопроводной системы.

модификации: будущие модификации трубопроводной системы или ее операционных функций не предполагается в исходном проекте, если только это не указано специально. Модификации не должны нарушать целостность проекта трубопроводной системы.

Практики, указанные в Приложении V, рекомендуются для всех заводов и систем, находящихся в сфере действия Сборника правил для энергетических трубопроводов, как для новых конструкций, так и для существующих заводов, находящихся в эксплуатации. Приемлемое применение этих или эквивалентных практик будет благотворным для новых систем. Применение этих практик рекомендуется для систем энергетических трубопроводов на действующих заводах.

Рекомендуемые практики, содержащиеся в этом Приложении, определяют минимальные требования для разработки программы по приспособлению базовых вопросов к эксплуатации, техническому обслуживанию, модификации и замене компонентов трубопроводной системы.

Устанавливается требование к созданию программы ведения учета, которая может служить контрольной точкой для анализа искажений или потенциальных аварий трубопроводной системы. Такая программа нацелена на идентификацию искажений или аварий и гарантирование совместимости между материалами и компонентами существующих трубопроводных систем с участками, претерпевающими ремонт, замену или модификацию.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ².

Сборник: Сборник правил для напорных трубопроводов ASME, Сборник правил для энергетических трубопроводов ASME B31.1.

компонент: оборудование, такое как сосуд, труба, насос или клапана, которые объединяются с другими компонентами, чтобы образовать систему.

критические трубопроводные системы: те трубопроводные системы, которые являются частью циркуляционного контура "питательная вода – пар" парогенерирующей станции, и все системы, которые работают в условиях двухфазного потока. Критические трубопроводные системы включают напорные трубы трубопроводов и их опоры, ограничители и корневые клапаны. Опасные газы и жидкости при всех условиях по температуре и давлению также включены сюда. Эксплуатационная компания может, по своему усмотрению, рассматривать другие трубопроводные системы, как критические, и в этом случае может рассматривать их как часть этого определения.

исследование: элемент осмотра, состоящий из обследования материалов, компонентов, расходных материалов или услуг для определения соответствия указанным требованиям, которые могут быть определены таким обследованием.

¹ Необязательные Приложения нумеруются римскими цифрами; обязательные приложения нумеруются буквами. Поэтому римская цифра I не используется, чтобы не путать ее с буквой I

² Определения касаются этого Приложения

Исследование обычно является неразрушающим и включает простые физические манипуляции, замеры и измерения.

авария: такое физическое состояние, которая делает невозможным использование системы, компонента или опоры.

техническое обслуживание: действия, требуемые для того, чтобы гарантировать надежную и продолжительную работу станции, включая уход, ремонт и замену установленных систем.

модификация: изменение в дизайне или эксплуатации трубопровода, выполненное, в соответствии с требованиями и ограничениями Сборника.

Эксплуатационная компания: Владелец, пользователь или агент, действующий на благо Владельца, который несет ответственность за проведение эксплуатации и функций технического обслуживания трубопроводных систем, находящихся в сфере действия Сборника.

процедура: документ, который указывает или описывает то, как необходимо выполнять некоторое действие (деятельность). Она может включать методы, которые должны применяться, оборудование или материалы, которые должны использоваться, и последствия таких действий.

квалификация (персонал): демонстрация способностей, полученных за счет тренинга и/или опыта, которые делают человека способным выполнять требуемую функцию.

обновление: действие, которое отбраковывает существующий компонент и заменяет его новым или существующим запасным компонентом такого же или лучшего качества, что и оригинальный компонент.

ремонт: чтобы восстановить системы или компонент до его расчетного эксплуатационного состояния, когда необходимо, чтобы отвечать всем требованиям Сборника.

техническое требование (спецификация): набор требований, которые должны быть удовлетворены продуктом, материалом или процессом, указывающий, когда необходимо, процедуры, посредством которых можно определить, удовлетворены ли указанные требования.

V-1.0. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

V-1.1. Применение.

V-1.1.1. Это приложение рекомендует минимальные требования для программ по эксплуатации и техническому обслуживанию систем энергетических трубопроводов в рамках ASME B31.1, а также требования к ремонту таких систем.

V-1.1.2. Местные условия и размещение трубопроводных условий (например, в помещении, на улице, в траншеях

или подземные) будет существенно влиять на подход, используемый при разработке конкретной процедуры эксплуатации или технического обслуживания. Соответственно, методы и процедуры, установленные здесь, служат лишь общим руководством. Эксплуатационная компания несет ответственность за осмотр, испытание, эксплуатацию и техническое обслуживание трубопроводной системы и должна нести ответственность за принятие разумных действий с учетом условий, имеющих место на заводе.

V-1.2. Соответствие.

V-1.2.1. Когда соответствие временным интервалам для исследований, рекомендуемым в этом документе, непрактично, можно продлить такие интервалы, если оценка покажет, что это не вызовет никаких угроз безопасности.

V-1.3. Требования.

V-1.3.1. Это Приложение рекомендует, чтобы следующие перечисленные пункты были разработаны и внедрены:

(А). полный проект и отчеты по установке для трубопроводных систем с большим внутренним диаметром "в заводском исполнении", включая трубные компенсаторы, подвески, ограничители и другие опорные элементы. Эксплуатационная компания должна определить, трубы каких размеров считать крупными.

(В). отчеты по эксплуатации и техническому обслуживанию;

(С). программа периодического осмотра и мониторинга;

(D). процедуры для регистрации и анализа аварий;

(E). процедуры для технического обслуживания, ремонта и замены;

(F). процедуры для консервации трубопроводных систем и поддержания трубопроводных систем в эксплуатационном или законсервированном состоянии;

(G). процедуры для гарантирования того, что весь персонал, задействованный в непосредственном техническом обслуживании таких трубопроводных систем, как определено в параграфе V-4.2.1(C), квалифицирован за счет обучения или опыта на осуществление своих обязанностей или выполнение работы.

V-2.0. ПРОГРАММА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.

V-2.1.

Каждая Эксплуатационная компания должна разработать программу эксплуатации и технического обслуживания, состоящую из ряда письменных процедур, помня, что невозможно установить единый набор процедур эксплуатации и технического обслуживания, применимый ко всем трубопроводным системам. Процедуры эксплуатации и технического обслуживания должны включать: квалификации персонала, определенные Эксплуатационной компанией, динамику и отчеты по материалам, и вспомогательные планы, которые должны быть использованы в случае аварий трубопроводной системы.

V-2.2

Каждый завод должен вести и сохранять следующую документацию, которая существует для каждой установки:

- (А). текущие чертежи трубопровода;
- (В). изометрические (или другие) чертежи, которые указывают положение сварных швов;
- (С). техническую спецификацию трубопровода, охватывающую материал, внешний диаметр и толщину стенки;
- (D). диаграммы потока;
- (Е). чертежи опор;
- (F). схемы установки опор;
- (G). отчеты по любым модификациям трубопроводной системы;
- (H). отчеты по сертификации материалов;
- (I). отчеты по эксплуатационным событиям, которые выходят за рамки проектных критериев трубопровода или опор;
- (J). данные по клапанам;
- (K). допустимые реакции на трубопроводных присоединениях;
- (L). сварочные процедуры и отчеты.

V-3.0. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И МОДИФИКАЦИИ.

V-3.1.

Эксплуатационная Компания должна иметь процедуры для следующего:

- (А). выполнение нормальной работы по эксплуатации и техническому обслуживанию. Эти процедуры должны включать достаточно подробные инструкции для работников, занятых на эксплуатации и техническом обслуживании трубопроводных систем;
- (В). действия, требуемые в случае аварии или неправильного функционирования трубопроводной системы, которые могут угрожать безопасности персонала, безопасной работе или остановке системы. Процедуры должны учитывать:
 - (В.1). требования, определенные для эксплуатации и технического обслуживания трубопроводной системы, и должны включать аварийные условия, при которых может потребоваться остановка системы. Процедуры должны включать, как требуемые действия, так и последствия таких действия для связанных систем или подсистем.
 - (В.2). назначение персонала, ответственного за выполнение требуемых действий, и минимальные требования по инструктажам, тренингу и квалификации такого персонала.
 - (С). периодические осмотры и оценка изменений условий, влияющих на безопасность трубопроводной системы. Эти процедуры должны предусматривать систему доклада назначенным ответственным лицам, для того чтобы могли быть приняты корректирующие меры.

(D). гарантия того, что модификации проектируются и внедряются квалифицированным персоналом и в соответствии с положениями Сборника;

(Е). анализ аварий, чтобы определить причину и разработать корректирующие действия для минимизации вероятности рецидива;

(F). преднамеренная консервация ненужных трубопроводных систем или их частей, и техническое обслуживание систем, которые не используются в течение длительного времени, в соответствии с правилами Эксплуатационной компании;

(G). гарантирование того, что при проведении операций технического обслуживания обращаются к руководствам и справочникам по эксплуатации;

(H) каталогизация, сохранение, обновление сборников инструкций;

(I). сохранение отчетов по эксплуатации и техническому обслуживанию, и

(J). периодический просмотр и изменение процедур, диктуемое опытом или изменением условий.

V-4.0. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ И ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДА И ТРУБОПРОВОДНЫХ ОПОР.

V-4.1. Программа технического обслуживания.

V-4.1.1. Программа технического обслуживания должна включать следующие свойства:

- (А). цель программы;
- (В). частота выполнения всех элементов технического обслуживания и осмотров, указанных в программе;
- (С). общие требования, связанные с исходным положением подвески во время запуска установки, изменениями и регулировкой положения подвески во время периодических осмотров и ознакомлению с инструкциями и руководствами по техническому обслуживанию производителя, применимыми к компонентам, включенным в программу;
- (D). обновление и модификация, которые могут быть желательны, в соответствии с положениями данного Сборника и технологическими достижениями или по другим причинам;
- (Е). шаги по обеспечению того, чтобы персонал, занимающийся техническим обслуживанием и осмотрами, постоянно был знаком с положениями программы.

V-4.2. Персонал.

V-4.2.1. До той степени, какая будет необходима для соответствия программе технического обслуживания Эксплуатационной компании, только квалифицированный и обученный персонал должен использоваться для следующего:

(А). осмотр, замеры и запись положения трубопроводных систем и подвесок;

(В). регулировка подвесок и всех других компонентов опорных и ограничительных систем, и

(С). ремонт и периодическая плановая работа по техническому обслуживанию, включая, но не ограничиваясь перечисленным:

(С.1). плановая сборка трубопровода, включая сварку интегральных креплений;

(С.2). механический ремонт клапанов, ловушек и аналогичных типов особых трубопроводных компонентов, включая набивки;

(С.3). удаление и замена трубопроводной изоляции;

(С.4). смазка применимых компонентов трубопровода и подвески, таких как клапаны и постоянные опоры, техническое обслуживание уровней среды в гидравлических ограничителях; и перемещение гидравлических и механических динамических ограничителей (амортизаторов).

(С.5) плановое наблюдение за изменением условий, включая изменения положения трубопровода и установки трубопроводных подвесок и амортизаторов.

V-4.2.2. Просмотр записей и отчетов по авариям и решения, касающиеся корректирующих мер или ремонтов, должны приниматься квалифицированным трубопроводным инженером лично или под его непосредственным руководством.

V-4.2.3. Персонал, проводящий сварку и термическую обработку.

(А). Сварщики должны квалифицироваться по одобренным сварочным процедурам. Квалификация сварочных процедур и квалификация работы сварщика должны проводиться, в соответствии с требованиями параграфа 127.5

(В). Обученный персонал должен проводить предварительный нагрев и послесварочную термическую обработку, как описано в требованиях параграфа 131.

V-4.2.4. Персонал, проводящий исследования, осмотры и испытания. Обученный персонал должен проводить исследования неразрушающими методами (NDE), включая визуальные осмотры и испытания на утечку (LT), в соответствии с требованиями параграфа 136.

V-5.0. АРХИВ ДАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ.

V-5.1. Учет.

V-5.1.1. Учет должен вестись до такой степени, чтобы можно было проводить значимый анализ аварий или реконструировать предшествующее состояние, если это потребуется. Этот учет может ограничиваться теми системами, которые идентифицированы как критические (в том смысле, как указано в этом Приложении).

V-5.1.2. Следующие данные, перечисленные ниже, рекомендуется включать в архив данных по материалам и, когда возможно, они должны быть прослеживаемыми до конкретных компонентов трубопроводной системы:

(А). закупочные документы, включая спецификации;

(В). дата начала эксплуатации и эксплуатационные условия;

(С). список материалов, как оригинальных, так и сменных, с указанием места в системе и технического требования к материалу;

(D). физические и механические свойства из отчетов по испытаниям материалов (если имеются), включая следующие данные, в зависимости от применимости:

(D.1). Отчеты Производителя по испытанию материалов или сертификаты соответствия;

(D.2). химический анализ;

(D.3). испытания на ударную вязкость;

(D.4). особые процессы обработки, то есть термическая обработка, механическая обработка и так далее

(E), толщины стенок, когда их можно получить из отчетов по строительству или техническому обслуживанию, включая требования к расчетной минимальной толщине стенки;

(F). записи обо всех изменениях или ремонтах;

(G). отчеты по исследованиям неразрушающими методами (включая радиографии, если имеются);

(H) особые покрытия, облицовки или другие средства для защиты от коррозии или эрозии;

(I) отчеты по авариям.

V-5.2. Отчеты по авариям.

V-5.2.1. Эксплуатационная компания должна нести ответственность за расследование всех материалов аварий в критических трубопроводных системах. Должна быть установлена причина аварии. Отчет по результатам такого расследования должен быть включен в архив данных по материалу и должен, как минимум, содержать следующую информацию:

(А). краткое описание проектных требований;

(В). отчет по эксплуатации и испытаниям аварийных компонентов;

(С). любую предысторию компонента;

(D). любые особые условия (коррозия, необычные нагрузки, термические отклонения и так далее), которые могли способствовать аварии;

(E). заключение по причине аварии;

(F). рекомендации по корректирующим мерам для минимизации рецидивов;

(G). Корректирующие меры, которые были предприняты, включая проверку удовлетворительности их применения;

(H). подробности коррективных мер и рекомендации, если имеются, для аналогичных действий на других трубопроводных системах.

V-5.3. Восстановление после аварии.

V-5.3.1. Дефектные компоненты должны быть отремонтированы или заменены сравнимыми или улучшенными материалами, допустимыми этим Сборником, после оценки аварии и с учетом заключения по причине аварии. Даже когда материалы заменяются на аналогичные ли улучшенные, формальный отчет по аварии должен следовать требованиям параграфа V-5.2.

V-5.3.2. Следует проявлять осторожность при замене компонентов системы, чтобы гарантировать, что никакая часть системы неперенапряжена. Напряжения в отремонтированной системе должны быть равными или меньшими, чем исходные напряжения, если только анализ не допускает увеличенные напряжения. Во время замены компонента, трубопроводная система должна быть обеспечена временными опорами или ограничителями с обеих сторон от компонента, который должен быть удален, так чтобы его холодное положение (в том виде, в каком он был обнаружен) до тех пор, пока не будет установлен компонент. Если желательное положение трубопровода не может поддерживаться, необходимо провести анализ, чтобы определить причину проблемы. Новый анализ напряжения может оказаться необходимым. Осторожность следует проявлять при работе с системой, которая была подвергнута самопружиниванию или холодной стяжке.

V-5.3.3. Подготовка к сварке и посадка сварных соединений должны отвечать требованиям Главы V.

V-5.3.4. Сварочные процедуры и предварительный нагрев/послесварочная термическая обработка сварных соединений должны отвечать минимальным требованиям Главы V.

V-5.4. Записи по сварке.

V-5.4.1. Записи должны вестись для всех сварных швов в критических трубопроводных системах. Эти записи должны включать следующее, но не ограничиваться перечисленным:

- (А). отчеты по изначальной сборке, если имеются;
- (В). ремонтные и модификационные сварные швы, включая место и глубину раскопки;
- (С). сварочные процедуры и квалификационные испытания;
- (D). отчеты по исследованиям неразрушающими методами;
- (Е). выполненная термическая обработка.

V-5.5. Программа осмотров для материалов с неблагоприятной историей.

V-5.5.1. Материалы, в отношении которых имеются сообщения о том, что они проявляют неблагоприятные рабочие характеристики при некоторых условиях, должны получать особое внимание со стороны Эксплуатационной компании в рамках программы по плановому исследованию и испытанию. Эта программа должна включать разработку процедур для ремонта и замены материала, когда Эксплуатационная компания определяет, что необходимо такое действие.

V-5.5.2. Методы наблюдения и анализа должны определяться Эксплуатационной компанией.

V-5.5.3. Частота осмотра материала должна учитывать ожидаемый срок службы компонента.

V-5.6. Исследование неразрушающим методом.

V-5.6.1. Исследования неразрушающими методами, используемые для исследования любых подозрительных материалов или проблемных участков, должны быть в соответствии с Главой VI.

V-6.0. ДИНАМИКА ПОЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ.

V-6.1. Общие положения.

V-6.1.1. Движения критические трубопроводных систем из их проектных положений должны использоваться для оценки цельности трубопровода. Эксплуатационная компания должна иметь программу, требующую, чтобы такие движения снимались (считывались) на периодической основе с помощью процедуры, исключающей необязательное удаление изоляции при проведении замеров; смотрите параграф V-6.3. Необходимо вести постоянный учет движений трубопроводной системы. Эксплуатационная компания должна оценить влияние изменения положения на безопасность трубопроводной системы и принимать соответствующие коррективные меры.

V-6.1.2. Хотя Сборник признает, что высокотемпературные трубопроводные системы редко возвращаются в свое исходное положение после каждого термического цикла из-за релаксации, критические трубопроводные системы (как они определены здесь) должны поддерживаться в пределах границ, определенных в инженерном проекте.

V-6.2. Визуальный осмотр.

V-6.2.1. Критические трубопроводные системы должны наблюдаться визуально, так часто, как считается необходимым, и любые необычные состояния должны быть доведены до сведения персонала, как описано в процедурах параграфа V-3.1. Наблюдения должны включать определение вмешательства со стороны других трубопроводов или оборудования, вибрации и общего состояния опор, подвесок, направляющих, якорей, вспомогательной арматуры и креплений и так далее.

V-6.3. Маркеры положения трубопровода.

V-6.3.1. С целью легкого проведения периодического определения положения, рекомендуется наносить на критические трубопроводные системы постоянные метки или указатели, прикрепленные к трубопроводным компонентам. Положение таких маркеров или указателей должны отмечаться и записываться с учетом стационарных исходных контрольных точек.

V-6.3.2. размещение указателей должно быть таким, чтобы не создавалась угроза безопасности персонала.

V-6.4. Подвески и опоры в критических трубопроводных системах и других избранных системах.

V-6.4.1. Показания положения подвесок переменного или постоянного типа должны определяться периодически. Рекомендуется, чтобы такие показания получались, когда труба находится в своем полностью горячем состоянии и, если это практично, когда система является разумно холодной в дни года, когда это допускается, в соответствии с режимом эксплуатации. Необходимо записывать температуру трубы во время снятия показаний на подвесках.

V-6.4.2. Переменные и постоянные опорные подвески, амортизаторы вибрации, амортизаторы ударов, глушители, скользящие опоры и жесткие штанги подвесок должны проходить техническое обслуживание, в соответствии с ограничениями, указанными производителем и проектировщиками. Техническое обслуживание таких элементов должно включать, но не обязательно ограничиваться перечисленным: очистку, смазку и антикоррозийную защиту. Все динамические ограничители (амортизаторы) должны периодически встряхиваться.

V-6.5. Отчеты по критическим трубопроводным системам и другим избранным системам.

V-6.5.1. Показания положения трубопровода и показания шкалы рабочего хода переменных и постоянных опорных подвесок должны записываться на учетных листках так, чтобы их можно было легко интерпретировать. Смотрите рисунок V-6.5, на котором приведен предлагаемый учетный листок по подвескам. Записи исходных положений для всех подвесок должны делаться до начала коммерческой эксплуатации завода. Учетные листки должны сопровождаться планом размещения опор трубопровода или чертежом трубопроводной системы с четко указанными на нем номерами меток подвесок. Кроме того, должны вестись и сохраняться отчеты, показывающие движения трубных компенсаторов или движения в трубных компенсаторах, включая записи горячих и холодных положений при эксплуатации или останове, особенно тех, которые не снабжены контрольными штангами или карданными шарнирами.

V-6.6. Рекомендации.

V-6.6.1. После полного исследования отчетов (параграф V-6.5), рекомендации необходимым по коррективным мерам должны быть вынесены трубопроводным инженером или квалифицированным ответственным лицом или организацией. Ремонты и/или модификации должны проводиться квалифицированным техническим персоналом для всех следующих компонентов:

(А). сильно корродированные подвески и другие опорные компоненты;

(В). сломанные пружины или любая арматура, которая является частью поной подвески или опорного узла;

(С). сильные трубопроводные вибрации; сотрясения или движения управляющего механизма клапана;

(D). мешающие действия трубопроводов;

(Е). избыточное отклонение трубопровода, которое может потребовать установки пружинных устройств, имеющих больший диапазон рабочего хода;

(F). провисание трубопровода, которое может потребовать регулировки подвески или повторного анализа и повторного проектирования опорной системы;

(G). подвеска находящаяся на вершине или внизу доступного рабочего хода;

(H). потребность в регулировке мощности подвески по несению нагрузки;

(I). потребность в регулировке штанг или стяжек подвесок для компенсации ползучести или релаксации трубопровода;

(J). ослабленные или сломанные якоря;

(K). неадекватные зазоры на направляющих;

(L). неадекватные вентиляционные зазоры предохранительного клапана на выходе из предохранительного клапана;

(M). любые сбойные или деформированные подвески, направляющие, U-образные болты, якоря, амортизаторы или поглотители ударов, скользящие опоры, глушители или опорная арматура;

(N). неприемлемые движения в трубных компенсаторах;

(O). низкий уровень среды в гидравлических трубопроводных ограничителях.

V-7.0. КОРРОЗИЯ ТРУБОПРОВОДА.

V-7.1. Общие положения.

V-7.1.1. Этот раздел касается требований к осмотру критических трубопроводных систем, которые могут подвергаться внутренней или внешней коррозии/эрозии, таких как подземные трубы, трубы в коррозионной атмосфере или трубы, работающие с коррозионными или эрозивными веществами. Требования по осмотру трубопроводных систем с целью обнаружения утоньшения стенок трубопровода и трубопроводных компонентов, вызванного эрозией/коррозией или поточной коррозией, также включены в этот раздел. Эрозия/коррозия трубы из углеродистой стали, может иметь место в местах, где имеется высокая скорость среды рядом с металлической поверхностью, вызванная либо высокой скоростью, либо присутствием некоторых неоднородностей потока (колесо, редуктор, расширитель, тройник, распределительный клапан и так далее), которые вызывают высокие уровни локальной турбулентности. Процесс эрозии/коррозии может быть связан с влажным паром или водой с высокой чистотой и низким уровнем содержания кислорода. Повреждение может иметь место, как при однофазном, так и при двухфазном потоке. Трубопроводные системы, которые могут быть повреждены эрозией/коррозией, включают (но не ограничиваются перечисленным) линии питательной воды, конденсата, водоспуска нагревателя и экстракции влажного пара.

Техническое обслуживание оборудования и устройств по контролю над коррозией также является частью этого раздела. Могут потребоваться меры в дополнение к тем, что указаны здесь.

V-7.1.2. Когда в этом разделе упоминается коррозия, должно пониматься, что она включает любой механизм коррозии и/или эрозии. Рекомендуемые методы наблюдения и обнаружения, стандарты приемлемости и процедуры ремонта/замены для трубопроводных компонентов, подверженных различным механизмам коррозии/эрозии, включая коррозию, стимулируемую потоком, приведены в необязательном Приложении IV.

V-7.1.3. Руководство по оценке и мониторингу трубопроводов из углеродистой стали, подверженных эрозии/коррозии (коррозии, стимулируемой потоком) приведены в Приложении IV, параграф IV-5.0.

V-7.2. Процедуры.

V-7.2.1. Эксплуатационная компания должна разработать процедуры, которые должны охватывать требования этого параграфа.

V-7.2.2. Процедуры должны выполняться лично или под руководством лиц, квалифицированных (обучением или опытом) в области контроля над коррозией и оценки трубопроводных систем на коррозионный ущерб.

V-7.2.3. Процедуры для контроля над коррозией должны включать, но не ограничиваться перечисленным, следующее:

- (А). окраску для сопротивления внешним условиям;
- (В). нанесение покрытий и/или обмотку для внешней защиты подземных или погруженных систем;
- (С). облицовку для сопротивления внутренней коррозии со стороны технологической среды, когда применимо;
- (D). определение количества коррозии или эрозии внутренней трубой трубопроводной системы, вызванной текущей средой;
- (Е). определение количества внешней коррозии, вызванной окружающими условиями, такими как атмосферой, почвой, при установке в туннелях или крытых траншеях и погружении под воду;
- (F). подготовку отчетов, которые должны указывать всю известную информацию об утечках, тип проведенного ремонта, размещение катодно защищенной трубы и размещение устройств катодной защиты, включая аноды, и
- (G). изучение отчетов по предыдущим осмотрам и выполнение дополнительных осмотров, когда необходимо для ведения архива данных.

V-7.3. Отчеты.

V-7.3.1. Отчеты по испытаниям, наблюдениям и осмотрам, показывающие адекватность контроля над коррозией должны сохраняться на протяжении всего срока эксплуатации трубопроводной системы. Это должно включать в себя отчеты по замеренным толщинам трубы и скоростям коррозии.

V-7.3.2. Отчеты по осмотрам и техническому обслуживанию систем катодной защиты должны

сохраняться на протяжении всего срока эксплуатации защищаемого трубопровода.

V-7.3.3. Наблюдения свидетельств коррозии, обнаруженных во время технического обслуживания или ревизии трубопроводной системы, также должны быть зарегистрированы.

V-7.4. Изучение отчетов.

V-7.4.1. Отчеты должны изучаться и оцениваться обученным персоналом.

V-7.4.2. Когда архив данных по осмотрам или утечкам указывает на то, что активная коррозия имеет место до такой степени, что вероятно возникновение угрозы для безопасности, применимые части системы должны быть заменены коррозионно-устойчивыми материалами или материалами, которые защищены от коррозии, или должны быть сделаны другие подходящие модификации.

V-7.5. Частота исследования.

V-7.5.1. В течение 3 лет после установки, каждая трубопроводная система должна быть исследована на свидетельство наличия коррозии, в соответствии с требованиями, установленными в процедурах Эксплуатационной компании. Трубопровод в тяжелых условиях эксплуатации или сложных условиях окружающей среды должны первый раз исследоваться в пределах времени, соразмерного с тяжестью условий эксплуатации или условий окружающей среды. Корректирующие меры должны приниматься, когда коррозия находится на уровне выше допустимого для оригинального проекта.

V-7.5.2. Повторные исследования должны проводиться через интервалы времени, установленные по результатам первого осмотра, но эти интервалы не должны превышать 5 лет, а корректирующие меры должны приниматься всякий раз, когда будет обнаруживаться активная коррозия.

V-7.5.3. Исследование на свидетельство внутренней коррозии должно проводиться одним из следующих способов:

- (А). просверленное отверстие, с последующим его заглушением;
- (В). ультразвуковое испытание для определения толщины стенки;
- (С). удаление репрезентативного участка трубы на фланцевом присоединении или соединительной муфте;
- (D). удаление небольшого участка трубы;
- (Е). радиографическое исследование на наличие утоньшения стенки трубы;
- (F). бороскопическое исследование или исследование видео щупом, или
- (G). метод, эквивалентный одному из указанных выше.

V-7.5.4. Исследование на свидетельство внешней коррозии должно проводиться после удаления покрытия, изоляции или почвы на репрезентативном коротком участке трубопроводной системы, с учетом разнообразия почвенных условий.

V-8.0. ДОБАВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДА К СУЩЕСТВУЮЩИМ ПРОИЗВОДСТВАМ.

V-8.1. Классификация трубопроводов.

V-8.1.1. Трубопровод и трубопроводные компоненты, которые заменяются, модифицируются или добавляются, к существующим трубопроводным системам, должны отвечать требованиям редакции и приложений Сборника, использованных при проектировании и строительстве оригинальных систем, или более поздних редакций или приложений Сборника, как будет определено Эксплуатационной компанией. Любые дополнительные трубопроводные системы, устанавливаемые на существующих предприятиях, должны считаться новыми трубопроводами и должны отвечать требованиям самой свежей редакции этого Сборника.

V-8.2. Дубликатные компоненты.

V-8.2.1. Дубликаты оригинальных компонентов и материалов допускаются для постоянной замены, при условии, что замена производится как результат разумного износа, а не неправильного применения материала, как например применение неправильного материала в условиях экстремальных температур или коррозионной среде.

V-8.3. Сменные трубопроводы и трубопроводные компоненты.

V-8.3.1. Когда сменные компоненты отличаются от оригинальных компонентов в отношении веса, размеров, схемы размещения или материала, проект затронутой трубопроводной системы должен быть перепроверен, с учетом следующего:

(А). Подвески и опоры должны быть адекватные для дополнительного веса или измененного распределения веса. Они должны соответствовать эластичным характеристикам измененной трубопроводной системы.

(В). Изменения в напряжениях, вызываемых, как в существующих, так в сменных компонентах трубопровода должны быть оценены, и компенсирующие меры должны быть приняты для предотвращения избыточных напряжений в любой части всей измененной трубопроводной системы.

V-9.0. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПУСКНЫЕ И ПЕРЕПУСКНЫЕ КЛАПАНЫ.

V-9.1. Общие положения.

V-9.1.1. Этот раздел применяется к установкам предохранительных, предохранительных перепускных и перепускных клапанов (смотрите Приложение II, в котором должно быть толкование этих терминов). За исключением случаев, когда отмечено другое, все ссылки на "предохранительный клапан" подразумевают ссылку на все три типа клапанов. Предохранительные клапаны должны поддерживаться в хорошем рабочем состоянии. Также, разгрузочные трубы и их опоры должны осматриваться на регулярной основе и поддерживаться в должном состоянии. Любые свидетельства обратного выдува на каплесборнике открытых вентиляционных систем предохранительного клапана должны отмечаться, их причины должны определяться и исправляться.

V-9.2. Испытания и настройки.

V-9.2.1. Испытание предохранительных клапанов, для установки по давлению, должно проводиться в соответствии с письменными процедурами, которые включают требования контролирующих органов и инструкции производителя. Испытание должно проводиться сразу перед плановым выводом из эксплуатации, так чтобы любой требуемый ремонт или техническое обслуживание, за исключением настройки пружин и вытяжных колец, мог проводиться во время вывода из эксплуатации, что будет гарантировать, что при возобновлении работы будут иметь место крепко затянутые и герметичные клапаны.

V-9.2.2. Установка или настройка предохранительных клапанов должна проводиться персоналом, обученным для эксплуатации и технического обслуживания таких клапанов. Предохранительные клапаны должны испытываться после любого изменения в установке пружины или вытяжного кольца. Соответствующие пломбы должны использоваться, чтобы гарантировать, что не будет неразрешенного смягчения установок клапанов. Ремонты предохранительных клапанов и разборка, сборка и/или настройки, влияющие на функционирование клапанов сброса давления, которые считаются ремонтом, должны выполняться уполномоченными ремонтными организациями.³

V-9.3. Эксплуатация.

V-9.3.1. Меры безопасности, указанные в инструкции по эксплуатации производителя, должны выполняться при эксплуатации предохранительных клапанов. В общем, эти меры предосторожности будут включать в себя следующее:

(А). Ручной подъем клапана допускается. Если требуется помощь, то она может быть в виде использования небольших проволок или цепей.

(В). Удары по корпусу клапана не должны допускаться. Только рычаг ручного испытания должен использоваться.

(С). Попытки остановить утечку через седло клапана не должны предприниматься сжатием пружины.

V-10.0. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ.

V-10.1. Гидравлический удар.

V-10.1.1. Гидравлический удар включает в себя любые кратковременные проходящие волны воды или другой жидкости, такие как при пиковом давлении или при ударной нагрузке, возникающих при неожиданном или мгновенном изменении потока или направления потока.

³ Примеры организаций, которые могут быть уполномочены владельцем или местными властями на производство ремонтов предохранительных клапанов, включают, но не ограничиваются перечисленным, оригинального производителя клапана или ремонтную организацию, которая имеет штамп VR Национального совета инспекторов водогрейных котлов и сосудов под давлением (NB-23)

V-10.1.2. Если значительные гидравлические удары развиваются во время эксплуатации завода, причина должна быть определена, а корректирующие меры должны быть приняты. Гидравлический удар может быть результатом неправильно наклоненной трубы, предназначенной для дренажа парового конденсата. Гидравлический удар в трубопроводных системах может вызвать повреждение подвесок, клапанов, контрольно-измерительных приборов, трубных компенсаторов и оборудования, интегрального с трубопроводом. Эксплуатационная компания должна разработать процедуры по сдерживанию гидравлических ударов и определению того, когда необходимо принимать корректирующие меры.

V-10.1.3. Проблемы гидравлического удара, возникающие в результате накопленного конденсата в паропроводе, не могут быть разрешены простым добавлением ограничителей. Корректирующие меры могут включать изменение наклонов труб, добавление дренажных ловушек, добавлением нагревательных линий вокруг клапанов, проверку на утечку парохладителей, неправильные электрические управляющие импульсы на автоматических водоспусках и так далее.

V-10.1.4. Гидравлический удар, вызванный отрывом столба питательной воды во всасывающем трубопроводе бустерного насоса, возникает, когда не соблюдается поддерживающее давление деаэратора. Этот тип гидравлического удара может быть особенно тяжелым и требует немедленного внимания для его контроля и уменьшения.

V-10.1.5. В первую очередь корректирующие меры должны затрагивать причину гидравлического удара. Если такие корректирующие меры неэффективны для снижения эффектов гидравлического удара до приемлемого уровня, то установка ограничителей может оказаться необходимой, чтобы ограничить смещения трубопровода и/или повреждение за счет усталости.

V-10.2. Паровой удар.

V-10.2.1. Динамические нагрузки, вызванные быстрыми изменениями в состоянии потока и состоянии среды в системе паропроводов, обычно называются нагрузками парового удара. Реакция трубопровода на такие мгновенные несбалансированные нагрузки может быть значительной в паровых системах высокого давления, таких, как в системах основного пара, системах горячего и холодного промпрегрева пара, байпасных и вспомогательных паровых системах, которые подвержены быстрым прерываниям или возобновлениям полного потока пара.

V-10.2.2. Эксплуатационная компания должна разработать процедуры для определения любых неблагоприятных воздействий парового удара, таких как избыточное движение труб, повреждение подвесок и ограничителей и высокое напряжение в трубе и сильные реакции на трубопроводных присоединениях к оборудованию. Когда такие движения, напряжения и реакции превышают безопасные уровни или допустимые нагрузки, должна внедряться программа корректирующих мер.

V-11.0. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОЛЗУЧЕСТЬ.

V-11.1. Общие положения.

V-11.1.1. Катастрофическая авария, включая разрыв, может возникнуть в результате избыточных деформаций ползучести, являющихся результатом работы трубопровода на давлении, большем чем расчетное давление, или при температуре, большей, чем расчетная температура, или при обоих видах превышений, в течение продолжительного времени. Ожидаемый срок эксплуатации трубопроводной системы, работающей в диапазоне ползучести, может значительно снижаться в результате длительного подвергания давлению или температуре, особенно температуре, превышающим расчетные значения. Параграф 102.2.4 устанавливает критерий для случайных непродолжительных периодов эксплуатации при давлении или температуре, превышающих расчетные.

V-11.1.2. Этот раздел устанавливает минимальные требования для оценки критических трубопроводных систем с целью обнаружения ползучего повреждения и помощи в предсказании оставшегося срока службы при ожидаемых эксплуатационных условиях. Оставшийся ресурс нормальной эксплуатации может быть оценен через определение масштаба ползучего повреждения, нанесенного трубе.

V-11.2. Процедуры.

V-11.2.1. Эксплуатационная компания должна разработать процедуры, охватывающие требования этого параграфа.

V-11.2.2. Процедуры должны выполняться лицами, квалифицированными обучением или опытом для металлургической оценки влияния высокотемпературной ползучести на трубопровод энергетических производств, лично или под их непосредственным руководством.

V-11.2.3. Программа оценки для определения масштаба ползучего повреждения и оценки оставшегося срока службы высокотемпературного трубопровода, должна выполняться в три этапа, указанных ниже:

(А) просмотр технических требований к материалам, уровней расчетного напряжения и архива эксплуатационных данных;

(В) опосредствованные замеры для определения масштаба ползучего повреждения. Они должны включать диаметральные измерения для обнаружения ползучего вздутия. Кроме того, методы проникающего красителя, магнитных частиц, ультразвукового и радиографического исследований могут использоваться для обнаружения внутренних и поверхностных трещин.

(С) исследование микроструктуры для определения степени деградации материала. Это может быть проведено с помощью репликационной техники или металлографии, с использованием образчиков, полученных вырезом в виде лодочки или из просверленного отверстия.

V-11.3. Отчеты.

V-11.3.1. Отчеты по результатам оценочного обследования ползучего повреждения должны вестись и сохраняться на протяжении всего срока службы высокотемпературной трубопроводной системы, эксплуатируемой в диапазоне ползучести.

V-11.4. Исследование отчетов.

V-11.4.1. Отчеты по наблюдениям за ползучими повреждениями и отчеты по испытаниям должны исследоваться персоналом, квалифицированным обучением или опытом для оценки и интерпретации исследований неразрушающими методами и металлургических исследований.

V-11.4.2. Когда осмотры и наблюдения критических трубопроводных систем указывают на то, что повреждения из-за высокотемпературной ползучести развились до неприемлемого уровня, затронутые участки трубопроводной системы должны быть заменены.

V-11.5. Частота исследования.

V-11.5.1. Периодически все критические трубопроводные системы, работающие в пределах диапазона ползучести, должны исследоваться на свидетельство повреждений, вызванных высокотемпературной ползучестью. Особое внимание должно уделяться сварным швам.

V-11.5.2. Исследование должно повторяться через периодические интервалы, которые должны быть установлены на основе результатов более ранних исследований, архива эксплуатационных данных и тяжести условий эксплуатации.

V-12.0. ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.**V-12.1. Условия.**

V-12.1.1. Существующая трубопроводная система может быть переклассифицирована на использование при более высоком давлении и/или температуре, если соблюдены все следующие условия:

(A). анализ проекта должен быть проведен, чтобы продемонстрировать, что трубопроводная система удовлетворяет требованиям Сборника при новых расчетных условиях;

(B). состояние трубопроводной системы и схемы опор/ограничителей должны быть определены с помощью полевых осмотров и исследования отчетов по техническому обслуживанию, сертификатов производителя и/или другой доступной информации, чтобы гарантировать соответствие требованиям Сборника для новых расчетных условий;

(C). необходимые ремонты, замены или изменения в трубопроводной системе сделаны так, чтобы отвечать требованиям, указанным в пунктах (A) и (B), выше;

(D). система прошла испытание на утечку при давлении равном или большем, чем давление, которое требуется этим Сборником для новой трубопроводной системы при новых расчетных условиях;

(E). увеличение номинального показателя давления и температуры до более высоких допустимых эксплуатационных условий должно быть постепенным так, чтобы оставить достаточное время для периодических наблюдений за движениями трубопроводной системы и герметичностью против утечек;

(F). отчеты по исследованиям, выполненной работе и испытаниям давлением, проведенным при переклассификации трубопроводных систем, должны сохраняться в течение срока службы трубопроводной системы, и

(G). все предохранительные клапаны, перепускные клапаны и другие устройства сброса давления должны быть исследованы и повторно сертифицированы для новых расчетных условий давления/температуры. Мощность перепускного оборудования должна быть исследована, если расчетное давление и/или расчетная температура изменяются при переклассификации трубопроводной системы.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ VI¹. ОДОБРЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Комитет ASME B31.1 рассматривает запросы на одобрение новых материалов, желаемых владельцем/ пользователем или изготовителем, производителем, монтажником, сборщиком трубопровода или трубопроводных компонентов, изготавливаемых в соответствии с этим Сборником. Для того чтобы материал получил должное рассмотрение, требуется информация и данные для правильной категоризации материала. В общем, эта информация и данные включают, но не обязательно ограничиваются перечисленным, следующее:

(А). химический состав материала, включая те элементы, которые определяют характеристики и поведение материала;

(В). механические свойства материала, включая данные по испытаниям на растяжение, данные по пластичности и другие особые данные механических испытаний, которые помогут Комитету при рассмотрении материала и его применения;

(В.1). данные испытаний на растяжение (согласно ASTM E 21), включая предельную прочность в растяжении и предел текучести при комнатной температуре и при температурах в интервале 100°F или 50°F до температуры, по крайней мере, на 100°F выше температуры запланированного использования материала;

(В.2). когда ожидается, что свойства ползучести будут ограничивать допустимое напряжение, данные по ползучести и ползучем разрушении при температурных интервалах в 100°F или 50°F также потребуются для рассмотрения. Такие данные должны быть представлены для четырех или более временных интервалов, один из которых должен быть больше 2000 часов, но меньше 6000 часов, а один должен быть больше 6000 часов.

(С). если материал должен использоваться в сварной конструкции, данные из реальных сварочных испытаний, проведенных в соответствии с разделом IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME должны быть представлены для рассмотрения. Данные по сварочным испытаниям должны включать:

(С.1). сварочные процессы и сварочные присадочные металлы, которые планируется применять при работе с таким материалом;

(С.2). данные по испытанию на растяжения всего металла сварного шва для температур, репрезентативных для запланированных условий эксплуатации;

(С.3). любые особые ограничения, налагаемые на сварку такого материала;

(С.4). соответствующий предварительные нагрев и послесварочная термическая обработка, если используется, которые должен проходить материал. Если послесварочная термическая обработка приводит к охрупчиванию материала, должны быть предоставлены данные по

значимости такой термической обработке вместе с подтверждающими данными. Данные по ударной вязкости в металле сварного шва и в зоне термического влияния в состоянии после сварки и в состоянии после послесварочной термической обработки (когда она проводится) должны быть представлены для рассмотрения.

(D). когда материал должен использоваться в особых видах эксплуатации, требует особых мер обращения с ним или особых сварочных процедур или известны ограничения или склонность к авариям в некоторых условиях или видах эксплуатации, требования по мерам предосторожности и информация должны быть также представлены для рассмотрения Комитетом.

(E). применимые формы продукта материала, такие как листы, полосы, пластины, бруски, профили, бесшовные и сварные трубы или кованные заготовки для трубок, литые формы и так далее, для которых рассматривается применение материала, должны быть указаны в запросе.

Общие рекомендуемые данные должны представляться для, минимум, трех температур калия материала, предпочтительно доступных коммерчески. Когда диапазон химического состава влияет на механические свойства, выбранные температуры калия должны охватывать как высокий, так и низкий диапазон действующих химических элементов, чтобы показать влияние на механические свойства. Любая особая термическая обработка, применяемая поставщиком материала или изготовителем материала, должна применяться к пробным образцам, используемым для получения таких данных.

Если материал охвачен каким-либо техническим требованием ASTM, номер (-а) и сорт (-а) по техническому требованию должен быть указан в запросе. Если материал не охвачен никаким техническим требованием ASTM, следует подать запрос в ASTM в отношении того, какое техническое требования должно охватывать этот материал.

Если пользователю Сборника это потребуется перед включением данного материала в технические требования ASTM, Комитет рассмотрит вопрос о выпуске Частного случая Сборника.

В дополнение к информации и данным, указанным выше, в Комитет должна быть предоставлена копия письма пользователя в ASTM с запросом о включении материала в какое-либо техническое требование, и достаточная информация, для того чтобы Комитет смог модифицировать соответствующее существующее техническое требование ASTM, чтобы разработать требования к технической спецификации материала для данной формы продукта материала

Когда новый материал является незначительной модификацией материала, который в настоящий момент признан Сборником,

¹ Необязательные приложения нумеруются римскими цифрами. Обязательные приложения нумеруются буквами. Поэтому римская цифра I не используется, чтобы ее не путали с буквой I

требуемые данные могут быть уменьшены с согласия Комитета. Когда предоставленные данные недостаточны для адекватной оценки, Комитет запросит дополнительные данные. Такие запросы будут возвращены с указанием тех мест, в которых требуется дополнительная информация.

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ VII¹. ПРОЦЕДУРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГРАНИЧЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Этот Сборник содержит правила, регулирующие проектирование, изготовление, материалы, монтаж и исследование систем энергетических трубопроводов. Опыт показал, что эти правила могут консервативно применяться к проектированию и анализу подземных (закопанных) трубопроводных систем. Однако, правила ASME B31.1 написаны для трубопроводов, подвешенных на открытом пространстве, с опорами, размещенными в локальных точках трубопровода. Подземный трубопровод, с другой стороны, поддерживается и ограничивается непрерывно с помощью пассивного влияния засыпки и ложа траншеи. Эффекты непрерывного ограничения не могут быть легко оценены с использованием обычных методов, применяемых к открытому трубопроводу, так как эти методы не могут легко учитывать эффекты опорного давления и трения на границе раздела труба/почва. Соответственно, это Приложение было подготовлено, чтобы проиллюстрировать и прояснить применение правил Сборника к ограниченным подземным трубопроводам.

Все компоненты в подземной трубопроводной системе должны быть учтены, включая точки входа в здания, патрубки, колена, коленчатые патрубки, фланцы, клапаны, выходы на поверхность и крепления к резервуарам. Предполагается, что сварные швы выполняются в соответствии с этим Сборником, и что соответствующие процедуры защиты от коррозии выполняются для подземного трубопровода.

Это Приложение включает аналитические рисунки и рисунки, иллюстрирующие определения, в помощь проектировщику, но не имеет целью показывать реальное проектное размещение. Примеры расчетов для различных конфигураций полужестких подземных трубопроводов приведены в конце текста в помощь проектировщику при применении этих процедур.

VII-1.0. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

VII-1.1. Сфера действия.

Сфера действия этого Приложения ограничена проектированием подземных трубопроводов, как определено в параграфе VII-1.2. Термическое расширение в подземном трубопроводе влияет на силы, результирующие сгибающие моменты и напряжения в подземных частях системы, особенно на якоря, точки входа в здания, подземные коленчатые патрубки и колена и патрубковые присоединения, и ответственностью проектировщика является учесть такие силы. Это Приложение, однако, затрагивает только подземные части системы, а не всю систему.

Проектирование и анализ подземного трубопровода требует, чтобы особое внимание было уделено следующему:

- (A). всем нагрузкам, действующим на систему;
- (B). силам и сгибающим моментам в трубопроводе и трубопроводных компонентах, вызываемых такими нагрузками;
- (C). критерии нагружения и напряжения;
- (D). общим практикам проектирования.

VII-1.2. Определения.

всестороннее (ограничивающее, горное) давление: давление, налагаемое засыпкой и покрывающим слоем на подземную трубу. Всестороннее давление предполагается действующим по нормали к окружности трубы.

гибкая муфта: трубопроводный компонент, который допускает небольшое количество аксиального или углового движения при сохранении границы давления.

трение: пассивное сопротивление почвы аксиальному движению. Трение на границе труба/почва является функцией всестороннего давления и коэффициента трения между трубой и материалом засыпки. Силы трения существуют только там, где имеется реальное или возможное скольжение между трубой и почвой.

длина влияния: часть поперечного пролета трубы, которая отклоняется или на которое оказывается влияние за счет термического расширения трубы вдоль оси продольного пролета трубы.

модуль реакции грунтового основания: скорость изменения напряжения смятия почвы по отношению к компрессионной деформации почвы. Он используется для расчета скорости пассивной упругости почвы.

¹ Необязательные Приложения нумеруются римскими цифрами. Обязательные Приложения нумеруются буквами. Поэтому римская цифра I не используется, чтобы ее не путали с буквой I

вход: точка, в которой подземная труба входит в почву на поверхности земли или из стены или разгрузочной конструкции.

усадка: изменение объема почвы под действием постоянной нагрузки, которая получается за счет движения вниз в течение некоторого периода времени конструкции или сосуда, опирающегося на почву.

виртуальный якорь: точка или участок вдоль оси подземной трубы, в которой нет относительного движения на границе труба/почва.

VII-1.3. Условные обозначения.

a, b, c = функции квадратичного уравнения;
 A = площадь поперечного сечения металлической части трубы, квадратный дюйм;
 A_c = площадь поверхности сегмента трубы длиной 1 дюйм, квадратный дюйм;
 B_d = ширина траншеи на уровне земли, дюйм;
 C_D = параметр осевого давления почвы из Таблицы VII-3.2.3, безразмерный;
 C_k = коэффициент горизонтальной жесткости для засыпки [8]², безразмерный;
 D = внешний диаметр трубы, дюйм;
 dL = длина сегмента трубы, дюйм;
 E = модуль Янга для трубы, psi;
 f = удельная сила трения вдоль труб, фунт/дюйм;
 f_{min}, f_{max} = минимальная, максимальная удельная сила трения на трубе, фунт/дюйм;
 F_f = общая сила трения вдоль эффективной длины, фунтов;
 F_{max} = максимальная аксиальная сила в трубе, фунт;
 H = глубина трубы ниже уровня земли, дюйм;
 I = момент инерции части трубы, дюйм⁴
 k = модуль реакции грунтового основания, psi;
 k_h = горизонтальный модуль реакции грунтового основания, psi;
 k_{ij} = ортогональные давления почвы на трубу, фунт/дюйм;
 k_v = вертикальный модуль реакции грунтового основания, psi;
 L₁ = длина поперечного пролета трубы, дюйм;
 L₂ = длина продольного пролета трубы, дюйм;
 L_m = минимальная длина скольжения трубы, дюйм;
 L' = эффективная длина скольжения для короткой трубы, дюйм;
 L'' = эффективная длина скольжения для длинной трубы, дюйм;
 n = количество моделирующих элементов для трубных пружин, безразмерное;
 N_h = коэффициент горизонтальной силы [8], безразмерный;
 P = максимальное эксплуатационное давление в трубе, psi;
 P_c = всестороннее давление засыпки на трубе, psi;
 S_A = допустимый диапазон напряжения расширения, psi;
 SE = напряжение расширения, psi;

S_h = базовое допустимое напряжение материала при T градусов по Фаренгейту, psi;
 t = толщина стенки трубы, дюйм;
 T = максимальная эксплуатационная температура, °F;
 T_o = температура окружающей среды, °F;
 w = плотность почвы, pfc, psi;
 W_p = удельный вес трубы и содержимого, фунт/дюйм;
 α = коэффициент термического расширения трубы, дюйм/дюйм/°F;
 β = системная характеристика труба/почва [2], дюйм⁻¹
 ε = удельное термическое расширение трубы, дюйм/дюйм;
 μ = коэффициент трения, безразмерный;
 Ω = параметр эффективной длины, дюйм.

VII-2.0. НАГРУЗКИ.

VII-2.1. Термическое расширение.

Термические смещения на коленчатых патрубках, патрубковых присоединениях и фланцах в подземных трубопроводных системах и силы и моменты, возникающие в результате таких смещений, могут определяться с помощью анализа каждого подземного участка трубы по методу, описанному в данном Приложении.

VII-2.1.1. Установки с непрерывными пролетами.

Для подземных трубопроводных установок, которые содержат непрерывные пролеты без гибких соединительных муфт, пассивные ограничивающие эффекты осевого давления почвы на поперечные пролеты на торцах длинных пролетов, подвергающихся термическому расширению, могут быть значительными и приводить к высоким аксиальным силам и сгибающим моментам на коленчатых патрубках и патрубковых присоединениях.

VII-2.1.2. Установки с гибкими соединительными муфтами.

Для подземных трубопроводных установок, которые включают в себя гибкие соединительные муфты в трубных пролетах, подверженных термическому расширению, сгибающие моменты и напряжения могут быть существенно снижены. Однако, гибкие соединительные муфты должны выбираться с осторожностью, чтобы вмещать в себя термическое расширение трубы, и следует учитывать силы трения или жесткость в соединительных муфтах.

VII-2.1.3. Установки с якорями в точках входа.

Для подземных трубопроводных систем, в которых вход в здание обеспечивает полное ограничение для трубы, необходимо рассчитывать реакции на входе на термическое расширение

² Числа в скобках обозначают ссылки, цитируемые в пункте VII-7.0

в подземном пролете. Если этот пролет содержит гибкие соединительные муфты, необходимо учитывать трубопроводные реакции на входе, являющиеся результатом действия несбалансированных сил, вызванных внутреннем давлением.

VII-2.1.4. Установки с гибкими входами. Для подземных трубопроводных систем, в которых входы в здание допускают некоторые аксиальные или угловые движения, следует учитывать взаимодействие между подземным пролетом за входом и точно поддерживаемой частью системы внутри здания.

VII-2.2. Давление.

Нагрузки давления в подземном трубопроводе важны по двум основным причинам.

VII-2.2.1. В трубных пролетах, которые включают в себя гибкие соединительные муфты, не имеется структурной связи между соединенными торцами, что приводит к тому, что реакция на нагрузки внутреннего давления должна быть внешней. Внешний ограничитель может быть сделан в виде опорных блоков, внешних якорей, сопротивления почвы коленчатым патрубкам или фитингам на каждом торце пролета трубы или в виде управляющего рычага в соединительной муфте. Когда один или оба торца заканчиваются на входе или на якоре или на присоединенном оборудовании, таком как насос или сосуд, силы давления могут быть достаточно велики и должны учитываться при проектировании якоря или оборудования.

VII-2.2.2. Для разгрузочных структур, силы реакции, вызванные давлением перед элементом и инерцией потока массы в разгрузочном отводе, могут быть большими и должны учитываться при проектировании последнего коленчатого патрубка или колена перед разгрузкой.

VII-2.3. Землетрясения .

Землетрясение подвергает подземный трубопровод аксиальным нагрузкам и сгибающим моментам со стороны деформации грунта, вызванной сейсмическими волнами, или со стороны грунтовых дислокаций поперек оси трубы. Сейсмическая деформация почвы может быть оценена для модельного землетрясения в конкретном географическом регионе, а из него можно рассчитать значения для сил и моментов в подземном трубопроводе. Однако, учет величины сейсмических дислокаций грунта и их влияния на подземные трубопроводные системы лежит вне пределов сферы этого Приложения.

VII-3.0. РАСЧЕТЫ.

Расчеты напряжений в ограниченном подземном трубопроводе проводятся в четыре этапа, указанных ниже.

VII-3.1. Сбор данных.

Должны быть определены материал и размер трубы, характеристики почвы и условия эксплуатации.

VII-3.1.1. Данные о трубе.

- (A). внешний диаметр трубы D , дюйм;
- (B). толщина стенки t , дюйм;
- (C). длина трубных пролетов L_1 (поперечного) и L_2 (продольного), дюйм;
- (D). модуль Янга E , psi (из Приложения C);
- (E). глубина залегания трубы ниже уровня земли H , дюйм.

VII-3.1.2. Характеристики почвы.

- (A). плотность почвы w , pcf (из испытаний на месте);
- (B). тип засыпки;
- (C). ширина трубной траншеи на уровне земли V_d , дюйм;
- (D). диапазон коэффициента трения μ между трубой и засыпкой.

VII-3.1.3. Эксплуатационные условия.

- (A). максимальное эксплуатационное давление P , psi;
- (B). максимальная температура трубы T , °F;
- (C). температура окружения трубы T_o , °F;
- (D). коэффициент термического расширения трубы α , дюйм/дюйм/°F.

VII-3.2. Расчеты промежуточных параметров.

Следующие параметры должны быть рассчитаны.

VII-3.2.1. Максимальная относительная деформация e на границе труба/почва, дюйм/дюйм. Для термического расширения, это является удельным термическим удлинением неограниченной трубы.

$$\epsilon = \alpha(T - T_o) \quad (1)$$

где:

α = коэффициент термического расширения
 $T - T_o$ = разница между эксплуатационной температурой и температурой при закладке трубы.

VII-3.2.2. Модуль реакции грунтового основания k , psi. Это – коэффициент, который определяет сопротивление почвы или засыпки движениям трубы, вызванным опорным давлением на границе труба/почва. Несколько методов для расчета k были разработаны за последние годы Audibert и Nyman, Trautmann и O'Rourke и другими [4, 5, 6, 7, 8]. Например, согласно [8], для горизонтальных движений трубы, модуль реакции грунтового основания k_h может быть найден по следующей формуле:

$$k_h = C_k N_h w D \text{ psi} \quad (2)$$

где:

C_k = безразмерный коэффициент для оценки горизонтальной жесткости засыпки. C_k может быть оценен как: 20 для рыхлой почвы, 30 для средней почвы и 80 для плотной или прессованной почвы;
 w = плотность почвы, фунт/дюйм³
 D = внешний диаметр трубы, дюйм;

N_h = безразмерный коэффициент горизонтальной силы из Рисунка 8 в [8]. Для получения типичной величины, когда угол внутреннего трения почвы равен 30 градусов, кривая из [8] может быть аппроксимирована прямой линией, записанной следующим образом:

$$N_h = 0.285H/D + 4.3$$

где:

H = глубина залегания трубы ниже уровня земли на осевой линии трубы, дюйм.

Для движений трубы вверх или вниз могут использоваться процедуры, рекомендованные в [4]. Консервативно, сопротивление движению вверх может рассматриваться как, такое же, что и для горизонтального движения с дополнительным учетом веса почвы. Сопротивление движению вниз может консервативно рассматриваться как жесткое, для большинства анализов напряжения расширения.

VII-3.2.3. Удельная сила трения на границе труба/почва f .

$$f = \mu (P_c A_c + W_p) \text{ фунт/дюйм} \quad (3)$$

где,

μ = коэффициент трения между почвой и трубой;

P_c = всестороннее давление почвы на трубу, psi;

A_c = площадь поверхности трубного сегмента, дюйм²

W_p = удельный вес трубы и содержимого, фунт/дюйм.

Для трубопровода, который захоронен в пределах 3 диаметров трубы от поверхности, всестороннее давление P_c может быть оценено следующим образом:

$$P_c = wH \text{ фунтов/дюйм}^2$$

Где:

w – плотность почвы, фунт/дюйм³

H = глубина ниже уровня земли, дюйм.

Для трубопровода, который захоронен на глубине больше 3-х трубных диаметров ниже уровня земли, всестороннее давление P_c находится с использованием модифицированного уравнения Martson [9]:

$$P_c = w C_D B_D \text{ фунт/дюйм}^2$$

где:

C_D = безразмерный коэффициент из Таблицы VII-3.2.3.

B_D = ширина траншеи, с максимальным значением 24 дюйма плюс диаметр трубы;

Таблица VII-3.2.3.

Примерные безопасные рабочие значения коэффициента C_D для использования в модифицированной формуле Martson.

Отношение H/B_D	Влажный верхний слой и сухой и влажный песок	Водонасыщенный верхний слой	Влажная желтая глина	Водонасыщенная желтая глина
0.5	0.46	0.47	0.47	0.48
1.0	0.85	0.86	0.88	0.90
1.5	1.18	1.21	1.25	1.27
2.0	1.47	1.51	1.56	1.62
2.5	1.70	1.77	1.83	1.91
3.0	1.90	1.99	2.08	2.19
3.5	2.08	2.18	2.28	2.43
4.0	2.22	2.35	2.47	2.65
4.5	2.34	2.49	2.53	2.85
5.0	2.45	2.61	2.19	3.02
5.5	2.54	2.72	2.90	3.18
6.0	2.61	2.91	3.01	3.32
6.5	2.68	2.89	3.11	3.44
7.0	2.73	2.95	3.19	3.55
7.5	2.78	3.01	3.27	3.65
8.0	2.82	3.06	3.33	3.74
9.0	2.88	3.14	3.44	3.89
10.0	2.92	3.20	3.52	4.01
11.0	2.95	3.25	3.59	4.11
12.0	2.97	3.28	3.63	4.19
13.0	2.99	3.31	3.67	4.25
14.0	3.00	3.33	3.70	4.30
15.0	3.01	3.34	3.72	4.34
∞	3.03	3.38	3.79	4.50

VII-3.2.4. Системная характеристика труба/почва [2].

$$\beta = [k/(4EI)]^{1/4} \text{ дюйм}^{-1}$$

где

k = модуль реакции грунтового основания k_h или k_v , psi;

E = модуль Янга для трубы, psi;

I = момент инерции площади для трубы, дюйм⁴

VII-3.2.5. Минимальная длина скольжения L_m [1].

$$L_m = eAE/f \text{ дюйм} \quad (4)$$

где:

A = площадь поперечного сечения трубы.

VII-3.2.6. Максимальная аксиальная сила F_{max} в продольном трубном пролете. Максимальная аксиальная сила в трубе с длиной достаточной для того, чтобы сила трения развилась до такой степени, что участок трубы полностью зажимается и фиксируется почвой в продольном направлении, вычисляется следующим образом:

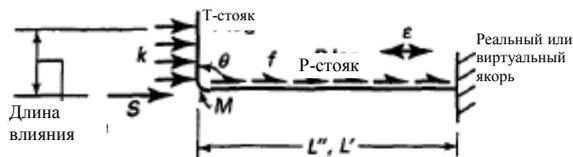


Рисунок VII-3.3.2-1. Категория элементов А, коленчатый патрубок или колено

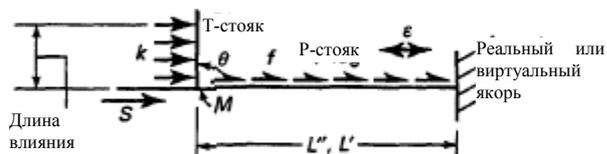
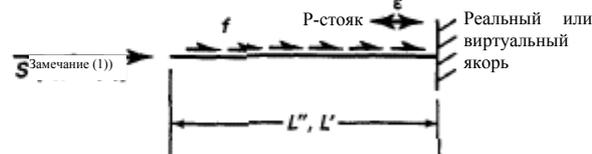


Рисунок VII-3.3.2-2. Категория элементов В, труба патрубка, соединяющаяся с Р-стояком



Рисунок VII-3.3.2-3. Категория элементов С, тройник на конце Р-стояка



ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Нагрузка давления трубного компенсатора плюс скользящие или сотрясательные нагрузки

Рисунок VII-3.3.2-4. Категория элементов D, прямая труба

$$F_{max} = fL_m = \epsilon AE^{OV} \quad (6)$$

VII-3.3. Классификация трубных пролетов.

VII-3.3.1. Цель. Классификация и подклассификация элементов подземных трубопроводов используется при выборе подходящего уравнения для эффективной длины скольжения L' или L'' , которая затем используется при расчете трубопроводных сил и напряжений. Трубный сегмент, идентифицированный размером L' или L'' всегда начинается на, либо коленчатом патрубке, либо колене, либо тройнике, либо патрубковом присоединении и заканчивается в точке (описанной ниже как "виртуальный якорь"), в которой не имеется скользящего или относительного движения на границе трубы/почвы.

VII-3.3.2. Классификация трубных элементов. Наибольшие напряжения в подземном трубопроводе, подверженном термическому расширению трубы, встречаются именно на коленах, коленчатых патрубках и патрубковых присоединениях. Эти напряжения вызваны силами почвы, которые давят на поперечные пролеты (пролеты, идущие перпендикулярно или под некоторым углом к направлению расширения трубы). Напряжения пропорциональны количеству деформации почвы на коленчатом патрубке или патрубковом присоединении.

Трубные элементы делятся на три основные категории в зависимости от того, какой тип поперечного элемента анализируется, а именно:

Категория А: коленчатый патрубок или колено (смотрите Рисунок VII-3.3.2-1);

Категория В: труба патрубка, соединяющаяся с продольным пролетом (смотрите Рисунок VII-3.3.2-2);

Категория С: продольный пролет, заканчивающийся тройником (смотрите рисунок VII-3.3.2-3);

Категория D: прямая труба без патрубков или поперечных пролетов (смотрите Рисунок VII-3.3.2-4).

Категории А, В и С далее делятся на три подкатегории в зависимости от конфигурации трубного пролета на торце, противоположном анализируемому торцу. Трубные элементы классифицируются следующим образом:

A1, B1, C1: другой торец свободен или заканчивается гибкой соединительной муфтой или соединением;

A2, B2, C2: другой торец содержит коленчатый патрубок или тройник;

A3, B3, C3: другой торец заякорен.

Элементы категории D включают прямые трубные пролеты между якорем (либо реальным, либо вертикальным) и свободным торцом трубной секции, которая присоединена к трубному компенсатору.

Элементы далее делятся на подтипы в зависимости от того, является ли продольный пролет (труба или Р-стояк) и поперечный пролет (называемый Т-стояк) длинным или коротким по некоторому критерию. Поперечный или Т-стояк – это пролет, на который давит почва, вызывая сгибающий момент в плоскости в коленчатом патрубке, патрубке или тройнике. (Элементы категории D не имеют поперечных стояков).

Строгий критерий для длинного или короткого поперечного стояка – это является ли длина поперечного стояка L_1 больше или меньше, чем $3\pi/4\beta$, длины, при которой гиперболические функции в уравнениях Hetenyi [2] приближаются к единице. Критическое значение для L_1 часто называется длиной "влияния" или той частью поперечного или Т-пролета, который отклоняется под действием или на который оказывает "влияние" сейсмическая деформация почвы или термическое расширение трубы вдоль оси продольного или Р-пролета. На практике, критическая длина влияния L_1 равная от $1/\beta$ до $1.2/\beta$ часто может использоваться, так как имеется очень маленькая деформация или нагрузка в этой части поперечного пролета, которая превышает эту длину. Это подразумевает, что большая часть нагрузки осевого давления на поперечный или Т-стояк возникает в первых нескольких футах трубы на колене или патрубке. В общем, поперечная труба "длинная" если

$$L_1 \geq 3\pi/4\beta \text{ (консервативно)}$$

или

$$L_1 \geq \text{от } 1/\beta \text{ до } 1.2/\beta \text{ (обычно приемлемо)}$$

Критерий для короткого или длинного Р-стояка заключается в том, является ли его длина L_2 достаточной, чтобы испытывать максимальную силу, которая может развиваться на границе трения. Для полной максимальной силы трения ($F_{\max} = eAE$), которая должна возникнуть в прямой трубе, аксиально свободной на обоих торцах, ее длина L_2 должна равняться или превышать $2L_m$, где L_m рассчитывается по уравнению (5). Если один конец заканчивается на коленчатом патрубке или тройнике, а другой торец остается аксиально неограниченным, общая длина L_2 , необходимая для развития полного трения, равна $L'' + L_m$; сила трения вдоль L_m равна сила осевого давления почвы S плюс сила трения, действующая на длину L' или L'' , которая называется эффективной длиной скольжения. Эффективная длина скольжения равна максимальной длине, вдоль которой скольжение имеет место на границе труба/почва трубы с поперечным стояком или патрубком. Эффективная длина скольжения L'' для длинных труб с длинными поперечными стояками рассчитывается по формуле:

$$L'' = \Omega[(1 + 2F_{\max}/f\Omega)^{1/2} - 1] \text{ дюйм (7)}$$

где:

$$\Omega = AE\beta/k$$

а F_{\max} рассчитывается по уравнению (6).

Уравнение (7) применяется к коленам, тройникам и патрубкам. Хотя Уравнение (7) было разработано для случая, когда $L_2 = L'' + L_m$, оно также применяется к любому случаю, когда $L_2 > L'' + L_m$, так как длина участка, на котором имеется нулевое скольжение на границе трения, незначительна [1]. Используя L'' , рассчитанную по уравнению (7), теперь можно

установить, что Р-стояк классифицируется как длинный, если он отвечает следующим критериям:

(А). Для типов А1, В1, С1, $L_2 \geq L_m + L''$;

(В). Для типов А2, В2, С2, $L_2 \geq 2L''$;

(С). Для типов А3, В3, С3, $L_2 \geq L''$.

Точка, которая расположена на расстоянии L' или L'' от колена, патрубка или тройника, называется виртуальным якорем, так как она действует, как будто там имеется трех-осевое ограничение трубы.

VII-3.3.4. Расположение виртуального якоря. Расчет сил и моментов в подземном трубопроводе в точках изменения направления требует, чтобы были определены расположение виртуального якоря (точка на расстоянии эффективной длины L' от колена или патрубка) в Р-пролете и деформация δ почвы на подземном элементе. Для элементов всех типов с длинными Р-стояками, L'' может рассчитываться по уравнению (7).

Для элементов типа А1, В1 и С1 (с одним торцом Р-стояка свободным или неограниченным аксиально) с "короткими" Р-стояками L' должна определяться по менее прямому методу, как указано в [1]:

$$L' = [-b + (b^2 - 4ac)^{1/2}]/2a \text{ дюйм (8)}$$

где:

$$a = 3f/(2AE)$$

$$b = \epsilon - fL_2/(AE) + 2f\beta/k$$

$$c = -f\beta L_2/k$$

Однако, пролеты с самыми большими напряжениями в подземной трубопроводной системе обычно ограничиваются на обоих торцах либо через комбинацию поперечных пролетов, либо через комбинацию поперечного пролета и якоря (либо реального, либо виртуального).

Для элементов типа А2, В2 и С2 с короткими Р-стояками, L' выражается следующим образом:

$$L' = L_2/2 \text{ дюйма (9)}$$

Для элементов типа А3, В3, С3 и D с короткими Р-стояками, L' выражается следующим образом:

$$L' = L_2 \text{ дюйма (10)}$$

VII-4.0. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

VII-4.1. Определение напряжений.

После определения f , k и L' или L'' , напряжения в подземном трубопроводе, вызванные термическим расширением, могут определяться с помощью обычной программы компьютерного расчета напряжения в трубе. Подземная трубопроводная система может моделироваться,

с помощью программы по расчету напряжений трубы для больших ЭВМ или для персональных компьютеров, разбивая подземные части на элементы удобной длины и, затем, помещая поперечную пружину в центре каждого элемента для моделирования пассивного сопротивления почвы. Вся труба может быть поделена на элементы, ограниченные пружинами, таким образом; однако, только участки трубы, которые реально требуют моделирования, таким образом, это длины, входящие и выходящие из коленчатых патрубков или тройников. Аналитик должен ознакомиться с правилами моделирования почвенного сжатия в руководстве пользователя программы.

Все компьютерные программы расчета напряжения трубы с опцией анализа подземного трубопровода требуют, чтобы следующие факторы были рассчитаны или оценены:

- (А). Расположение виртуального якоря (размер L' или L'');
- (В). Жесткость почвенной пружины $k_{i,j}$, которая является функцией модуля реакции грунтового основания k ;
- (С). Длина влияния, которая также является функцией от k .

Некоторые программы игнорируют трение на границе трубы/почвы; это является консервативным подходом для расчетагибающих напряжений на подземных коленчатых патрубках и патрубковых присоединениях, но может оказаться неконсервативным для расчета реакций якоря.

VII-4.2. Определение длин элементов.

Длины элементов и жесткости почвенной пружины для каждого элемента рассчитываются по следующей процедуре.

VII-4.2.1. Установить длину элемента dL и количество элементов n следующим образом:

(А). Установить длину элемента равной значению в промежутке от 2 до 3 трубных диаметров. Например, dL для NPS 6 может быть установлена на 1 фут или 2 фута, в зависимости от того, что более удобно для аналитика.

(В). Установить количество элементов n следующим образом:

$$n = (3\pi/4\beta)dL \quad (11)$$

Это даст количество элементов (каждый с длиной dL в дюймах), к которым пружины должны применяться в компьютерной модели. Количество элементов n всегда округляется до целого числа.

VII-4.2.2. Рассчитать поперечную жесткость пружины $k_{i,j}$, которая должна прилагаться к центру каждого элемента:

$$k_{i,j} = kdL \text{ фунт/дюйм;} \quad (12)$$

где:

k = модуль реакции грунтового основания, рассчитанный по уравнению (2).

VII-4.2.3. Рассчитать эквивалентную аксиальную нагрузку, необходимую для того, чтобы смоделировать фрикционное сопротивление расширению. Фрикционное сопротивление на границе труба/почва может моделироваться в компьютерной модели приложением единичной силы F_f , в направлении, противоположном направлению термического роста.

$$F_f = fL/2 \text{ или } fL''/2 \text{ фунт} \quad (13)$$

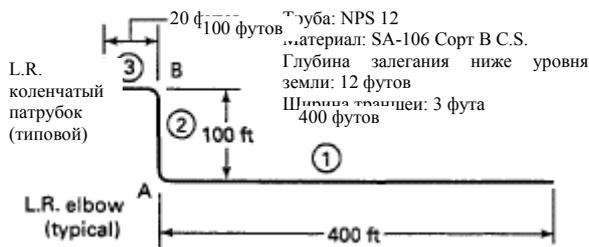
VII-4.2.4. Включить пружины и силу трения в модель. Взаимно ортогональные пружины $k_{i,j}$ прилагаются к центру каждого элемента, перпендикулярно к оси трубы. Более короткие элементы с пропорционально меньшими значениями для пружин на таких элементах, могут оказаться необходимыми для моделирования почвенного ограничения на коленчатых патрубках и коленах. Сила трения F_f для каждого расширяющегося стояка прикладывается к узловой точке коленчатого патрубка или рядом с ней в направлении, противоположном направлению расширения.

VII-4.3. Определение параметров почвы.

Параметр почвы трудно определить точно из-за вариаций в материалах засыпки и степени уплотнения. Следовательно, значения для базовых пружинных констант на пролетах подземного трубопровода могут считаться только, как рациональные аппроксимации. Более жесткие пружины могут привести к более высоким сгибающим напряжениям на коленчатых патрубках и более низким сгибающим напряжениям на близлежащих якорях, в то время как менее жесткие пружины могут иметь противоположный эффект. Засыпка не является эластичной, испытание показало, что почва является самой жесткой для очень маленьких движений трубы, но становится менее жесткой с увеличением движений трубы. Ссылки [4], [7] и [8] обсуждают жесткость почвы и рекомендуют процедуры для оценки значений для k , которые соответствуют типу почвы и количеству ожидаемого движения трубы. Аналитик должен проконсультироваться у геотехнического инженера проекта при разрешении любых неопределенностей при установлении параметров почвы, таких как модуль реакции грунтовой основы k , всестороннее давление p_c и коэффициент трения μ .

VII-4.4. Труба с трубными компенсаторами.

Трубный компенсатор должен рассматриваться как относительно свободный торец при расчете напряжений на подземных коленчатых патрубках и нагрузок на якоря. Так как включения трубных компенсаторов или гибких соединительных муфт приводит к структурной неоднородности в трубе, эффекты несбалансированной нагрузки давления и трения или жесткости в аксиальном соединении должны налагаться на эффекты термического расширения,



чтобы определить максимальные напряжения трубы и нагрузки якорей.

VII-4.5. Напряжения в трубах в точках входа в здание.

Напряжения в точках входа в здания могут легко рассчитываться после того, как реакции, вызванные термическим расширением в подземном трубопроводе, будут определены. Если точка входа является якорем, то напряжение, вызванное аксиальной силой F_{\max} и поперечным сгибающим моментом M , может быть найдено по формуле:

$$S_E = F_{\max}/A + M/Z \text{ psi} \quad (14)$$

Если точка входа не является якорем, а является простой опорой с гибким водяным затвором, необходимо определить влияние материала водяного затвора на жесткость, с тем чтобы рассчитать напряжение в трубе в точке входа. Дифференциальное движение, вызванное усадкой здания или траншеи, может произвести высокие теоретические напряжения на точках входа трубопровода в здание. Расчет таких напряжений лежит вне сферы действия этого Приложения.

VII-5.0. ДОПУСТИМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ПОДЗЕМНОМ ТРУБОПРОВОДЕ.

На подземном трубопроводе, находящемся под аксиальным напряжением, авария может теоретически произойти одним из следующих двух способов: либо перекашиванием колонны (труба выскакивает из земли на середине пролета), либо локальной аварией за счет деформации или растяжения (намного более опасная авария, чем перекашивание колонны). Так как напряжения подземного трубопровода вторичны по своей природе и так как трубопровод имеет непрерывную опору и является непрерывно ограниченным (смотрите рисунок VII-5.0), более высокие общие напряжения могут допускать:

$$S_C \leq S_A + S_h \quad (15)$$

где: S_A и S_h как определено в параграфе 102.3.2.

VII-6.0. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА.

VII-6.1. Сбор данных.

VII-6.1.1. Данные о трубе.

- (A). диаметр $D = 12.75$ дюйма;
- (B). толщина стенки $= 0.375$ дюйма;
- (C). длины пролетов:
 - (C.1). Пролет 1: $L_1 = 100$ футов, $L_2 = 400$ футов;
 - (C.2) Пролет 2: $L_1 = 20$ футов, $L_2 = 100$ футов;
 - (C.3) Пролет 3: $L_1 = 100$ футов, $L_2 = 20$ футов;
- (D). модуль Янга $E = 27.9 \times 10^6$ psi;
- (E). момент инерции $I = 279.3$ дюйма⁴
- (F). площадь поперечного сечения металла $A = 14.57$ дюйма²

VII-6.1.2. Характеристики почвы.

- (A). плотность почвы $= 130$ фунтов/фут куб.
- (B). глубина залегания трубы ниже уровня земли $H = 12$ футов (144 дюйма);
- (C). тип засыпки: плотный песок;
- (D). ширина траншеи $B_d = 3$ фута (36 дюймов);
- (E). коэффициент трения $\mu =$ от 0.3 минимум до 0.5 максимум (оценочный);
- (F) горизонтальный коэффициент жесткости почвы $C_k = 80$.

VII-6.1.3. Условия эксплуатации.

- (A). давление $P = 100$ psig;
- (B). температура $= 140^\circ\text{F}$;
- (C). температура окружения $= 70^\circ\text{F}$.

VII-6.2. Рассчитать промежуточные параметры.

VII-6.2.1. Относительная деформация на границе труба/почва. Термическое расширение для трубы из углеродистой стали SA-106 Grade B при переходе с 70°F до 140°F равно 0.0053 дюйма/фут. Следовательно:

$$e = (0.053 \text{ дюйм/фут})/(12 \text{ дюйм/фут}) = 0.000424 \text{ дюйм/дюйм.}$$

VII-6.2.2. Модуль реакции грунтового основания k [8]. Так как расширение происходит в горизонтальной плоскости, используем k_h из уравнения (2):

$$k_h = C_k N_k w D \quad (2)$$

$$C_k = 80$$

$$N_k = 0.285 H/D + 4.3$$

$$= 0.285 (12 \text{ фут})(12 \text{ дюйм/фут})/12.75 \text{ дюйма} + 4.3 = 7.519$$

$$w = 130 \text{ pcf}/(1728 \text{ дюйм}^3/\text{фут}^3) \\ = 0.0752 \text{ фунт/дюйм}^3$$

$$D = 12.75 \text{ дюйма}$$

$$k_h = (80)(7.519)(0.0752)(12.75) = 577 \\ \text{фунт/дюйм}^2.$$

VII-6.2.3. Силы трения на единицу длины, действующие на границе труба/почва.

$$f = \mu(P_c A_c + W_p) \quad (3)$$

Так как труба лежит на глубине меньше, чем 3 трубных диаметра, модифицированное уравнение Martson из [1] используется, чтобы определить всестороннее давление P_c почвы на трубу:

$$P_c = w C_D B_d$$

$$C_D = 2.22 \text{ для } H/B_d = 12 \text{ футов}/3 \text{ фута} \\ = 4 \text{ (смотрите Таблицу VII-3.2.3 для} \\ \text{песка)}$$

$$P_c = (130 \text{ pcf})(2.22)(3 \text{ фута})/(144 \text{ дюйм}^2/\text{фут}^2) \\ = 6.01 \text{ psi}$$

$$A_c = D (1 \text{ дюйм}) = (12.75 \text{ дюйм})(1 \text{ дюйм}) \\ = 40.05 \text{ дюйм}^2/\text{дюйм длины}$$

$$W_p = 8.21 \text{ фунт/дюйм для трубы из} \\ \text{углеродистой стали, заполненной водой}$$

Максимальное значение силы трения на единицу длины f_{\max} :

$$f_{\max} = 0.5 ((6.01 \text{ psi})(40.05 \text{ дюйм}^2/\text{дюйм}) + 8.21 \\ \text{фунт/дюйм}) (3) \\ = 124.5 \text{ фунт/дюйм}$$

Минимальное значение силы трения на единицу длины f_{\min} :

$$f_{\min} = 0.3 ((6.01)(40.05) + 8.21 \text{ фунт/дюйм}) (3) \\ = 74.7 \text{ фунт/дюйм}$$

VII-6.2.4. Системная характеристика труба/почва β [2].

$$\beta = [k_p/(4EI)]^{1/4} \quad (4)$$

$$= [577 \text{ psi}/4(27.9 \times 10^6 \text{ psi})(279.3 \text{ in.}^4)]^{1/4} \\ = 0.01166 \text{ дюйм}^{-1}$$

VII-6.2.5. Минимальная длина скольжения L_m .

$$L_m = eAE/f_{\min} \\ = (0.000424 \text{ дюйм/дюйм})(14.57 \\ \text{дюйм}^2)(27.9 \times 10^6 \text{ psi})/74.7 \text{ фунт/дюйм} \\ = 2307 \text{ дюйма или } 192 \text{ фута и } 4 \text{ дюйма}$$

VII-6.2.6. Максимальная аксиальная сила F_{\max} , соответствующая L_m .

$$F_{\max} = eAE = (0.000424)(14.57)(27.9 \times 10^6) \quad (6) \\ = 172,357 \text{ фунтов}$$

VII-6.3. Расчет пролетов.

Классифицируем трубные пролеты в соответствии с моделями, данными в Таблице VII-6.3 и рассчитаем эффективную длину скольжения L' или L'' для каждого пролета.

VII-6.3.1. Пролет 1 принадлежит Категории A1 (коленчатый патрубок на одном торце, другой торец свободный). Проверим, является ли поперечный пролет L_1 длинным или коротким;

$$L_1 = 1200 \text{ дюймов} \\ 3\pi/(4)(0.01166 \text{ дюйм}^{-1}) = 202 \text{ дюйма}$$

Таблица VII-6.3.
Уравнения для расчета эффективной длины L' или L''

Категория элемента	Уравнения для L' или L''	
	L' короткого P-стояка	L'' длинного P-стояка
A1, B1, C1	если $L_2 < L_m + L''$, $L' = [-b + (b^2 - 4ac)^{1/2}] / 2a$ (8) где $a = 3f / (2AE)$ $b = \epsilon - fL_2 / (AE) + 2f\beta / k$ $c = -f\beta L_2 / k$	если $L_2 \geq L_m + L''$, $L'' = \Omega[(1 + 2F_{max}/f_{min}\Omega)^{1/2} - 1]$ (7)
A2, B2, C2	если $L_2 < 2L''$, $L' = L_2 / 2$ (9)	если $L_2 \geq 2L''$, $L'' = \Omega[(1 + 2F_{max}/f_{min}\Omega)^{1/2} - 1]$ (7)
A3, B3, C3	если $L_2 < L''$, $L' = L_2$ (10)	если $L_2 \geq L''$, $L'' = \Omega[(1 + 2F_{max}/f_{min}\Omega)^{1/2} - 1]$ (7)
D	если $L_2 < L_m$, $L' = L_2$ (10)	если $L_2 \geq L_m$, $L'' = L_m = \epsilon AE / f$ (5)

$$L'' = \Omega[(1 + 2F_{max}/f_{min}\Omega)^{1/2} - 1] \quad (7)$$

$$\Omega = AE\beta / k = (14.57 \text{ in.}^2)(27.9 \times 10^6 \text{ psi}) \times (0.01166 \text{ дюйм}^{-1}) / 577 \text{ psi} = 8214 \text{ дюйма}$$

$$L'' = 8214 \{ [1 + 2 \times 172,357 / (74.7 \times 8214)]^{1/2} - 1 \}$$

$$= 2051 \text{ дюйм}$$

$$L_m + L'' = 2307 + 2051 = 4358 \text{ дюймов}$$

Так как $L_2 = 400$ футов или 4800 дюймов, 4800 > 4358, и длина L_2 трубного пролета является длинной, и Пролет 1 может полностью классифицироваться как A1 (длинный поперечный, длинная труба).

ЗАМЕЧАНИЕ: Если $L_m + L''$ превысило бы L_2 , то L' была бы пересчитана с использованием уравнения (8), правильного уравнения для короткой трубы.

VII-6.3.2. Пролет 2 принадлежит Категории A2 (коленчатый патрубок на каждом торце). Проверим, будут ли стояки L_1 и L_2 короткими или длинными.

Так как $L_1 > 3\pi/4\beta$ (240 дюймов > 202 дюймов) и так как $L_2 < 2L''$ (1200 дюймов < 2(2051 дюйма)), то Пролет 2 может быть полностью классифицирован как Категория A2 (длинный поперечный, коротка труба). Тогда

$$L' = L_2 / 2 = (1200 \text{ дюймов}) / 2 = 600 \text{ дюймов.}$$

VII-6.3.3. Пролет 3 принадлежит Категории A3 (якорь на одном конце, коленчатый патрубок на

другом торце). Проверим, будут ли стояки L_1 и L_2 короткими или длинными.

Так как $L_1 > 3\pi/4\beta$ (1200 дюймов > 202 дюймов) и так как $L_2 < L''$ (240 дюймов < 2051 дюйма), то Пролет 3 может быть полностью классифицирован как Категория A3 (длинный поперечный, коротка труба). Тогда $L' = L_2 = 240$ дюймов.

ЗАМЕЧАНИЕ: Для того чтобы полностью квалифицировать подземную трубопроводную систему, может также понадобиться включить напряжения, вызванные весом присыпки и колесными нагрузками [5, 6].

VII-6.4. Компьютерное моделирование.

Рассчитаем почвенные пружины и силы трения для использования в компьютерной модели этой подземной трубы.

VII-6.4.1. Длина элемента. Установим длину элемента равной 3 трубным диаметрам. $dL = 36$ дюймов.

VII-6.4.2. Количество элементов. Только почва в пределах длины $3\pi/4\beta$ от коленчатого патрубка будет подвергаться силе осевого давления со стороны трубы. Для системы, взятой для примера, $3\pi/4\beta = 202$ дюйма. Следовательно, требуемое количество элементов будет равно:

$$n = (3\pi/4\beta) / dL \quad (11)$$

$$= 202 / 36 = 5.61$$

Следовательно, используем 6 элементов, каждый длиной 36 дюймов.

VII-6.4.3. Жесткость пружины $k_{i,j}$. Жесткость пружины, которая должна быть приложена к каждому элементу, равна:

$$k_{i,j} = kdL \quad (12)$$

где: k – взято из уравнения (2)

$$k_{i,j} = (577 \text{ psi}) (36 \text{ дюймов}) = 20,772 \text{ фунтов/дюйм}$$

Это является теоретической жесткостью пружины, которая должна прилагаться к центру каждого элемента и под нормалью к поверхности трубы, при этом k_i в плоскости расширения, а k_j перпендикулярно плоскости расширения.

VII-6.4.4. Сила трения F_f . Силы трения, которые должны прилагаться к узловой точке коленчатого патрубка в Пролетах 1 и 2, рассчитываются следующим образом:

Параллельно Пролету 1:

$$F_f = fL''/2 \quad (13)$$

где:

$$f = f_{\min} = 74.7 \text{ фунта/дюйм};$$

$$L'' = 2051 \text{ дюйм};$$

$$F_f = (74.7 \text{ фунта/дюйм}) (2051 \text{ дюйм})/2 = 76,605 \text{ фунтов};$$

Параллельно Пролету 2:

$$F_f = (74.7 \text{ фунта/дюйм}) (600 \text{ дюймов})/2 = 22,410 \text{ фунтов};$$

Сила трения, которая должна быть приложена к узловой точке коленчатого патрубка в Пролете 3, рассчитывается следующим образом:

$$F_f = (74.7 \text{ фунта/дюйм}) (240 \text{ дюймов})/2 = 9864 \text{ фунтов};$$

После этого компьютерная модель будет такой, как показано на рисунке VII-6.4.4.

VII-6.5. Результаты анализа.

Компьютерный анализ модели, показанной на рисунке VII-6.4.4, выдает суммарное напряжение S_C в различных точках подземной трубы следующим образом:

Расположение	S_C , psi
Виртуальный якорь	7,036
Коленчатый патрубок А	26,865
Коленчатый патрубок В	9,818
Якорь на входе	2,200

ЗАМЕЧАНИЕ: S_C для этого примера включает продольное напряжение давления, усиленные напряжения сгибания и прямые напряжения, вызванные аксиальными нагрузками со стороны трения и нагрузками осевого давления почвы. Оно не включает вес засыпки или подвижные нагрузки.

Допустимое напряжение, рассчитанное по уравнению (15) равно $S_A + S_h$, что для стальной трубы SA-106 Grade B равно 22,500 psi + 15,000 psi = 37,500 psi. Следовательно, так как максимальное S_C равно 26,865 psi < 37,500 psi, условия Сборника соблюдены.

VII-6.6. Пример нагрузки на якорь.

Если бы Элемент 1 был просто прямой трубой, закоренной на одном торце, с другим торцом, заканчивающимся трубным компенсатором (смотрите рисунок VII-6.6), нагрузка на якорь рассчитывалась бы следующим образом.

(А). Рассчитываем максимальную силу трения, действующую вдоль границы трения.

$$F_f = F_{\max} = \epsilon AE \quad (6)$$

$$F_{\max} = \epsilon AE = (0.000424)(14.57)(27.9 \times 10^6) \quad (6)$$

$$= 172,357 \text{ фунтов}$$

(В). Рассчитываем нагрузку S на трубном компенсаторе

$$S = F_f + S_p$$

где:

F_f = сила трения на трубном компенсаторе
= 9000 фунтов (данные поставщика);

S_p = сила давления

$$= PA_s$$

где:

P = расчетное давление

$$= 100 \text{ psig};$$

A_s = эффективная площадь поперечного сечения

$$= \pi D^2/4$$

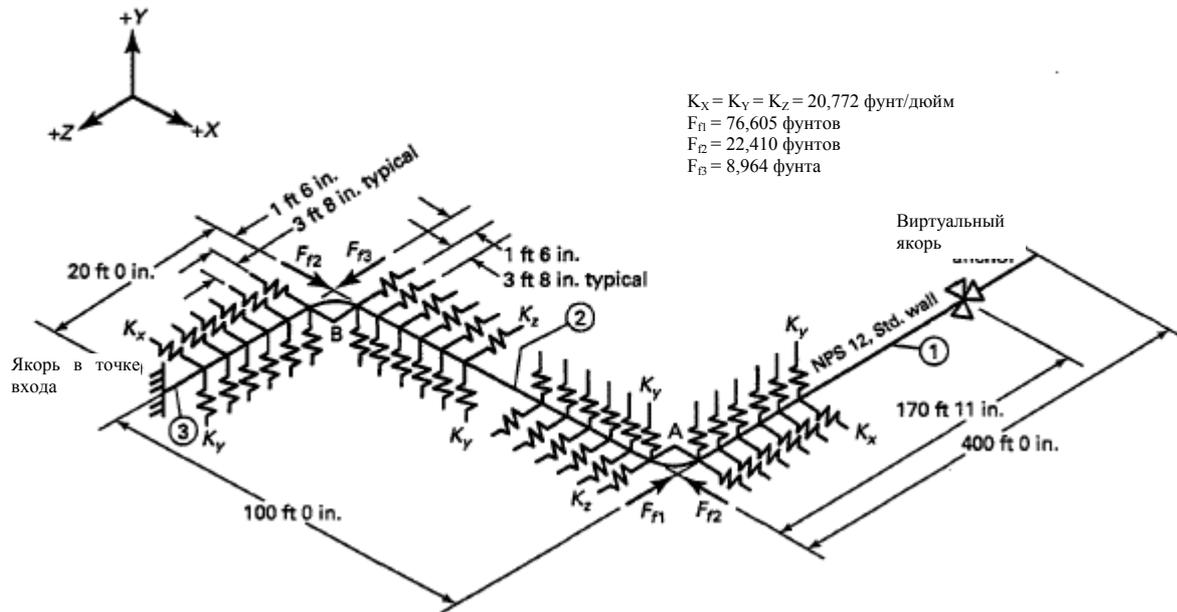
$$= \pi(12.75)^2/4$$

$$= 127.6 \text{ дюйм кв.}$$

$$S_p = (100)(127.6) = 12,760 \text{ фунтов};$$

$$S = 9,000 + 12,760 = 21,760 \text{ фунтов};$$

(С) Общая аксиальная нагрузка F_a на якорь становится



$K_x = K_y = K_z = 20,772$ фунт/дюйм
 $F_H = 76,605$ фунтов
 $F_D = 22,410$ фунтов
 $F_B = 8,964$ фунта

ft = фут, in = дюйм, typical = типично, Std. wall = стандартная толщина стенки

Рисунок VII-6.4.4. Компьютерная модель трубы, взятой для примера

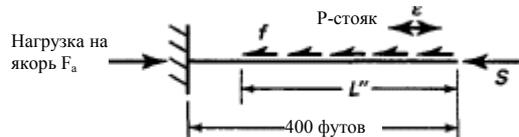


Рисунок VII-6.6. Примерная схема Элемента 1 как элемента Категории D

$F_a = 172,357 + 21,760 = 194,117$ фунтов.

Если нагрузки на якорь должны ограничиваться, трубный компенсатор должен размещаться ближе к якорю, чтобы уменьшить силу, вызываемую трением на границе труба/почва.

VII-7.0. ССЫЛКИ.

[1] Goodling, E. C., "Buried Piping - An Analysis Procedure Update," ASME Publication PVP - Vol. 77, pp. 225-237, ASME Pressure Vessels and Piping Conference, Portland, June 1983

[2] Hetenyi, K. J., Beams on Elastic Foundation, The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, 1967
 [3] Hunt, R. J., et al, "Seismic Response of Buried Pipes and Structural Components," Report by the Seismic Analysis Committee of the ASCE Nuclear Structures and Materials Committee, ASCE, 1983
 [4] Nyman, D. J., et al, Guidelines for the Seismic Design of Oil and Gas Piping System, Committee on Gas and Liquid Fuel Lifelines of the ASCE Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering, 1984
 [5] Young, O. C., and Trott, J. J., Buried Rigid Pipes, Elsevier Applied Science Publishers, 1984
 [6] Moser, A. P., Buried Pipe Design, McGraw-Hill, 1990
 [7] Audibert, J. M. E., and Nyman, K. J., "Soil of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 103, No. GT10, October 1977, pp. 11 19-1 142
 [8] Trautmann, C. H., and O'Rourke, T. D., "Lateral Restraint Against Horizontal Motion of Pipes," Journal Force-Displacement Response of Buried Pipes," Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 111, No. 9, September 1985, pp. 1077-1092
 [9] Leonards, G. A., Editor, Foundation Engineering, McGraw-Hill, New York, 1962
 [10] Goodling, E. C., "Restrained Underground Piping - Some Practical Aspects of Analysis and Design," Third U.S. Conference on Lifeline Earthquake Engineering, ASCE, Los Angeles, August 22-24, 1991

УКАЗАТЕЛЬ.

- приемлемые материалы
стандарты и технические требования, 123.1, Таблица 126.1, Приложение F
отверстия доступа, 114.2.2
воздушные системы и системы гидравлического распределения, 100.1.2(E)
выравнивание, 127.3(C)
значения допустимого напряжения, 102.3.1(A), Приложение A
допустимые напряжения, в сдвиге, 102.3.1(B)
алюминиевые трубы, 124.7(A)
якоря, 119.7.1(A.3), 120.2.3
якоря и направляющие, 120.2.3, 121.7.1
закалка, определение, 100.2
стандарты ANSI, Таблица 126.1, Приложение F
стандарты API, Таблица 126.1, Приложение F
сборники правил и стандарты ASME, Таблица 126.1, Приложение F
технические требования ASME SA и SB, Таблица 126.1, Приложение F
технические требования ASTM, Таблица 126.1, Приложение F
стандартные методы испытания ASTM, Таблица 126.1, Приложение F
технические требования к присадочному металлу AWS, Таблица 126.1, Приложение F
стандарты AWWA, Таблица 126.1, Приложение F
дуговая сварка, определение, 100.2
сборка, 135
сборка, определение, 100.2
крепления
правила проектирования, 104.3.4
конструкционные, 121.8
конструкционные, определение, 100.2
крепёжные сварные швы, 127.4.9
автоматная сварка, определение, 100.2
- подкладочное кольцо, определение, 100.2
подкладочные кольца, 111.2.2, 127.2.2
приемлемые типы, 127.2.2(A.1)
из черных металлов, 127.2.2(A)
продольные сварные соединения, 127.2.2(A,3)
из цветных металлов и неметаллические, 127.2.2(B)
шаровые шарниры, 101.7.2, 119.5.1
базовый металл, определение, 100.2
гибка, 102.4.5, 129
термическая обработка, 129.3
колена, 119.5
допуск на утоньшение колена, Таблица 102.4.5
- заготовки, трубы, 108.2
вытяжные клапаны для контрольно-измерительных приборов, 122.3.2(B.2)
продувочный трубопровод, 122.1.7, 122.2
продувочные клапаны, 122.1.7(C)
внешний трубопровод водогрейного котла, 100.1.2(A), 122.1
авторизованная установка, 127.5.3(C)
углеродистая или легированная сталь, 124.3(C)
литой чугун, 124.4
пластичный (узловатый) чугун, 124.6
ковкий чугун, 124.5
приемлемые материалы, 123.1, Таблица 126.1, Приложение F
разные системы, 122.1.6
технические требования, Таблица 126.1, Приложение F
стандарты, Таблица 126.1, Приложение F
сталь, углеродистая и легированная, 124.3
водоспуск водогрейного котла, 122.1.5
болтовое крепление, метрическое, 108.6
болтовое крепление, трубопроводные фланцы, 108.5, Таблица 112
процедура болтового крепления, 135.3
болты, 108.5
зацепление, 135.3.4
болтовые шпильки, 108.5, Таблица 112
соединение крышки, клапан, 107.5
патрубки, 127.4.8
определение, 100.2
правила проектирования, 104.3.1
выступы, 104.3.1(G)
групповые отверстия, 104.3.1(D.2.5)
подвергаемые внешнему давлению, 104.3.1(E)
проектирование сварного шва, 127.4.8
соединения, паянные твердым припоем, 117
определение сварки с припоем, 100.2
пайка твердым припоем, 128
сплав, 117.1
определение, 100.2
присадочный металл, 128.2.1
флюс, 128.2.2
нагрев, 128.4.2
материал, 128.2
подготовка, 128.3
процедура, 128.4
квалификация, 128.2.4
отчеты, 128.6
стыковое соединение, определение, 100.2
стыковые сварные швы

- выравнивание, 111.2.1, 127.3(C)
 размеры при подготовке торцов, 127.3.1(A.2)
 байпасные клапаны, 122.5.2 и 122.5.3
 байпасы, клапанные, 107.6
- ограничения по содержанию углерода
 сварные конструкции, 124.2(C)
 колпаковые и замочные соединения в трубопроводе из литого чугуна, 135.4
 ограничения для литого чугуна, 124.4
 толщина труб из литого чугуна, 104.1.2(B)
 фланцевые соединения "литой чугун и сталь", 135.3.3
 законопаченные соединения, 116
 системы центрального и локального отопления, 100.1.1, 100.1.2(B)
 центробежно-литая труба, определение, 100.2
 очистка, сварка, 127.3(B)
 нагрузка чистящей среды, 101.6.3
 холодная гибка, 129.3.1, 129.3.3B
 холодная деформация, 119.2
 колонны, вода, 122.1.6(C)
 компрессионные соединения, 115
 вогнутость, кольцевые стыковые сварные швы, 127.4.2(C.5)
 конденсационные резервуары, 122.3.2(C)
 соединительный патрубок, определение, 100.2
 присоединение, оборудование, определение, 100.2
 постоянная опора, 121.7.4
 плавкие вставки, 127.2.3
 сжатие, 101.7
 трубопровод управления, 122.3.3
 эффект охлаждения, 101.4.1
 медная труба, 124.7(A)
 допуск на коррозию, 102.4.1
 контроль над коррозией, Приложение IV
 коррозионные жидкости и газы, 122.9
 гофрированная труба, 119.5
 диапазон ползучести, 119.3
 искривленная труба, 104.2
- неподвижная нагрузка, 101.6.2
 дефект, определение, 100.2
 определения, 100.2
 проектирование
 литой чугун, 124.4
 критерии, 102
 пластичный (узловатый) чугун, 124.6
 ковкий чугун, 124.5
 цветные металлы, 124.7
 неметаллические трубы, 124.8
 сталь, 124.3
 расчетные условия, 101
 расчетное давление, 104.1.2(A)
 расчетная температура, 101.3.2
 пароохладители, 122.4
 разрушение материалов, 124.9
- неоднородность, определение, 100.2
 разнородные сварные швы – подкладка, 127.2.2(A.2)
 районные отопительные системы, 100.1.1, 122.14
 труба, сваренная двукратным сварным швом дуговой электросваркой под флюсом, определение, 100.2
 водоспуск, клапан, 122.1.5B
 водоспускной трубопровод, 122.1.5A
 линии каплеуловителей, 122.11.1
 ограничения по пластичному (узловатому) чугуну, 124.6
 толщина труб из пластичного чугуна, 104.1.2(B)
 пластичность, 119.3
 динамические эффекты, 101.5
- нагрузки землетрясений, 101.5.3
 коленчатые патрубки, 104.2.2
 труба, сваренная электрической стыковой сваркой оплавлением, определение, 100.2
 труба, сваренная электрической сваркой плавлением, определение, 100.2
 труба, сваренная электрической сваркой сопротивлением, определение, 100.2
 подготовка торцов, сварка, 127.3(A)
 торцы, клапан, 107.3
 инженерный проект, определение, 100.2
 захваченное давление, клапан, 107.1(C)
 присоединение оборудования, определение, 100.2
 эквивалентный полный температурный цикл, 102.3.2(C)
 монтаж, определение, 100.2
 допуск на эрозию, 102.4.1
 эрозия/коррозия, Приложение IV
 исследование, 136.3
- общее, 136.3.1
 проникающей жидкостью, 136.4.4
 стандарты приемлемости, 136.4.4(B)
 оценка индикаций, 136.4.4(A)
 магнитные частицы, 136.4.2
 стандарты приемлемости, 136.4.3(B)
 оценка индикаций, 136.4.3(A)
 обязательные минимальные требования, Таблица 136.4
 радиографическое, 136.4.5
 стандарты приемлемости, 136.4.5(A)
 требования, 136.4
 визуальное, 136.4.
 стандарты приемлемости, 136.4.2(A)
 выхлопная труба, 122.12
 раструбные стыки, 113
 расширение, 119
 соединения, 101.7.2
 свойства, 119.6
 напряжение, 102.3.2(C)
 внешнее расчетное давление, 101.2.4

- экструдированная труба, определение, 100.2
экструзия, 129.2
- сборка, определение, 100.2
лицевая поверхность сварного шва, определение, 100.2
торцовка, фланцы, 108.3, 108.5.2, Таблица 112
федеральные технические требования, Таблица 126.1, Приложение F
трубопровод питательной воды, 122.1.3
клапаны питательной воды, 122.1.7(B)
присадочный металл, 127.2.1
 паяние твердым припоем, 128.2.1
 определение, 100.2
угловой сварной шов, определение, 100.2
угловые сварные швы, 111.4
 сварка, 127.4.4
фитинги, 115
фитинги и соединения для трубопровода контрольно-измерительных приборов, управления и взятия образцов, 122.3.6
арматура, 121.2
огнеопасные среды, 117.3(A)
огнеопасные и токсичные газы и жидкости, 122.8
болтовое крепление фланцев, трубы, 108.5, Таблица 112
фланцевые коленчатые патрубки, 104.2.2
фланцевые соединения, 112
торцовка фланцев, 108.3, 108.5.2, Таблица 112
прокладки фланцев, 108.4, 108.5.2, Таблица 112
фланцевые соединения, 135.2.1
фланец, комбинации материалов, Таблица 112
фланцы, трубы, 108.1
развальцованные соединения, 115
неразвальцованные соединения, 115
сплющивание, 104.2.1(C)
изъян, определение, 100.2
гибкий шланг
 металлический, 101.7.2, 106.4, 119.5, 121.7.1(C)
 неметаллический, 105.3(C)
гибкость, 119
 коэффициенты, 119.7.3, Приложение D
эффекты расширения среды, 101.4.2
флюс, пайка твердым припоем, 128.2.2
кованые и расточенные трубы, определение, 100.2
формовка, 129.2
формованные компоненты, термическая обработка, 129.3
труба, сваренная стыковой сваркой в печи, определение, 100.2
полный угловой сварной шов, определение, 100.2
плавление, определение, 100.2
- пробоотборные краны, 122.1.6(C)
замерное стекло, 122.1.6
 присоединения, 122.1.6(A)
гальваническая коррозия, 124.7(B)
- прокладки, трубные фланцы, 108.4, 108.5.2, Таблица 112
газовая сварка, определение, 100.2
геотермальные системы, 100.1.2(B)
кольцевые стыковые сварные швы, 127.4.2
графитизация, 124.2(A) и (B)
полировка, кольцевые стыковые сварные швы, 127.4.2(C.4)
стыковой сварной шов, определение, 100.2
- настройка подвески, 121.4
разнос подвески, 121.5
подвески и опоры, определения, 100.2
зона термического влияния, определение, 100.2
трубопровод теплообменника, расчетная температура, 101.3.2(B)
нагрев, пайка твердым припоем, 128.2.3
термическая обработка
 определение, 100.2
 требования к нагреванию и охлаждению, 132.6, 132.7
 колена и формованные компоненты из аустенитной нержавеющей стали, 129.3.4
 колена, 129.3
 формованные компоненты, 129.3
 сварные швы, 127.4.10, 131, 132, Таблица 132
- удар, 101.5.1
несовершенство, определение, 100.2
индикация, определение, 100.2
дуговая электросварка с металлическим электродом с использованием инертного газа
 определение, 100.2
запросы, Приложение H
осмотр
 трубопровод контрольно-измерительных приборов, управления и забора проб, 122.3.9(A)
 требования, 136.2
осмотр и исследование, 136
 общие положения, 136.1.1
 проверка на соответствие, 136.1.2
инспекторы
 квалификация инспекторов, работающих у владельца, 136.1.4
 права, 136.1.3
контрольно-измерительные приборы
 трубопроводы, 122.3
 клапаны, 122.3.29v0
цельный тип, 121.8.2
внутреннее расчетное давление, определение, 101.2.
проектирование по внутреннему давлению, 104.1.2
прерывание сварки, 131.6
пересечения, 104.3
 патрубковые присоединения, 104.3.1
 правила проектирования, 104.3

- соединение, стыковое, определение, 100.2
 зазор соединения, пайка твердым припоем, 128.3.2
 проектирование соединений – определение, 100.2
 эффективность соединения, 102.3.2(С)
 соединение, механическое, определение, 100.2
 проплавление соединения, определение, 100.2
 соединения, крышки клапанов, 107.5
- нахлестка, 129.2
 уровнемеры, индикаторы уровня, 122.1.6
 ограничения по материалам, 123.2
 подвижные нагрузки, 101.6.1
 нагрузки и опорные конструкции, 121.4
 локальные перенапряжения, 119.3
 локальная послесварочная термическая обработка, 132.7
 продольные сварные швы, 127.4.3
 петли, 119.5
 конденсаторная сварка низкой мощности, 127.4.9(А)
- запорные клапаны основной линии, 122.3.2(А.1)
 ограничения для ковкого чугуна, 124.5
 ручная сварка, определение, 100.2
 маркировка
 материалы, продукты, 123.1(Е)
 клапан, 107.2
- материалы
 общие требования, 123
 ограничения, 124
 разные части, 125
 прокладки, 125.3
 болтовое крепление, 125.4
 технические требования и стандарты, 123.1, Таблица 126.1, Приложение F
 напряжения, 123.1
 максимально допустимое внутреннее давление, 102.2.4
 максимально допустимая температура, 102.2.4
 максимально допустимое рабочее давление, определение, 100.2
 может, определение, 100.2
 механические сальниковые соединения, 118
 механические соединения, определение, 100.2
 механическая прочность, 102.4.4
 минимальная толщина стенки, 104.1.2(А)
 разные системы, 122.1.6
 соединения в ус, 104.3.3
 соединение в ус, определение, 100.2
 модуль эластичности, Приложение С
 модули эластичности, 119.6.2, 199.6.4
 стандарты MSS, Таблица 126.1, Приложение F
 условные обозначения, Приложение G
- нормальные эксплуатационные условия, 102.2.3
 номинальная стенка, 104.1.2(А)
 внешний трубопровод не водогрейного котла, 100.1.2(А)
 нециклические условия эксплуатации, 119.7(А.3)
 ограничения для цветных материалов, 123.2.7
 трубы и трубки из цветных материалов, 104.1.2(С.3)
 неинтегральный тип, 121.8.1
 ограничения для неметаллических трубопроводных материалов, 124.8
 нормализация, определение, 100.2
 гайки, 108.5.1, Таблица 112
- случайные нагрузки, 102.2.4
 смещение, 119.5
 нефть и огнеопасные жидкости, 122.7.1
 квалификация эксплуатации
 общие положения, 127.5.1
 ответственность, 127.5.3(В)
 оператор, сварка, определение, 100.2
 другие жесткие типы (арматура), 121.7.2
 внешний винт и хомут, клапан, 107.4
 овальность, 104.2.1(В)
 создание избыточного давления, клапан, 107.1(С)
 кислородная резка, определение, 100.2
 кислородная строжка, определение, 100.2
- задавливание, 100.2
 проплавление, корень, определение, 100.2
 стандарты PFI, Таблица 126.1, Приложение F
 труба
 крепления, правила проектирования, 104.3.4
 колена, 104.2.1
 заглушки, 108.2
 определение, 100.2
 болтовое крепление фланцев, 108.5, Таблица 108.5.2
 фланцы, 108.1
 пересечения, правила проектирования, 104.3
 опорные элементы, проектирование, 121
 опорные элементы, определение, 100.2
 трубопроводные соединения, 100
 пластичная деформация, 119.3
 коэффициент Пуассона, 119.6.3
 послесварочная термическая обработка, 132
 определение, 100.2
 определение толщины, определяющей PWHT, 132.4
 сварные швы между разнородными металлами, 132.2
 исключения, 132.3
 нагрев в печи, 132.6
 скорости нагревания и охлаждения, 132.5

- локальный нагрев, 132.7
- обязательные требования, Таблица 132
- минимальная температура выдержки, Таблица 132
- минимальное время выдержки, Таблица 132
- предварительный нагрев, определение, 100.2
- предварительный нагрев, 131
 - разнородные металлы, 131.2
 - температура, 131.4
- подготовка к сварке, 127.3
- давление
 - определение, 100.2
 - захваченные жидкости, клапан, 107.1(C)
 - манометры, 122.1.6
 - клапаны-редукторы, 122.5, 122.14
 - перепускной трубопровод, 122.6
 - номинальные показатели температуры, 102.2
 - волны, 101.5.1
- испытания давлением
 - общие требования, 137.1
 - максимальное напряжение во время испытания, 137.1.4
 - защита персонала, 137.1.3
 - суб-блоки, 137.1.1
 - температура испытательной среды, 137.1.2
 - график испытания, 137.1.5
 - гидростатическое, 137.4
 - проверка оборудования, 137.4.4
 - материал, 137.4.1
 - требуемое давление, 137.4.5
 - испытательная среда, 137.4.3
 - вентиляция, 137.4.2
 - первоначальная эксплуатация, 137.7
 - масс-спектрометр и галид, 137.6
 - пневматическое, 137.5
 - проверка оборудования, 137.5.3
 - общие положения, 137.5.1
 - предварительное испытания
 - требуемое давление, 137.5.5
 - испытательная среда, 137.5.2
 - подготовка к испытанию, 137.2
 - трубные компенсаторы, 137.2.3
 - фланцевые соединения, имеющие заглушки, 137.2.5
 - изоляция трубопровода и оборудования, 137.2.4
 - соединения, 137.2.1
 - временные опоры, 137.2.2
 - расширение испытательной среды, 137.2.6
 - повторное испытание, 137.8
 - особые трубопроводные системы, 137.3
 - внешний трубопровод водогрейного котла, 137.3.1
 - внешний трубопровод не водогрейного котла, 137.3.2
- процедуры, сварка, определение, 100.2
- патентованные соединения, 118
- нагнетательный трубопровод насоса, 122.13
- всасывающий трубопровод насоса, 122.12
- квалификация, пайка твердым припоем, 128.5
- квалификация, сварка, 127.5
 - ответственность за процедуру, 127.5.3(A)
 - ответственность, 127.5.2
 - ответственность за работу сварщика и за сварку, 127.5.3(B)
- требования к контролю над качеством для внешнего трубопровода водогрейного котла (ВЕР), Приложение J
- номинальные показатели
 - на переходах, 102.2.5
 - отклонения от нормальной работы, 102.2.4
- отчеты, пайка твердым припоем, 128.6
- отчеты, сварка, 127.6
- перепускные устройства, 122.5.3, 122.14.1
- редукторы, 104.6
- усиление
 - патрубковое присоединение, 104.3.1(D)
 - сварного шва, определение, 100.2
 - сварных швов, таблица 127.4.2
 - зона, 104.3.1(D.2.4)
- ремонт, дефекты сварного шва, 127.4.11
- ограничители, 119.5, 119.7.3
- обратное напряжение, 119.2
- кольцо, подкладочное, определение, 100.2
- вальцованные соединения, 113
- катаные трубы, определение, 100.2
- корневое отверстие, определение, 100.2
- предохранительные клапаны, 107.8, 122.1.7(D), 122.5, 122.14.1
- трубопровод отбора проб, 122.3.5(C)
- сфера действия, 100.1
- герметизирующий сварной шов
 - определение, 100.2
 - сварные швы, 111.5
 - резьбовые соединения, 127.4.5, 135.5.2
- бесшовные трубы, определение, 100.2
- самоотскакивание, 119.2
- полуавтоматическая дуговая сварка, определение, 100.2
- должен, определение, 100.2
- экранированная дуговая сварка с металлическим электродом, определение, 100.2
- удар, 117.3(C)
- должен, определение, 100.2
- размер сварного шва, определение, 100.2
- шлаковая инклюзия, определение, 100.2

- муфтовые соединения, 118
 снеговая и ледовая нагрузка, 101.6.1
 соединения муфтового типа, 117
 муфтовые сварные швы, 111.3
 муфтовые сварные швы, сборка, 127.3E
 соединения, паянные мягким припоем, 117.2, 117.3
 паяние мягким припоем, определение, 100.2
 зазор, сварка, 127.3(D)
 особые меры безопасности – трубопровод
 контрольно-измерительных приборов, управления
 и забора проб, 122.3.7
 организации, выпустившие технические
 требования и стандарты, Таблица 126.1,
 Приложение F
 технические требования, клапан, 107.1(A)
 особые трубопроводные системы, проектирование,
 122
 пружины, 121.6
 забор проб, 133
 стандарты
 приемлемые, 123.1, Таблица 126.1, Приложение F
 клапаны, 107.1(A)
 стандартные технические требования к сварочной
 процедуре, 127.5.4
 статично литая труба, определение, 100.2
 системы распределения пара, 122.14
 паровой трубопровод, 122.1.2
 паровой удар, 101.5.1
 системы охлаждения паровой струи, 100.1.2(D)
 удержание пара, 107.1(D)
 запорные паровые клапаны, 122.1.7(A)
 трубопровод паровой ловушки, 122.11
 сталь
 без присвоенных значений напряжения,
 102.3.1(D)
 неизвестной технической спецификации,
 102.3.1(C)
 коэффициент качества стального литья, 102.4.6
 ограничения для стали
 содержание углерода, 124.3(D)
 графитизация, 124.2(A) и (B)
 сварка, 124.3(C)
 штоковая резьба, клапан, 107.4
 деформация, 119
 концентрация, 119.3
 распределение, 124.2(A) и (B)
 диапазон, 119.2
 напряжение, 119.6.4
 анализ, 119.7
 смятия, 121.2(F)
 сжатия, 121.2(E)
 концентрация, 119.3
 внешнего давления, 102.3.2(B)
 усиление, 119.7.1(D)
 коэффициенты, 111.2.1, 119.7.3
 внутреннего давления, 102.3.2(A)
 ограничения по материалам, 123.2, Приложение
 A
 пределы, 102.3
 случайные нагрузки, 102.3.3
 продольное давление, 102.3.2(D)
 концентратор, 119.3
 диапазон, 102.3.2(C), 119.2
 уменьшение, 119.2
 релаксация, 119.2
 сброс, определение, 100.2
 в сдвиге, 121.2(D)
 в растяжении, 121.2
 конструкционные крепления, 121.8
 определения, 100.2
 дуговая сварка под флюсом, определения, 100.2
 опоры, проектирование, 119.5, 121
 трубопровод контрольно-измерительных
 приборов, управления и забора проб, 122.3.8
 состояние поверхности, кольцевые стыковые
 сварные швы, 127.4.2(C)
 подготовка поверхности, паяние твердым припоем,
 128.3.1
 диагональные поперечные связи, 121.7.5
 выпрямление труб, 129.2
 вертикальные соединения, 101.7.2, 119.5
 прихваточные сварные швы, определения, 100.2
 прихваточные сварные швы, 127.4.1(C)
 температура, 101.3.1
 графитизация, 124.3
 ограничения
 литой чугуна, 124.4
 пластичный (узловатый) чугун, 124.6
 ковкий чугун, 124.5
 значения напряжения, 124.1
 временный трубопровод, 122.10
 терминальные точки, внешний трубопровод
 водогрейного котла, 100.1.2(A)
 испытание – трубопровод контрольно-
 измерительных приборов, управления и забора
 проб, 122.3.9(A)
 испытательная нагрузка, 101.6.3
 термическое сжатие, 119.1
 термическое расширение, 101.7, 119, Приложение
 B
 анализ, 119.7.1
 диапазон, 119.6.1
 резьбовые латунные трубы, 104.1.2(C.2)
 резьбовые присоединения
 алюминиевая труба, 124.7(C)
 резьбовые медные трубы, 104.1.2(C.2)
 резьбовые соединения, 114
 смазка, 135.5.2
 сваренные герметизирующей сваркой, 135.5.2
 резьбовой трубопровод, 135.5
 резьбовые стальные трубы, 104.1.2(C.1)
 допуски на нарезку резьбы и желобление, 102.4.2
 резьба, шток клапана, 107.4

- полезный вылет углового сварного шва, определения, 100.2
 кромка лицевой поверхности сварного шва, определения, 100.2
 токсичные среды, 117.3(A)
 переходы, локальное давление, 102.2.5
 переходы, внешний диаметр, 127.4.2(B)
 проходящие волны
 давление, 102.2.4
 температура, 102.2.4
 трубопровод разгрузки ловушки, 122.11.2
 обработка, термическая, определение, 100.2
 вольфрамовый электрод, 100.2
- поднутрение, определения, 100.2
 удельное расширение, 119.6.1
 поднутрение, кольцевые стыковые сварные швы, 127.4.2(C.3)
 высаживание, трубные торцы, 129.2
- вакуум, 101.4.1
 клапаны, 107
 продувочные, 122.1.7(C)
 соединение крышки, 107.5
 байпасы, 107.6
 водоспуски, 107.1(C)
 торцы, 107.3
 питательная вода, 122.1.7(B)
 и фитинги, 122.1.7
 фланцевые торцы, 107.3
 общие положения, 107.1
 маркировка, 107.2
 проекты, несоответствующие правилам, 107.1(B)
 предохранительные, 107.8, 122.1.7(D)
 технические требования, 107.1(A)
 запорные паровые, 122.1.7(A)
 резьбовые торцы, 107.3
 сварочные торцы, 107.3
 переменные опоры, 121.7.3
 отклонения от нормальных условий эксплуатации, 102.2.4
 вибрация, 101.5.4, 117.3(C)
 шайбы, 108.5.1
 вода
 колонны, 122.1.6
 гидравлический удар, 101.5.1
- указатели уровня, уровнемеры, 122.1.6
 эффекты веса, 101.6
 сварной шов
 вогнутость, 127.4.2(C.5)
 определения, 100.2
 сварные патрубковые присоединения, 127.4.8
 изготовление, ограничения для углеродистой стали, 124.2(C)
 сварные соединения, 111
 сварной шов, угловой, определение, 100.2
 коэффициент эффективности сварного соединения, продольный сварной шов, 102.4.3
 сварщик, определения, 100.2
 сварка, 127
 дуговая, определение, 100.2
 автоматная, определение, 100.2
 с припоем, определение, 100.2
 торцевой переход, Рисунок 127.4.2
 присадочный металл, 127.2.1
 общие положения, 127.1
 автомат, определение, 100.2
 конденсаторная, низкой энергии, определение, 100.2
 ручная, определение, 100.2
 материал, 127.2
 оператор сварочного автомата, определение, 100.2
 подготовка, 127.3
 процедура, 127.4
 квалификация процесса, 127.1.1
 отчеты, 127.6
 ответственность, 127.5.2
 сварное изделие, определения, 100.2
 WPS, квалификация, 127.5.1
 высоты усиления сварного шва, Таблица 127.4.2
 устранение дефектов сварного шва, 127.4.11
 сварной шов, герметизирующий, определение, 100.2
 подготовка поверхности сварного шва, 127.4.2(C)
 сварной шов, прихваточный, определение, 100.2
 ветровые нагрузки, 101.5.2

СБОРНИК ПРАВИЛ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ASME B31

B31.1. Энергетические трубопроводы	2001
B31.2 ¹ . Трубопроводы топливного газа	1968
B31.3. Технологические трубопроводы	1999
B31.4. Трубопроводные транспортные системы для жидких углеводородов и других жидкостей	1998
B31.5. Трубопроводы морозильных установок и компоненты теплообмена	2001
B31.8. Трубопроводные системы транспортировки и распределения газа	1999
B31.9. Трубопроводы для коммунального хозяйства	1996
B31.11. Транспортные трубопроводные системы для жидкого цемента	1989

B31G-1991. Руководство по определению остаточной прочности корродированных трубопроводов: дополнение к Сборнику правил для трубопроводов под давлением ASME B31.

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). USAS B31.2-1968 был отозван как Американский национальный стандарт 18 февраля 1988 года. ASME будет продолжать продавать USAS B31.2-1968 как исторический документ, в течение некоторого времени.

ASME B 31.1

ТОЛКОВАНИЯ, СБОРНИК 35

Ответы на технические запросы, полученные с 1 января 2000 года по 30 июня 2000 года

Было согласовано, что толкования, выпускаемые Комитетом B31, касающиеся B31.1, будут публиковаться как часть системы обновления Сборника. Толкованиям были присвоены номера в хронологическом порядке. Каждое толкование применяется либо к последней версии, либо к Приложению, которые действуют на момент выхода толкования, или к Версии или Приложению, которые указаны в ответе. Последующие редакции Сборника могут заменять собой ответ.

Ответы даются в виде дословного повторения оригинальных писем, за исключением того, что небольшое количество типографских и редакционных исправлений вносится для улучшения ясности. В некоторых случаях, пересмотр толкования выявлял необходимость в корректировках технического характера. В таких случаях, пересмотренный ответ представляется с оригинальным номером толкования с приставкой R. В случае, когда в толковании исправляются опечатки, оригинальный номер толкования дополняется буквой E.

Процедуры ASME обеспечивают повторное рассмотрение этих толкований, когда или если дополнительная информация попадает в распоряжение Комитета, которая, по мнению запрашивающего лица, может повлиять на толкование. Далее, лица, неудовлетворенные толкованием, могут подавать апелляцию в компетентный комитет или подкомитет ASME. Как указано в Заявлении о политике в документах Сборника, ASME не "одобряет", не "сертифицирует", не "оценивает" и не "рекомендует" никакие изделия, конструкции, патентованные устройства или деятельность.

Толкования с номерами от 2 до 7 включены в систему обновления для Издания 1983 года, а толкования с номерами с 8 по 13 были включены в систему обновления для Издания 1986 года. Толкования с номерами с 14 по 19 были включены в систему обновления для издания 1989 года. Толкования с номерами с 20 по 25 были включены в систему обновления для издания 1992 года. Толкования с номерами с 26 по 30 были включены в систему обновления для Издания 1995 года. Толкования с номерами с 31 по 34 были включены в систему обновления для Издания 1998 года. Для Издания 2001 года толкования будут выпускаться по мере необходимости два раза в год до тех пор, пока не будет опубликовано Издание 2004 года.

B31.1

<u>Тема</u>	<u>Толкование</u>	<u>Номер файла</u>
Параграф 124, применение материала для труб ASTM A 671, CC70 Class 22	35-3	B31-99-036
Параграф 136.4.3(B), исследование магнитными частицами	35-2	B31-99-015
Сварка фитингов, сваренных стыковыми сварными швами	35-1	B31-97-055

Толкование: 35-1

Предмет: Сварка фитингов, сваренных стыковыми сварными швами

Дата выпуска: 24 апреля 2000 года

Файл: В31-97-055

Вопрос: Запрещает ли ASME В31.1 приваривать фитинги, свариваемые стыковыми сварными швами, напрямую к фитингам, свариваемым угловыми сварными швами (например, коленчатый патрубок под стыковую сварку приваривается к съемному фланцу) с использованием угловых сварных швов?

Ответ: Нет, если ни один из фитингов не модифицируется для изготовления такого узла. Однако, если один или оба фитинга модифицируются, этот фитинги или фитинги больше не могут рассматриваться как стандартные фитинги и должны квалифицироваться, в соответствии с параграфом 104.7.2. Требования параграфа 104.8 должны быть удовлетворены с учетом эффекта любых модификаций.

Толкование: 35-2

Предмет: В31.1, параграф 136.4.3(В), исследование методом магнитных частиц.

Дата выпуска: 24 апреля 2000 года

Файл: В31-99-015

Вопрос: При использовании МТ, какой размер индикации считается релевантным?

Ответ: Все индикации МТ, которые не отвечают критерию приемлемости в параграфе 136.4.3(В), считаются релевантными.

Толкование: 35-3

Предмет: В31.1, параграф 124, применение материала труб ASTM А 671, СС70 Class 22.

Дата выпуска: 9 июня 2000 года

Файл: В31-99-036

Вопрос: Запрещает ли ASME В31.1 использование материала ASTM А 671, СС70, Class 22 для изготовления стальных труб, сваренных электрической сваркой плавлением, предназначенных для атмосферных и более низких температур, для эксплуатации при температурах, для которых значения допустимого напряжения указаны в Приложении А?

Ответ: Нет. Смотрите параграф 124.9.

ASME B 31.1

ТОЛКОВАНИЯ, СБОРНИК 36

Ответы на технические запросы, полученные с 1 июля 2000 года по 31 декабря 2000 года.

Было согласовано, что толкования, выпускаемые Комитетом B31, касающиеся B31.1, будут публиковаться, как часть системы обновления Сборника. Толкованиям были присвоены номера в хронологическом порядке. Каждое толкование применяется либо к последней версии, либо к Приложению, которые действуют на момент выхода толкования, или к Версии или Приложению, которые указаны в ответе. Последующие редакции Сборника могут заменять собой ответ.

Ответы даются в виде дословного повторения оригинальных писем, за исключением того, что небольшое количество типографских и редакционных исправлений вносится для улучшения ясности. В некоторых случаях, пересмотр толкования выявлял необходимость в корректировках технического характера. В таких случаях, пересмотренный ответ представляется с оригинальным номером толкования с приставкой R. В случае, когда в толковании исправляются опечатки, оригинальный номер толкования дополняется буквой E.

Процедуры ASME обеспечивают повторное рассмотрение этих толкований, когда, или если дополнительная информация попадает в распоряжение Комитета, которая по мнению запрашивающего лица может повлиять на толкование. Далее, лица, неудовлетворенные толкованием, могут подавать апелляцию в компетентный комитет или подкомитет ASME. Как указано в Заявлении о политике, в документах Сборника, ASME не "одобряет", не "сертифицирует", не "оценивает" и не "рекомендует" никакие изделия, конструкции, патентованные устройства или деятельность.

Толкования с номерами от 2 до 7 включены в систему обновления для Издания 1983 года, а толкования с номерами с 8 по 13 были включены в систему обновления для Издания 1986 года. Толкования с номерами с 14 по 19 были включены в систему обновления для издания 1989 года. Толкования с номерами с 20 по 25 были включены в систему обновления для издания 1992 года. Толкования с номерами с 26 по 30 были включены в систему обновления для Издания 1995 года. Толкования с номерами с 31 по 34 были включены в систему обновления для Издания 1998 года. Для Издания 2001 года толкования будут выпускаться по мере необходимости два раза в год до тех пор, пока не будет опубликовано Издание 2004 года.

V31.1

<u>Тема</u>	<u>Толкование</u>	<u>Номер файла</u>
Параграф 102.3.1(C), допустимые напряжения	36-2	V31-99-016
Параграф 104.3.1(E), патрубки	36-1	V31-99-014

Толкование: 36-1

Предмет: В31.1, параграф 104.3.1(Е), патрубковые присоединения.

Дата выпуска: 3 октября 2000 года

Файл: В31-99-014

Вопрос (1): Согласно Изданию 1988 года ASME В31.1, Энергетические трубопроводы, формулы (3) или (3А), указанные в параграфе 104.1.2, должны ли использоваться для определения t_{mh} при проектировании патрубкового присоединения для внешнего давления?

Ответ (1): Ни одна из них; t_{mh} должно определяться в соответствии с параграфом 104.1.3, при условии, что D_{oh} , D_{ob} и t_r , если требуется усиление, уменьшены, чтобы компенсировать внешнюю коррозию.

Вопрос (2): Используется ли t_{mh} в формулах в параграфе 104.3.1(Е) для определения требуемой площади усиления?

Ответ (2): Да.

Толкование: 36-2

Предмет: В31.1, параграф 102.3.1(С), допустимые напряжения

Дата выпуска: 3 октября 2000 года

Файл: В31-99-016

Вопрос: Могут ли допустимые напряжения, указанные в Таблицах 1А и 1В Раздела II, Часть D Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME для использования в рамках Раздела I этого Сборника, использоваться при проектировании в рамках В31.1, при условии, что материал был одобрен Сборником В31.1?

Ответ: Нет. В 31.1 не допускает использование значений Раздела II.

В31.1 – Частный случай № 27

Частный случай – это официальный метод обработки ответа на запрос, когда исследование показывает, что текстовка Сборника требует разъяснения, или когда ответ модифицирует существующие требования Сборника, или дает разрешение на использование новых материалов или альтернативных конструкций.

ASME договорилось опубликовать Частные случаи, изданные Комитетом В31 в отношении В31.1, как часть системы обновления В31.1. Текст предлагаемых новых и пересмотренных Частных случаев и повторное утверждение текущих Частных случаев публикуется в Mechanical Engineering для публичного ознакомления. Также в Mechanical Engineering появляется сообщение, когда одобряется новый или пересмотренный Частный случай. Новые и пересмотренные Частные случаи, а также объявления о повторно утвержденных Частных случаях или их отмене, после этого появляются в следующем обновлении. Все Частные случаи, которые действовали на время публикации Издания 1989 года Сборника, были включены в обновление, которое последовало за этим, Толкования №14 и Частные случаи №9. Что касается Издания 1992 года и более поздних изданий, все Частные случаи, действовавшие на время публикации издания, включены в него как обновление.

Это обновление, Частный случаи №27, которые включены после последней страницы Издания 2001 года и Толкований № 3, содержат следующие Частные случаи.

145	153	163	165	173
146-1	162	164	170	

Частные случаи 147, 151, 154, 159, 161 и 168, которые были включены в первое обновление к Изданию 1998 года (Частные случаи №25), закончили свое действие. Частный случай 169, который был включен во второе обновление (Частные Случаи №26) также закончил свое действие.

Номера страниц для дополнений Частных случаев, включенных с обновлениями к Изданию 2001 года, начинаются с С-1 и затем продолжают последовательно в тексте последнего обновления этого Издания. Частные случаи, затронутые таким дополнением, следующие:

<i>Страница</i>	<i>Место</i>	<i>Изменение</i>
С-1	Частный случай 145	(1). Переутвержден: июль 2000 (2). Новая дата завершения срока действия: 31 июля 2003
С-2, С-3	Частный случай 146-1	(1). Переутвержден: март 2001 (2). Новая дата завершения срока действия: 31 марта 2004
С-8, С-9	Частный случай 163	(1). Переутвержден: июль 2000 (2). Новая дата завершения срока действия: 31 июля 2003
С-10	Частный случай 164	(1). Переутвержден: сентябрь 2000 (2). Новая дата завершения срока действия: 30 сентября 2003
С-11	Частный случай 165	(1). Переутвержден: июль 2001 (2). Новая дата завершения срока действия: 31 июля 2004
С-14	Частный случай 173	Добавлен

В31. Частный случай 145.
Никель-молибден-хромовые сплавы (UNS N10276), строительство в рамках
ANSI/ASME В31.1.

Дата одобрения: август 1985 года
 Дата повторного одобрения: июль 2000 года

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 июля 2003 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Могут ли фитинги, прутки, пластины и полосы, бесшовные и сварные трубы и трубки из никель-молибден-хромового сплава (UNS N10276), отвечающие требованиям ASTM В 366, В 574, В575, В619, В622 и В626, использоваться при строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1?

Ответ: Мнение Комитета таково, что никель-молибден-хромовый сплав (UNS N10276) может использоваться в строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1, при условии что:

(1). значения максимально допустимого напряжения для этого материала должны быть такими, как показано в Таблице I. Для сварных компонентов, эти значения должны быть умножены на коэффициент 0.85.

(2). сварные узлы должны отвечать применимым требованиям В31.1:

(а). Квалификации сварочной процедуры и работы должны быть проведены в соответствии с Разделом IX, Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

(b). Сварка должна проводиться с помощью любого сварочного процесса, способного отвечать этим требованиям.

(с). Весь присадочный металл, включая материал плавких вставок, должен отвечать требованиям Раздела IX

(d). Когда требуется устранение дефекта с помощью сварки, она должна проводиться в соответствии с ANSI/ASME В31.1, параграф 127.4.11. Когда дефект устраняется, но сварка не требуется, поверхность должна быть оконтурена, чтобы исключить любые острые

порезы или углы. Оконтуренная поверхность должна быть повторно исследована теми же

Таблица I

Для температуры металла не превышающей, °F	Максимально допустимое напряжение, ksi ¹	Максимально допустимое напряжение, ksi
100	25.0	25.0
200	25.0	25.0
300	25.0	23.0
400	24.3	21.2
500	23.9	20.0
600	23.5	18.8
650	23.3	18.3
700	23.1	17.8
750	22.9	17.4
800	22.8	17.1
850	22.6	16.8
900	22.3	16.6
950	22.1	16.5
1000	21.8	16.5

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Из-за относительно невысокого предела текучести этих материалов, эти более высокие значения напряжения были установлены для температур, когда свойства кратковременного растяжения определяют допустимость использования этих сплавов, когда немного большая деформация приемлема. Эти более высокие значения напряжения превышают 67%, но не превышают 90% от предела текучести при температуре. Использование этих напряжений может привести к размерным изменениям, вызванным постоянной деформацией. Эти значения напряжения не рекомендуются для фланцев соединений с прокладками или других мест применения, где небольшие количества перекашивания могут вызвать утечку или неправильное функционирование.

средствами, что были использованы изначально для обнаружения дефекта, чтобы гарантировать, что он был полностью устранен.

(е). Термическая обработка после сборки или формовки и не требуется, и не запрещается.

(3). Этот номер Частного случая должен быть указан в Отчете по данным.

В31. Частный случай 146-1.**Никель-хром-молибден-колумбиевые сплавы (UNS N06625), строительство в рамках ANSI/ASME В31.1.**

Дата одобрения: март 1989 года.

Дата повторного одобрения: март 2001 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 марта 2004 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Может ли никель-хром-молибден-колумбиевый сплав (UNS N06625), отвечающий техническим требованиям, указанным в Таблице I, использоваться для строительства систем энергетических трубопроводов ASME В31.1?

Ответ: По мнению Комитета, никель-хром-молибден-колумбиевый сплав (UNS 06625), отвечающий техническим требованиям, перечисленным в Таблице I, может использоваться при строительстве энергетического трубопровода, отвечающего требованиям ASME В31.1, при условии, что выполнены следующие дополнительные требования:

(1). ЭТИ МАТЕРИАЛЫ НЕ ДОЛЖНЫ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ВО ВНЕШНЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА. Смотрите параграф 100.1.2(A).

(2). Значения допустимого напряжения должны быть такими, как указано в Таблице II.

(3). Все продольные сварные швы в любом из материалов, перечисленных в Таблице I, должны быть полностью исследованы радиографическим способом. Радиографическое исследование должно быть в соответствии с требованиями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, самая последняя версия, параграф UW-51.

(4). Квалификация сварочной процедуры и квалификации работы должны быть проведены в соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел IX. Для квалификации сварочной процедуры Р-номер материала равен 43.

(5). Послесварочная термическая обработка этого материала и не требуется, и не запрещается. Однако, никакая послесварочная термическая обработка не должна проводиться за исключением случаев, когда на это имеется соглашение между владельцем и производителем, сборщиком или монтажником. Температура, время и метод термической обработки должны быть описаны в этом соглашении.

(6). Трубы, сваренные продольной линейной сваркой, с использованием присадочного металла или без него, допускаются. Трубы, сваренные продольной линейной сваркой, должны изготавливаться из пластины, отвечающей требованиям ASTM В 443. Все трубы, сваренные линейной сваркой, должны отвечать следующим требованиям:

(а). Сварные швы должны выполняться с помощью электродугового сварочного процесса.

(b). Соединения должны быть полнопроваренными двухшовными или одношовными стыковыми соединениями, использующими процессы сварки плавлением, как определено в параграфе 100.2 "Определения" ASME В31.1. Когда используются подкладочные кольца или полосы, материал кольца или полосы должен быть материалом с таким же Р-номером, что и у соединяемой пластины. Подкладочные кольца или полосы должны полностью удаляться после сварки до радиографического исследования, а открытая поверхность сварного шва должна быть исследована визуально на соответствие требованиям следующего параграфа. Сварные швы, сделанные с помощью процедур, использующих подкладочные кольца, которые остаются на месте, запрещены.

(c). Поверхность сварного шва на стороне внешнего диаметра трубы должна быть вровень с базовой пластиной или должна иметь разумно равномерную выпуклость, в соответствии с Таблицей I27.4.2 ASME В31.1. Усиление сварного шва на стороне внутреннего диаметра трубы может удаляться по усмотрению производителя или по соглашению между производителем и покупателем. Контур усиления должен быть разумно гладким и не должен иметь неровностей. Наплавленный материал должен впаиваться в поверхность пластины равномерно. Не допускается вогнутость контура.

(d). Дефекты сварного шва должны устраняться удалением до качественного металла и повторной сваркой. Последующая термическая обработка и осмотр должны быть, как требуется для оригинального сварного шва.

(e). Когда требуется термическая обработка, такая термическая обработка должна проводиться, в соответствии с параграфом 5 после все сварочных работ.

(f). Требования ASTM А 530 к сварным трубам должны быть удовлетворены. Вариации в толщине стенки и длине для труб, сваренных продольной линейной сваркой с добавлением присадочного металла, должны быть такими же, как требуется в ASTM А 530 для бесшовных труб или труб, сваренных продольной линейной сваркой без присадочного металла.

Таблица I.

Пластина, лист и полоса	В 443-84
Бесшовная труба или трубка	В 444-84
Прутки и брусок	В 446-84
Кованые изделия	В 564-86
Катаные фитинги	В 366-87

Таблица II.
Значения допустимого напряжения.

Номер технического требования	Температура металла (Замечание (1)), не превышающая, °F	Значения допустимого напряжения (Замечания (2), (3)), ksi	Номер технического требования	Температура металла (Замечание (1)), не превышающая, °F	Значения допустимого напряжения (Замечания (2), (4)), ksi
В 443 Grade 1	300	27.5	В 443 Grade 2	100	25.0
В 444 Grade 1	400	26.8	В 444 Grade 2	200	24.6
В 446 Grade 1	500	26.1	В 446 Grade 2	300	24.0
В 564	600	25.4	В 366 (сделанный из материала Grade 2)	400	22.5
В 366 (сделанный из материала Grade 1)	700	25.0		500	21.7
	800	24.6		600	21.0
	900	24.0		700	20.7
	1000	23.7		800	20.1
	1100	23.4		900	19.8
	1150	21.0		1000	19.6
	1200	13.2		1100	19.3
				1150	19.3
				1200	19.3

ЗАМЕЧАНИЯ:

- (1). Сплав 625 испытывает серьезную потерю ударной прочности после длительного старения в температурном диапазоне 1000°F – 1400°F.
- (2). Эти значения напряжения могут интерполироваться для определения значений для промежуточных температур;
- (3); Допустимые напряжения основаны на прочности в растяжении 110,000 psi, минимальной прочности для закаленного материала (Grade 1).
- (4). Допустимые напряжения основаны на прочности в растяжении 100,000 psi, минимальной прочности для материала, обработанного на твердый раствор (Grade 2).

B31. Частный случай 153.**Использование сплава UNS S31803 в строительстве в рамках ANSI/ASME B31.1.**

Дата одобрения: ноябрь 1989 года.

Дата повторного одобрения: ноябрь 1998 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 30 ноября 2001 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден

Таблица I

Трубы	A 790-87
Трубки	A 789-87
Кованые изделия	A 182-87
Пластина, лист и полоса	A 240-87
Брусok и профиль	A 276-87
Катаные трубные фитинги	A 815-86

Запрос: Может ли аустенитно-ферритная нержавеющая сталь, 22Cr-5 1/2Ni-3Mo (UNS S31803), обработанная на твердый раствор, использоваться для строительства систем энергетических трубопроводов ASME B31.1?

Ответ: Технические требования к продуктам, указанные в Таблице I для ферритно-аустенитной стали, 22Cr-5 1/2Ni-3Mo, обработанной на твердый раствор, может использоваться для строительства энергетических трубопроводов, отвечающих требованиям ASME B31.1, при условии, что выполнены следующие дополнительные условия.

(1). Эти материалы не должны использоваться для внешнего трубопровода водогрейного котла. Смотрите параграф 100.1.2(A).

(2). Материал должен поставляться в состоянии после термической обработки. Термическая обработка должна проводиться при температуре от 1870°F до 2010°F с последующим быстрым охлаждением в воде или быстрым охлаждением другими способами.

(3). Значения допустимого напряжения должны быть следующими:

Для температуры металла, не превышающей, °F	Значение максимального допустимого напряжения, ksi
100	22.5
200	22.5
300	21.7
400	20.9
500	20.4
600	20.2

(4). Все продольные сварные соединения должны быть полностью исследованы радиографическим методом. Радиографическое исследование должно быть в соответствии с требованиями Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, последняя редакция, параграф UW-51.

(5). Квалификация сварочной процедуры и квалификации работы должны проводиться в соответствии с Разделом IX. Для квалификации сварочной процедуры, материал должен считаться имеющим P-номер 10N, Группа №1 согласно QW-422.

(6). Термическая обработка после формовки или сборки и не требуется, и не запрещается (за исключением случаев, указанных в параграфе (7)(e)), но любая применяемая термическая обработка должна

проводиться при температуре от 1870°F – 2010°F, после чего должно следовать быстрое охлаждение

(7). Пластина может быть превращена в продольно сваренную трубу с добавлением присадочного металла. Требования A 790 должны быть удовлетворены со следующими модификациями:

(a). Сварные швы должны быть сделаны с помощью электродугового сварочного процесса, включающего использование присадочного металла.

(b). Соединения должны быть полнопроваренными двухшовными или одношовными стыковыми соединениями, использующими процессы сварки плавлением, как определено в "Определениях" Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел IX. Когда используются подкладочные кольца или полосы, материал кольца или полосы должен быть с таким же P-номером (QW-422 Раздела IX), что и соединяемая пластина. Подкладочные кольца и полосы должны быть полностью удалены после сварки до проведения любого требуемого радиографического исследования, а открытая поверхность сварного шва должна быть исследована визуально на соответствие требованиям следующего параграфа. Сварные швы, выполненные с помощью процедур, использующих подкладочные кольца, которые остаются на месте, запрещены.

(c). Поверхность сварного шва на стороне внешнего диаметра трубы должна быть вровень с базовой пластиной или должна иметь разумную выпуклость в соответствии с Таблицей 127.4.2 в Сборнике. Поверхность сварного шва на стороне внутреннего диаметра усиления может быть удалена по усмотрению производителя или по соглашению между производителем и покупателем. Контур усиления должен быть разумно гладким и свободным от неровностей. Наплавленный металл должен впаиваться равномерно в поверхность пластины. Вогнутость контура не допускается, если только результирующая толщина металла сварного шва не будет равна или больше, чем минимальная толщина прилегающего базового металла.

(d). Дефекты сварного шва должны устраняться удалением до качества металла и повторной сваркой. Последующая термическая обработка и осмотр должны быть такими же, как для оригинальных сварных швов.

(е). Вся сварка должна проводиться до термической обработки. После сварки, термическая обработка на раствор должна выполняться, в соответствии с параграфом 2.

(8), ВНИМАНИЕ: Этот Сборник допускает использование этого материала только для температурного диапазона, указанного в параграфе (3). Можно ожидать, что этот материал будет подвергаться охрупчиванию при комнатной температуре после эксплуатации при температуре, выше 600°F.

В31. Частный случай 162.**Использование сплава 21Cr-11Ni-N (S30815) в строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1,**

Дата одобрения: сентябрь 1992 года.

Дата повторного одобрения: сентябрь 1998 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 30 сентября 2001 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден

Запрос: Могут ли бесшовные трубы и трубы, сварные трубы и трубы, пластины, листы, полосы, кованные изделия и бруски из сплава 21Cr-11Ni-N (S30815), закаленного на раствор, отвечающие требованиям А 213, А 312, А 249, А 358, А 409, А 240, А 182 и А 479, использоваться в строительстве в рамках ASME В31.1?

Ответ: Мнение Комитета таково, что бесшовные трубы и трубы, сварные трубы и трубы, пластины, листы, полосы, кованные изделия и бруски из сплава 21Cr-11Ni-N (S30815), закаленного на раствор, как описано в запросе, могут использоваться в строительстве в рамках ASME В31.1, при условии что:

(а). материал отвечает требованиям к химическому анализу и минимальному растяжению, указанным в техническом требовании и отмеченным здесь в Таблицах 1 и 2 соответственно; также они должны отвечать всем другим требованиям соответствующего технического требованиям к материалам ASTM.

(b). значения максимально допустимого расчетного напряжения должны быть такими, как указано в Таблице 3, за исключением того, что для сварных трубок и труб должен использоваться коэффициент эффективности соединения E_j равный 0.85.

(с). сварка должна выполняться с использованием любого сварочного процесса или комбинации сварочных процессов, способных удовлетворить требованиям Раздела IX для материалов с Р-номером 8, Группа 2. Если выполняется

послесварочная термическая обработка, материал должен нагреваться до температуры 1560-1740°F в течение 10-15 минут, после чего должно следовать охлаждение на воздухе.

Таблица 1.

Химические требования.

Элемент	Процент
Углерод	0.05-0.10
Марганец, максимум	0.80
Фосфор, максимум	0.40
Сера, максимум	0.030
Кремний	1.40-2.00
Никель	10.0-12.0
Хром	20.0-22.0
Азот	0.14-0.20
Церий	0.03-0.08
(Железо до 100%)	

таблица 2

Требования к механическим свойствам.

Прочность в растяжении, минимум, ksi	87
Предел текучести, смещения минимум, ksi	0.2% 45
Удлинение в 2 дюймах, минимум, %	40

(d). термическая обработка после формовки и не требуется, и не запрещается. Если используется термическая обработка, обработка на раствор должна состоять из нагрева до температуры от 1920°F до 2100°F и затем быстрого охлаждения в воде или другим способом.

(е). номер Сборника должен быть указан в документации и маркировке материала и должен быть записан в Отчете производителя по данным.

Таблица 3.

Для температуры металла, не превышающей, °F	Значения максимально допустимого напряжения, ksi		Для температуры металла, не превышающей, °F	Значения максимально допустимого напряжения, ksi	
	....	Замечание (1)		....	Замечание (1)
100	21.8	21.8	1050	11.6	11.6
200	21.6	21.6	1100	9.0	9.0
300	20.4	20.4	1150	6.9	6.9
400	19.6	19.6	1200	5.2	5.2
500	18.4	19.1	1250	4.0	4.0
600	17.7	18.7	1300	3.1	3.1
650	17.5	18.6	1350	2.4	2.4
700	17.3	18.4	1400	1.9	1.9
750	17.1	18.2	1450	1.6	1.6
800	16.8	18.0	1500	1.3	1.3
850	16.6	17.8	1550	1.0	1.0
900	16.3	17.5	1600	0.86	0.86
950	16.1	17.2	1650	0.71	0.71
1000	14.9	14.9			

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Из-за относительно невысокого предела текучести этих материалов, эти более высокие значения напряжения были установлены для температур, когда свойства кратковременного растяжения определяют допустимость использования этих сплавов, когда немного большая деформация приемлема. Эти более высокие значения напряжения превышают 67%, но не превышают 90% от предела текучести при температуре. Использование этих напряжений может привести к размерным изменениям, вызванным постоянной деформацией. Эти значения напряжения не рекомендуются для фланцев соединений с прокладками или других мест применения, где небольшие количества перекашивания могут вызвать утечку или неправильное функционирование.

В31. Частный случай 163. Использование сплава Ni-Cr-Co-Mo (UNS N06617) в строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1.

Дата одобрения: июль 1994 года.

Дата повторного одобрения: июль 2000 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 июля 2003 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Могут ли катаные пластины, листы, прутки, бруски, кованные изделия, сварные трубы и бесшовные трубки из сплава Ni-Cr-Co-Mo (UNS N06617), закаленного на раствор, которые отвечают требованиям к химическому составу, указанным в Таблице 1, требованиям к механическим свойствам, указанным в Таблице 2, и которые отвечают всем другим применимым требованиям технических требований, указанных в Таблице 3, использоваться в рамках ASME В31.1 в сварных конструкциях, при температурах до 1500°F включительно?

Ответ: По мнению Комитета, сплав Ni-Cr-Co-Mo (UNS N06617), закаленный на раствор, как описано в запросе, может использоваться для строительства при условии, что выполнены все применимые требования ASME В31.1 и следующие дополнительные требования:

(а). Этот материал не должен использоваться для внешнего трубопровода водогрейного котла. Смотрите параграф 100.1.2(A).

(б). Материал должен закаляться на раствор при температуре 2100°F – 2250°F и быстро охлаждаться в воде или другим способом.

(с). Значения максимально допустимого напряжения для материала должны быть такими, как указано в Таблице 4. Для сварных компонентов эти значения должны быть умножены на коэффициент 0.85, за исключением тех случаев, когда 100%-ая радиография выполняется, как указано в параграфе 136.4.5.

(д). Отдельные квалификации сварочных процедур и работы требуются для этого материала. Квалификации сварочных процедур и квалификация работы должны проводиться, как описано в Разделе IX Сборника правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME.

(е). Термическая обработка после формовки или сборки и не требуется, и не запрещена. Когда термическая обработка выполняется, она должна быть в соответствии с пунктом (б), выше.

(ф). Для проектирования по внешнему давлению смотрите параграф 104.1.3.

(г). Для параграфа 104.1.2, который требует параметр “у”, зависящий от температуры, значения “у” – такие же, как для никелевых сплавов,

указанных в Таблице 104.1.2(A) и должны быть следующими:

1150°F и ниже $y=0.4$

1200°F $y=0.5$

1250°F и выше $y=0.7$

Таблица 1.
Химические требования.

Элемент	Процент
Углерод	0.05-0.15
Марганец, максимум	1.0
Кремний, максимум	1.0
Сера, максимум	0.015
Железо, максимум	3.0
Хром	20.00-24.00
Кобальт	10.0-15.0
Молибден	8.0-10.0
Алюминий	0.8-1.5
Титан, максимум	0.6
Медь, максимум	0.5
Бор, максимум	0.006
Никель, минимум	44.5

Таблица 2
Требования к механическим свойствам.

Прочность в растяжении, минимум, ksi	95
Предел текучести, минимум, ksi	35
Удлинение в 2 дюймах или диаметрах, минимум, %	4

Таблица 3
Технические требования к продуктам.

Пруток и брусок	В 166
Пластина, лист и полоса	В 168
Трубка	В 444
Кованные изделия	В 564
Сварная труба	В 546

(h). Детали, находящиеся под давлением, сделанные из бруска станочным способом, должны ограничиваться размером NPS 4 или меньше. Фланцы втулок, коленчатые патрубки, крутоизогнутые отводы, тройники и тройники коллекторов не должны изготавливаться напрямую из брусковой заготовки.

Таблица 4.

Для температуры металла не превышающей, °F	Максимально допустимое напряжение, ksi	Максимально допустимое напряжение, ksi (Замечание (1))
100	23.3	23.3
200	20.5	23.3
300	19.1	23.3
400	18.1	23.3
500	17.3	23.3
600	16.7	22.5
700	16.2	21.9
800	15.9	21.5
900	15.7	21.1
1000	15.5	20.9
1100	15.4	20.7
1150	15.4	20.7
1200	15.3	16.9
1250	13.0	13.0
1300	10.0	10.0
1350	7.7	7.7
1400	6.0	6.0
1450	4.6	4.6
1500	3.6	3.6

ЗАМЕЧАНИЕ:

(1). Из-за относительно невысокого предела текучести этих материалов, эти более высокие значения напряжения были установлены для температур, когда свойства кратковременного растяжения определяют допустимость использования этих сплавов, когда немного большая деформация приемлема. Эти более высокие значения напряжения превышают 67%, но не превышают 90% от предела текучести при температуре. Использование этих напряжений может привести к размерным изменениям, вызванным постоянной деформацией. Эти значения напряжения не рекомендуются для фланцев соединений с прокладками или других мест применения, где небольшие количества перекашивания могут вызвать утечку или неправильное функционирование.

В31. Частный случай 165.**Использование брусков из микролегированной углеродистой стали в строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1.**

Дата одобрения: сентябрь 1994 года.

Дата повторного одобрения: сентябрь 2000 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 30 сентября 2003 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Могут бруски из микролегированной углеродистой стали с добавками алюминия, ванадия и азота (химический состав, как указан в таблице 1, свойства материала как указано в Таблице 2), отвечающие требованиям ASTM A 675, использоваться в строительстве в рамках ASME В31.1?

Ответ: По мнению Комитета, горячекатаные бруски, описанные в этом Частном случае, могут использоваться в сварных и не сварных конструкциях в соответствии с правилами ASME В31.1, при условии, что удовлетворены следующие дополнительные требования.

(а). Значения допустимых напряжений, указанные в Таблице 3, не должны превышать. Материал не должен использоваться для расчетных температур выше или ниже тех, для которых приведены значения допустимого напряжения в этом Частном случае Сборника.

(б). Использование материала должно быть ограничено размерами NPS 2 и меньше и он должен поставляться в виде круглого бруска с диаметром не больше 4 дюймов.

Таблица 1.

Химические требования.

(анализ после термической обработки или после литья)

Элемент	Процент
Углерод	0.19-0.26
Марганец	1.35-1.65
Фосфор	0.040 максимум
Сера	0.050 максимум
Кремний	0.15-0.35
ванадий	0.02-0.20
Алюминий	0.015-0.050
Азот	0.03 максимум

(с). Отдельные квалификации сварочных процедур и работы требуются для этого материала. Сварочный процесс должен быть GTAW. Квалификация сварочной процедуры и квалификация работы должны проводиться в

соответствии со Сборником правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел IX.

(d). Этот материал не должен использоваться для внешнего трубопровода водогрейного котла.

(е). Материал, описанный в этом Запросе, является одним из материалов, имеющих наибольшую прочность в растяжении, одобренных для использования в компонентах, находящихся под давлением и регулируемых ASME. База данных ASME по материалам имеет мало данных по усталости для таких высокопрочных материалов. При расчете диапазона допустимых напряжений расширения S_A с использованием уравнения (1) в параграфе 102.3.2(C), должны использоваться допустимые напряжения для A 106 Grade B. Далее, фитинги, изготовленные с использованием этого материала, должны испытываться на усталость, чтобы гарантировать поведение сравнимое с материалами ASTM, которые должны использоваться в установленных блоках.

(f). Все применимые требования ASME В31.1 должны быть удовлетворены.

Таблица 2.

Требования к механическим свойствам.

Прочность в растяжении	110 ksi
Предел текучести, минимум (0.2% смещения)	80 ksi min.
Удлинение в 2 дюймах	15% min.

Таблица 3.

Значения допустимого напряжения.

Для температуры металла, не превышающей, °F от -20 до 650	Значение максимального напряжения, ksi
	23.8

ОБЩЕЕ ЗАМЕЧАНИЕ: Это значение допустимого напряжения основано на значении прочности в растяжении 95 ksi.

В31. Частный случай 165.**Использование сплава S32550 (25.5Cr-5.5Ni-3.5Mo-Cu), Р-номер 10Н в строительстве в рамках ANSI/ASME В31.1.**

Дата одобрения: июль 1995 года.

Дата повторного одобрения: июль 2001 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 июля 2004 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: может ли сплав S32550 (25.5Cr-5.5Ni-3.5Mo-Cu), Р-номер 10Н, использоваться в энергетическом трубопроводе, построенном в соответствии со сборником правил В31.1, при температуре до 500°F включительно?

Ответ: Сплав S32550 может использоваться для строительства в рамках ASME В31.1 в соответствии с техническими требованиями, указанными в этом Частном случае Сборника, при условии, что удовлетворены следующие требования.

(a). ЭТИ МАТЕРИАЛЫ НЕ ПРИЕМЛЕМЫ ДЛЯ ВНЕШНЕГО ТРУБОПРОВОДА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА – СМОТРИТЕ ПАРАГРАФ 100.1.2.

(b). Все применимые требования ASME В31.1 должны быть удовлетворены.

(c). Значения допустимого напряжения, показанные в Таблице 1, не должны превышать. Эти материалы не должны использоваться при температурах выше тех, для которых значения допустимого напряжения приведены в этом Частном случае Сборника.

(d). Все отверстия с диаметром 4 дюйма и больше должны отвечать требованиям параграфа 127.4.8, за исключением того, что должны использоваться полнопроваренные сварные швы и не

должны использоваться отдельные усилительные подушки.

(e). Стыковые сварные соединения должны исследоваться радиографически по всей длине, как описано в параграфе 136.4.5, когда толщина стенки на сварном соединении превышает 1 1/2 дюйма.

(f). Сварные швы патрубковых присоединений должны исследоваться радиографически (параграф 136.4.5) или ультразвуковым методом (параграф 136.4.6). Смотрите Таблицу 136.4, когда размер патрубка превышает NPS 4.

(g). Все сварные швы, где толщина материала превышает 3/4 дюйма, должны исследоваться методом проникающей жидкости.

(h). Труба под внешним давлением должна отвечать требованиям параграфа 104.1.3.

(i). Термическая обработка формы продукта и не требуется, и не запрещается, но если она выполняется, она должна проводиться, в соответствии с соответствующими техническими требованиями к продукту. Смотрите Таблицу 132.

(j). Испытание на ударную вязкость по Шарпи должно проводиться, в соответствии с требованиями УНА-51(с)(2), когда толщина материала больше чем 3/8 дюйма.

Таблица 1.

Номер технического требования	Замечания	Указанная минимальная прочность в растяжении, ksi	Значения максимального допустимого напряжения в растяжении, ksi, для температуры металла до 500°F включительно (Замечание (1))				
			от –20 до 100	200	300	400	500
Бесшовные трубы и трубки							
A 789	...	110	27.5	27.4	25.7	24.7	24.7
A 790	....	110	27.5	27.4	25.7	24.7	24.7
Сварные трубы и трубки							
A 789	(2)	110	23.4	23.3	21.9	21.0	21.0
A 790	(2)	110	23.4	23.3	21.9	21.0	21.0
Пластины							
A 240	....	110	27.5	27.4	25.7	24.7	24.7
Бруски							
A 479	....	110	27.5	27.4	25.7	24.7	24.7

ЗАМЕЧАНИЯ:

(1). Можно ожидать, что эта сталь будет развивать хрупкость после подвержения температурам больше 500°F в течение длительного времени. Смотрите Сборник правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел VIII, Подраздел 1, UHA-109.

(2). Коэффициент 0.85 был применен при достижении значений максимального напряжения в растяжении для этого материала. Разделите табличные значения на 0.85, чтобы получить максимально допустимое продольное напряжение при растяжении.

В31. Частный случай 170.
Исключения из PWHT для материалов с Р-номерами 4 и 5А для строительства в рамках ANSI/ASME В31.1.

Дата одобрения: март 1999 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 марта 2002 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Какие дополнительные исключения из послесварочной термической обработки могут быть применены к материалам с Р-номерами 4 и 5А, используемым для строительства в рамках ASME В31.1?

Ответ: Любые дополнительные исключения могут использоваться для номинальных размеров труб больше NPS 4. Все другие правила для исключений в Таблице 132 для материалов с Р-номерами 4 и 5А должны оставаться в силе.

Если этот Частный случай используется для внешнего трубопровода водогрейного котла, то номер Частного случая должен быть указан в формуле отчета производителя по данным.

В31. Частный случай 173.**Альтернативные максимальные допустимые напряжения, основанные на коэффициенте безопасности 3.5 по пределу прочности в растяжении для строительства в рамках ANSI/ASME В31.1.**

Дата одобрения: май 2001 года.

Этот Частный случай прекратит свое действие 31 мая 2004 года, если до этого не будет аннулирован или повторно утвержден.

Запрос: Новые максимальные допустимые напряжения, основанные на коэффициенте 3.5 по пределу прочности в растяжении и другие существующие критерии В31.1 для определения максимальных допустимых напряжений в настоящее время разрабатываются для включения в Сборник В31.1. До того как разработка и включение новых максимальных допустимых напряжений в В31.1 будет завершена, можно ли использовать альтернативные допустимые напряжения?

Ответ: По мнению Комитета, допустимые напряжения, отличные от тех, что указаны в В31.1, Приложение А, могут использоваться для строительства в рамках В31.1, при условии что соблюдены следующие требования:

(а). Материалы должны ограничиваться материалами ASTM, указанными в Таблице 126.1, которые имеют соответствующий материал ASME, как допускается параграфом 123.1(D) в В31.1.

(b). Внешний трубопровод водогрейного котла должен использовать значения максимально допустимого напряжения, указанные в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел II, Часть D, Приложение 1999 года, Таблицы 1А и 1В,

как допускается для проектирования в рамках Раздела I. Должны использоваться только материалы ASME.

(c). Внешний трубопровод не водогрейного котла должен использовать значения максимально допустимого напряжения, указанные либо в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел II, Часть D, Приложение 1999 года, Таблицы 1А и 1В, как допускается для проектирования в рамках Раздела I, либо в Сборнике правил для водогрейных котлов и сосудов под давлением ASME, Раздел II, Часть D, Приложение 1999 года, Таблицы 1А и 1В, как допускается для проектирования в рамках Раздела VIII, Подраздел 1.

(d). Для материалов с минимальным пределом прочности в растяжении больше 70 ksi, диапазон допустимого напряжения расширения S_A должен рассчитываться с использованием допустимых напряжений для А 106 Grade В в уравнении (1) параграфа 102.3.2(C) и уравнении (13) параграфа 104.8.3.

(e). Номер этого Частного случая и материал, к которому он применяется, должны быть указаны в формуляре отчета производителя по данным (если применимо).