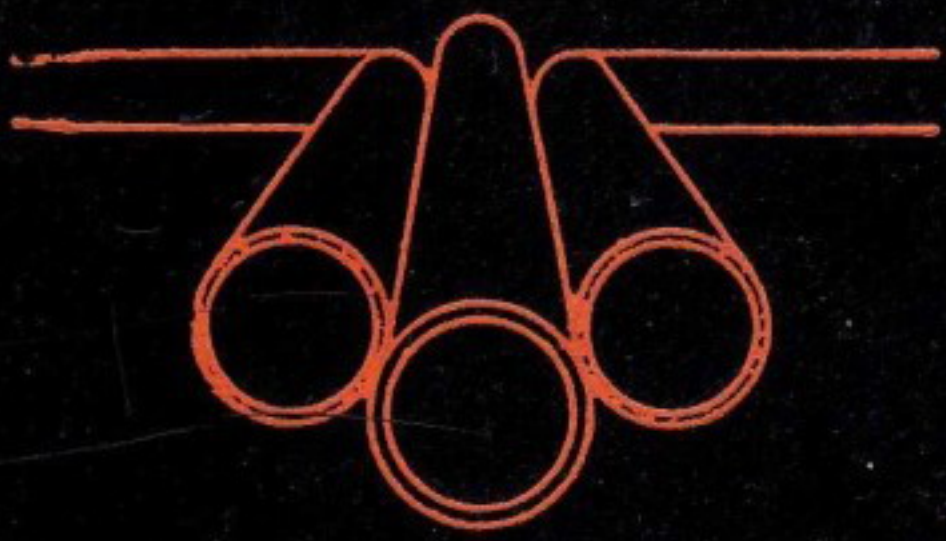
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ технологических трубопроводов



ББК 6П7.1:6П5.5
Э41
УДК 66.026.004.2.004.67(083)

Авторы:
А. Е. Фолиянц, Н. В. Мартынов, В. Б. Серебряный, Ю. Н. Самохин

Э41 Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²): Нормат.-производ. изд./А. Е. Фолиянц, Н. В. Мартынов, В. Б. Серебряный и др.; Под ред. А. Е. Фолиянца. — М.: Химия, 1988. — 288 с.
ISBN 5—7245—0049—3.

Дана классификация трубопроводов, рассчитанных на давление до 10,0 МПа, охарактеризованы материалы, применяемые для их изготовления. Описана методика выбора трубопроводной арматуры. Приведены сведения о компенсации температурных деформаций трубопроводов. Описаны ремонтно-монтажные работы.

Для служб главного механика, технического надзора, проектно-конструкторских отделов и ремонтного персонала предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и смежных отраслей промышленности.

Э 2801000000—189 / 050(01)—88 Заказное

ББК 6П7.1:6П5.5

ISBN 5—7245—0049—3

© ВНИКТИнефтехимоборудование, 1988 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 7

I. Нормативный материал 8

1. Область применения 8
2. Общие положения 9
3. Классификация трубопроводов 10
4. Материалы, применяемые для трубопроводов 11
5. Трубы 11
6. Фланцы 12
7. Выбор трубопроводной арматуры 14
8. Крепежные детали 16
9. Прокладочные материалы 17
10. Фасонные детали трубопроводов 18

Сварные детали 18
Гнутые и штампованные детали 21

11. Заглушки 22
12. Компенсация температурных деформаций трубопроводов 23
13. Надзор и обслуживание 26

Надзор в процессе эксплуатации 27
Ревизия трубопроводов 28
Обслуживание и ревизия арматуры 31
Контрольные засверловки 33
Периодические испытания технологических трубопроводов 34
Нормы отбраковки 34

14. Испытание трубопроводов 38

Гидравлическое испытание 40
Пневматическое испытание 41
Испытание трубопроводов на герметичность 42

15. Некоторые указания по устройству технологических трубопроводов 44
16. Выполнение ремонтно-монтажных работ на трубопроводах 49
17. Подземные технологические трубопроводы 58
18. Сварка технологических трубопроводов 59

Материалы 59
Квалификация сварщиков и проверка их знаний для допуска к сварке трубопроводов 61
Подготовка труб под сварку 61
Общие положения по сварке трубопроводов 65
Ручная электродуговая сварка покрытыми электродами 67
Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом 68
Газовая сварка 72
Особенности технологии сварки стыков из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей без термической обработки 74
Термообработка 79
Дополнительные требования к сварке и контролю лепестковых переходов 80
Контроль качества сварных соединений 80
Исправление дефектов 84

19. Техническая документация 85

Таблица 1. Условные и соответствующие им рабочие (избыточные) давления для элементов технологических трубопроводов в зависимости от рабочей температуры среды 88
Таблица 2. Условные и соответствующие им рабочие (избыточные) давления для арматуры и соединительных частей из чугуна в зависимости от температуры среды 92
Таблица 3. Условные и рабочие (избыточные) давления для арматуры и соединительных частей из бронзы и латуни 93
Таблица 4. Классификация технологических трубопроводов 94
Таблица 5. Выбор труб в зависимости от параметров транспортируемой среды 98
Таблица 6. Выбор типа и материала фланцев в зависимости от параметров среды 101
Таблица 7. Арматура трубопроводная, рекомендуемая для различных сред 102
Таблица 8. Допускаемые температуры применения трубопроводной арматуры, °С в зависимости от материального исполнения 130
Таблица 9. Нормы герметичности затворов арматуры (кроме вентилей) при испытании водой 130
Таблица 10. Нормы герметичности затворов вентилей при испытании водой 130
Таблица 11. Нормы герметичности затворов арматуры (кроме вентилей) при испытании воздухом 131
Таблица 12. Нормы герметичности затворов вентилей при испытании воздухом 132
Таблица 13. Пределы применения чугунной арматуры 132
Таблица 14. Выбор материала для изготовления крепежных деталей в зависимости от условий применения 134
Таблица 15. Механические свойства сталей для крепежных деталей 134
Таблица 16. Режимы термической обработки заготовок или готовых крепежных изделий 136
Таблица 17. Применение материалов прокладок 137
Таблица 18. Средний коэффициент линейного расширения углеродистых и легированных сталей 143
Таблица 19. Компенсирующая способность осевых линзовых компенсаторов с различным числом линз 143
Таблица 20. Варианты материального оформления деталей сильфонных компенсаторов 144
Таблица 21. Универсальные компенсаторы многоцелевые КМ-1 на условное давление 0,6 МПа (6 кгс/см²) 147
Таблица 22. Угловые компенсаторы КУ-1 148
Таблица 23. Сдвиговые компенсаторы КС-3 с фланцами на условное давление 6,4 МПа (64 кгс/см²) 149
Таблица 24. Сдвиговые компенсаторы КС-2 150
Таблица 25. Сдвиговые компенсаторы КС-1 150
Таблица 26. Осевые компенсаторы КО-3 с фланцами 151
Таблица 27. Многосекционные осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 2,5 МПа (25 кгс/см²) 153
Таблица 28. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 6,4 МПа (64 кгс/см²) 154
Таблица 29. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 2,5 МПа (25 кгс/см²) 155
Таблица 30. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 1,0 МПа (10 кгс/см²) 156
Таблица 31. Периодичность проведения ревизий технологических трубопроводов 157
Таблица 32. Механические характеристики трубопроводных сталей 158

Таблица 33. Допускаемые напряжения для углеродистых и низколегированных сталей 158
Таблица 34. Допускаемые напряжения для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких аустенитных сталей 159
Таблица 35. Допускаемое напряжение для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей 160
Таблица 36. Пробные давления при гидравлических и пневматических испытаниях технологических трубопроводов 162
Таблица 37. Предельные параметры пневматического испытания 162
Таблица 38. Расстояние между осями смежных трубопроводов и от трубопроводов до стенок каналов, тоннелей, галерей и стен зданий 163
Таблица 39. Рекомендуемые режимы термообработки труб после гибки 165
Таблица 40. Рекомендуемые режимы термической обработки после исправления дефектов (отливок) 166
Таблица 41. Режимы прокалки и сроки хранения электродов после прокалки 167
Таблица 42. Форма подготовки кромок под ручную сварку 168
Таблица 43. Допускаемая температура окружающего воздуха при сварке и условия подогрева стыков перед прихваткой и сваркой 174
Таблица 44. Сварочные материалы для ручной сварки 174
Таблица 45. Рекомендации по выбору электродов и основных условий сварки разнородных сталей 177
Таблица 46. Рекомендации по выбору электродов, основных условий сварки и конструктивному оформлению кольцевого сварного соединения из двухслойных сталей Ст3+08Х13, 10+08Х13, 15,20+08Х13 180
Таблица 47. Режимы ручной электродуговой сварки покрытыми электродами 180
Таблица 48. Технические данные горелок для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом 181
Таблица 49. Требования к аргонодуговой сварке стыков труб при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С 182
Таблица 50. Подготовка кромок труб при аргонодуговой сварке 183
Таблица 51. Режимы ручной аргонодуговой сварки 184
Таблица 52. Сварочные материалы при аргонодуговой сварке 184
Таблица 53. Форма подготовки кромок труб при газовой сварке 185
Таблица 54. Материалы для газовой сварки труб 185
Таблица 55. Химический состав сталей 186
Таблица 56. Механические свойства сталей 188
Таблица 57. Типы и марки электродов для сварки трубных элементов технологических трубопроводов из термоустойчивых хромомолибденовых сталей без термообработки 190
Таблица 58. Химический состав наплавленного металла и механические свойства шва и наплавленного металла, выполненного высоколегированными электродами 192
Таблица 59. Условия и режим подогрева кромок при сварке и наплавке труб из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей 192
Таблица 60. Режимы ручной электродуговой сварки 193
Таблица 61. Рекомендуемое количество проходов многослойного шва 193
Таблица 62. Режим термической обработки 194
Таблица 63. Методы контроля сварных соединений 195
Таблица 64. Объем контроля сварных стыков неразрушающими методами, % 195
Таблица 65. Оценка качества сварных соединений трубопроводов по результатам радиографического метода контроля в зависимости от величины и протяженности плоских дефектов (непровара по оси шва, несплавлений и трещин), баллы 196
Таблица 66. Оценка качества сварных соединений трубопроводов

по результатам радиографического метода контроля в зависимости от размеров объемных дефектов (включений, пор), баллы 196
Таблица 67. Требования к углу загиба, ударной вязкости и твердости сварных соединений 197
Таблица 68. Механические свойства сварных соединений сталей типа 15Х5М, сваренных аустенитными электродами 198
Таблица 69. Требования к механическим свойствам сварных швов на трубах из разнородных сталей 198

Приложения 199

Приложение 1. Паспорт трубопровода 199
Приложение 2. Удостоверение о качестве ремонта трубопровода 202
Приложение 3. Акт ревизии и отбраковки трубопроводов 203
Приложение 4. Акт на ремонт и испытание арматуры 204
Приложение 5. Перечень ответственных технологических трубопроводов 205
Приложение 6. Акт испытания технологических трубопроводов на прочность и плотность 205
Приложение 7. Журнал учета установки — снятия заглушек 206
Приложение 8. Результаты проверки знаний сварщиков 206
Приложение 9. Журнал термической обработки сварных соединений трубопровода 207

II. Справочный материал. Рекомендации по выбору труб и деталей технологических трубопроводов (табл. 1С—20С) 207

III. Перечень нормативных документов, использованных при составлении РД 38.13.004—86 255

IV. Таблицы соотношений между единицами измерений физических величин 278

Предметный указатель 283

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий руководящий документ РД 38.13.004—86 разработан коллективом авторов в составе А. Е. Фолиянца, Н. В. Мартынова, В. Б. Серебряного, Ю. Н. Самохина, Н. В. Кириличева (параграф «Сварка») под общим руководством начальника Управления главного механика и главного энергетика Миннефтехимпрома СССР В. М. Кутяева и главного механика ВПО «Союзнефтеоргсинтез» Б. И. Микерина.

В подготовке РД участвовали Ю. И. Шлеенков, С. В. Ходаковская, В. А. Нечаев, С. А. Карташова.

Большую помощь при разработке документа оказали Б. Ф. Тараканов, В. И. Карабанов, В. И. Юшков, С. В. Бородай, В. А. Эдельман, Г. Г. Ермаков, А. Ф. Вайсман, В. Ю. Шарловский.

Проект РД 38.13.004—86 рассмотрен Госгортехнадзором СССР, ЦК профсоюза рабочих химической и нефтехимической промышленности, Нижневолжским округом Госгортехнадзора СССР, Центральным конструкторским бюро арматуростроения, ВНИИмонтажспецстроем, ВНИПИнефтью, Ленгипронефтехимом, Гипрокаучуком и другими ведущими промышленными предприятиями отрасли и одобрен решением совещания, состоявшегося в марте 1986 г. в Волгограде с участием представителей Миннефтехимпрома СССР, ВПО «Союзнефтеоргсинтез», Госгортехнадзора СССР, ЦК профсоюза рабочих химической и нефтехимической промышленности и ряда ведущих специалистов предприятий отрасли.

Требования РД 38.13.004—86 обязательны для выполнения всеми предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

С вводом в действие РД 38.13.004—86 утрачивают силу действующие «Руководящие указания по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке технологических трубопроводов с давлением до 100 кгс/см²» РУ—75.

Замечания и предложения по содержанию РД 38.13.004—86 просим направлять по адресу: 400085, Волгоград, пр. Ленина, 98б, ВНИКТИнефтехимоборудование.

ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$P_{пр}$, $P_{раб}$, $P_у$ — соответственно пробное, рабочее, условное давление в трубопроводе, МПа (кгс/см²); $t_{доп}$, $t_{раб}$ — соответственно допускаемая, рабочая температура среды, °С; $D_у$, $d_у$ — условный проход, мм; $D_н$, $d_н$ — наружный диаметр.

I. НОРМАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящий РД 38.13.004—86 определяет требования по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке технологических трубопроводов; распространяется на стальные технологические трубопроводы, применяемые в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, для транспортировки жидких и газообразных веществ с различными физико-химическими свойствами в пределах рабочих давлений от 0,001 МПа (0,01 кгс/см²) до 10 МПа (100 кгс/см²) и рабочих температур от —196 °С до +700 °С.

Примечание. К технологическим относятся трубопроводы в пределах промышленных предприятий, по которым транспортируют сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, воду, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования, а также межзаводские нефтепродуктопроводы и газопроводы, находящиеся на балансе предприятия.

1.2. РД 38.13.004—86 не распространяется:

на магистральные трубопроводы, независимо от транспортируемого продукта;

на трубопроводы для транспортирования ацетилена и кислорода;

на тепловые сети, линии водоснабжения и канализации;

на трубопроводы из неметаллических материалов (в том числе бронированные стальными трубами).

1.3. Эксплуатация и освидетельствование трубопроводов пара и горячей воды первой категории диаметром 51 мм и более, а также трубопроводов всех других категорий диаметром 76 мм и более осуществляется в соответствии с действующими «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР.

1.4. Эксплуатация, ревизия, ремонт и отбраковка газопроводов, на которые распространяются «Правила безопасности в газовом хозяйстве» Госгортехнадзора СССР, должны проводиться в соответствии с этими правилами.

1.5. Нормативные требования к ацетиленопроводам и кислородопроводам регламентируются «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве ацетилена, кислорода и газопламенной обработке металлов» и «Инструкцией по проектированию трубопроводов газообразного кислорода» ВСН 10—83.

1.6. При эксплуатации, ревизии и ремонте воздухопроводов и газопроводов инертного газа наряду с документом РД 38.13.004—86 следует руководствоваться требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» Госгортехнадзора СССР.

1.7. На производствах, для которых в силу их специфичности имеются специальные технические условия, наряду с документом РД 38.13.004—86 следует также руководствоваться и требованиями этих технических условий.

1.8. По вопросам техники безопасности, производственной санитарии и охраны труда следует руководствоваться действующими отраслевыми правилами по технике безопасности.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. РД 38.13.004—86 устанавливает общие положения и основные технические требования к эксплуатации, испытанию, ревизии, отбраковке, ремонту и реконструкции технологических трубопроводов, а также условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов, соблюдение которых обязательно для всех предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

2.2. Для труб, арматуры и соединительных частей трубопроводов условные $P_у$ и соответствующие им пробные $P_{пр}$ и рабочие $P_{раб}$ давления определяют по ГОСТ 356—80, учитывающему изменение характеристик прочности металла от температуры транспортируемой среды (табл. 1, 2, 3).

2.3. Толщину стенок труб следует рассчитывать в зависимости от рабочих параметров среды по ОСТ 108.031.02—75 и «Инструкции по расчету стальных трубопроводов различного назначения» СН 373—67 применительно к действующему сортаменту.

2.4. При расчете толщины стенок труб прибавку на компенсацию коррозии к расчетной толщине стенки нужно выбирать из условия обеспечения необходимых сроков службы трубопровода в соответствии с действующими нормативами по материальному оформлению процессов (например, РТМ 26-02-39—84 — для процессов первичной переработки нефти, РТМ 26-02-54—80 — для процессов гидроочистки, РТМ 26-02-42—78 — для процессов риформинга).

Для сред со скоростью коррозии более 0,5 мм/год прибавку на компенсацию коррозии выбирают по рекомендациям научно-исследовательских и проектных институтов или на основании данных об эксплуатации, имеющихся на предприятии.

2.5. Организация, разрабатывающая проект, несет ответственность за выбор схемы трубопровода, правильность и целесообразность его конструкции, правильность расчета на прочность, гидравлического расчета, расчета на компенсацию тепловых деформаций трубопровода, за выбор материалов, способов прокладки, дренажа, а также за проект трубопровода в целом и соответствие его действующим общесоюзным или ведомственным правилам и нормам.

2.6. Монтажная и ремонтно-монтажная организации несут полную ответственность за качество ремонтно-монтажных работ и испытание технологических трубопроводов с учетом всех требований проекта, за применение труб, деталей трубопроводов, арматуры и других изделий, подтвержденных паспортами или сертификатами, за соответствие последних требованиям проекта, СНиП 3.05.05—84 и настоящего документа, в зависимости от их категорий, указанных в проекте, а при отсутствии — определенных в соответствии с указаниями настоящего документа. Самостоятельное, без согласования с организацией, разработавшей проект, изменение категорий трубопроводов, указанных в проекте, не допускается.

2.7. Организация, осуществляющая эксплуатацию трубопровода, несет полную ответственность за правильность эксплуатации трубопровода, надзор и контроль за его работой, за своевременность и качество проведения ревизии и ремонта в соответствии с настоящим документом.

Примечание. Персональная ответственность определяется приказом по предприятию.

2.8. Изменение конструкции трубопровода, а также замену способа крепления трубопровода, типа и материала труб, арматуры, фасонных деталей, фланцев и других элементов, находящихся в пределах требований документа РД 38.13.004—86, выполняют по проекту проектно-конструкторского отдела предприятия.

Изменение схем трубопроводов, а также применение элементов трубопроводов, не регламентируемых настоящим документом, согласовывают с проектной организацией.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Технологические трубопроводы в зависимости от свойств транспортируемой среды делят на три основные группы: А, Б, В, а в зависимости от рабочих параметров среды (давления и температуры) — на пять категорий: I, II, III, IV, V.

3.2. Классификация трубопроводов в зависимости от свойств и рабочих параметров среды приведена в табл. 4. При отсутствии в табл. 4 необходимого сочетания параметров используют параметр, по которому трубопровод относят к более высокой категории.

3.3. Категорию трубопровода, по которому транспортируется смесь продуктов, устанавливают по компоненту, требующему отнесения трубопровода к более высокой категории. При этом, если при содержании в смеси опасных веществ I, II и III класса концентрация одного из компонентов смертельна [см. «Вредные вещества в промышленности» под редакцией Н. В. Лазарева, т. I, II, и III], группу смеси определяют по

этому веществу. При более низкой концентрации группу среды определяют по основному компоненту.

Нефтепродукты, содержащие сероводород в количестве 0,1% и более по объему, относят к группе А(б), при более низком содержании группу среды назначают по основному компоненту.

4. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

4.1. Применяемые для стальных технологических трубопроводов трубы, фасонные соединительные детали, фланцы, прокладки и крепежные изделия по качеству и технической характеристике материала должны отвечать требованиям соответствующих государственных и отраслевых стандартов или специальных технических условий.

4.2. Материалы труб и деталей технологических трубопроводов следует выбирать в соответствии с действующими нормативами по материальному оформлению процессов, рекомендациям научно-исследовательских и проектных организаций с учетом опыта эксплуатации.

5. ТРУБЫ

5.1. Трубы в зависимости от параметров транспортируемой среды необходимо выбирать по табл. 5. Размеры труб из углеродистой и легированной сталей принимают по номенклатуре выпускаемых труб (табл. 1С, 2С, 3С, 4С).

5.2. Для трубопроводов, транспортирующих сжиженные газы, а также вещества, относящиеся к группе А(а) (см. табл. 4), следует применять бесшовные горяче-, тепло- и холоднодеформированные трубы по ГОСТ 8731—74; ГОСТ 8733—74; ГОСТ 550—75; ГОСТ 9940—81; ГОСТ 9941—81 и специальным техническим условиям.

5.3. Для трубопроводов, транспортирующих вещества, кроме перечисленных в п. 5.2, разрешается применять электросварные прямошовные и спиральношовные трубы в пределах давлений и температур, указанных в табл. 5. При этом трубы электросварные со спиральным швом разрешается применять только для прямых участков трубопроводов.

5.4. Электросварные трубы, применяемые при условном давлении более 1,6 МПа (16 кгс/см²), должны быть в термообработанном состоянии, а их сварные швы выполнены двухсторонней сваркой, подвергнуты 100%-ному контролю физическими методами, контролю макро- и микроструктуры и испытанию на загиб.

5.5. Трубы из углеродистой полуспокойной стали допускается применять при толщине стенки не более 10 мм в районах с расчетной температурой воздуха не ниже —30 °С при обеспечении температуры стенки трубопровода в процессе эксплуатации не ниже —20 °С.

Примечание. За расчетную температуру воздуха принимают температуру наиболее холодной пятидневки (по главе «Строительная климатология и геофизика» СНиПа).

5.6. Трубы из углеродистой кипящей стали допускается применять для трубопроводов, транспортирующих вещества групп В (а, б, в, г) при толщине стенки не более 8 мм, давлении не более 1,6 МПа (16 кгс/см²) и температуре не выше +200 °С в районах с расчетной температурой воздуха не ниже —30 °С при обеспечении температуры стенки трубы не ниже —10 °С.

5.7. Трубы из легированной стали для сред со скоростью коррозии до 0,5 мм/год (по отношению к углеродистой стали) должны применяться в следующих случаях:

при рабочей температуре среды ниже —70 °С и выше +450 °С;

для сред, не допускающих присутствия соединений железа, если недопустимо применение труб из углеродистой стали с защитным антикоррозионным покрытием.

5.8. При применении электросварных труб из углеродистой стали по ГОСТ 380—71 для транспортирования сред, относящихся к группам А(б), Б(а), Б(б), категорию стали следует принимать не ниже четвертой.

6. ФЛАНЦЫ

6.1. Фланцы и материалы для них следует выбирать по табл. 6 настоящего документа и государственным и отраслевым стандартам на фланцы, с учетом рабочих параметров среды. Для сред высокоагрессивных и сред с температурами, на которые указанные документы не распространяются, материал фланцев устанавливают по рекомендациям проектных или научно-исследовательских организаций.

6.2. Плоские приварные фланцы разрешается применять для технологических трубопроводов, работающих при условном давлении не более 2,5 МПа (25 мкг/см²) и температуре среды не выше +300 °С.

В обоснованных случаях, предусмотренных проектом, допускается вместо плоских приварных фланцев по ГОСТ 12820—80, ОСТ 26-830—73, ОСТ 26-831—73, ОСТ 26-832—73 применять свободные фланцы на приварном кольце по ГОСТ 12822—80, ОСТ 26-833—73, ОСТ 26-834—73, ОСТ 26-835—73.

6.3. Для трубопроводов, работающих при условном давлении свыше 2,5 МПа (25 кгс/см²) или температуре выше 300 °С, независимо от давления, необходимо применять только приварные встык фланцы.

6.4. Применение плоских приварных фланцев с условным давлением до 1,0 МПа (10 кгс/см²) на трубопроводах, транспортирующих горючие, токсичные и сжиженные газы, не допускается.

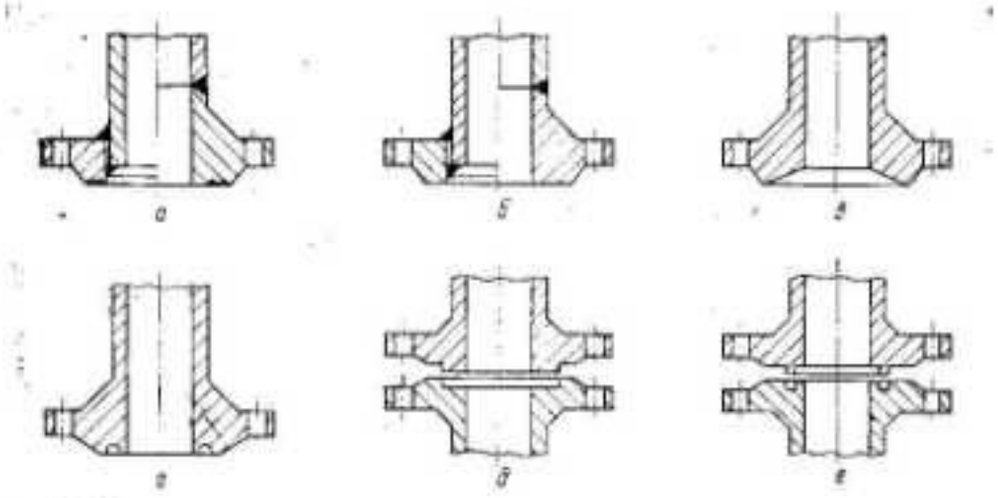


Рис. 1. **Уплотнительные поверхности фланцев арматуры и соединительных частей трубопроводов:**

а — гладкая с уплотнительными канавками; *б* — гладкая; *в* — под линзовую прокладку; *г* — под кольцевую прокладку овального сечения; *д* — выступ-впадина; *е* — шип-паз

6.5. При выборе типа уплотнительной поверхности фланцев (рис. 1) для соединения трубопроводов в зависимости от транспортируемой среды и давления необходимо руководствоваться следующими данными:

Среда	Давление P_y, МПа (кгс/см²)	Рекомендуемый тип уплотнительной поверхности
Все вещества группы В	$\leqslant$2,5 (25)	Гладкая
Все вещества групп А и Б, кроме А (а) и ВОТ (высокотемпературный органический теплоноситель)	$\leqslant$2,5 (25)	Гладкая с уплотнительными канавками
Все группы веществ, кроме ВОТ	>2,5 (25)	Выступ — впадина
Вещества группы А (а)	$\leqslant$0,25 (2,5)	Гладкая с уплотнительными канавками
Вещества группы А (а)	>0,25(2,5)	Выступ — впадина
ВОТ	Независимо	Шип — паз
Фреон, аммиак	Независимо	Выступ — впадина
Все группы веществ при вакууме	От 0,095 до 0,05 (0,95—0,5)	Гладкая с уплотнительными канавками
Все группы веществ при вакууме	От 0,05 до 0,01 (0,5—0,1)	Шип — паз

6.6. Для фланцев, рассчитанных на $P_y \leqslant 2{,}5$ МПа (25 кгс/см²), можно применять только мягкие, спирально-навитые или металлические гофрированные с мягкой набивкой прокладки. При использовании металлических прокладок следует предусматривать фланцы на P_y не менее 4,0 МПа (40 кгс/см²).

6.7. Для фланцев, рассчитанных на P_y от 6,3 МПа и более, вместо фланцев с уплотнительной поверхностью типа «выступ — впадина» можно применять соотаетствующие фланцы под прокладку овального сечения или с гладким соединительным выступом под зубчатую металлическую прокладку.

7. ВЫБОР ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

7.1. По способу присоединения к трубопроводу арматуру разделяют на фланцевую, муфтовую, цапковую и приварную. Муфтовая и цапковая чугунная арматура рекомендуется только для трубопроводов с условным проходом не более 50 мм, транспортирующих негорючие нейтральные среды. Муфтовая и цапковая стальная арматура может применяться на трубопроводах для всех сред при условном проходе не более 40 мм.

По эксплуатационному назначению трубопроводная арматура подразделяется на запорную, регулирующую, предохранительную, распределительную, защитную и фазоразделительную.

7.2. Материал арматуры для технологических трубопроводов необходимо выбирать в зависимости от условий эксплуатации, параметров и физико-химических свойств транспортируемой среды. Арматуру из цветных металлов и их сплавов допускается применять лишь в тех случаях, когда стальная и чугунная арматура не может быть использована по обоснованным причинам.

7.3. При выборе арматуры с электроприводом следует руководствоваться указаниями настоящего документа и «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ).

7.4. Для уменьшения усилий при открывании запорной арматуры с ручным приводом и условным проходом свыше 500 мм при давлении $P_y \geqslant 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²) и свыше 300 мм при $P_y \geqslant 2{,}5$ МПа (25 кгс/см²) ее рекомендуется снабжать обводными линиями (байпасами) для выравнивания давления по обе стороны запорного органа.

Условный проход обводной линии должен быть не ниже:

Условный проход, мм					
задвижки	350—600	700—800	1000	1200	1400
обводной линии	50	80	100	125	150

7.5. При выборе типа запорной арматуры (задвижки, вентиля, крана) следует руководствоваться общими положениями:

основным типом запорной арматуры, рекомендуемым к применению для трубопроводов с условным проходом от 50 мм и выше, является задвижка, имеющая минимальное гидравлическое сопротивление, надежное уплотнение затвора, небольшую строительную длину и допускающая переменное направление движения среды;

вентили рекомендуется применять для трубопроводов диаметром до 50 мм; при большем диаметре они могут быть использованы, если гидравлическое сопротивление запорного устройства не имеет существенного значения;

краны следует применять, если использование задвижек или вентилей по каким-либо соображениям недопустимо или

нецелесообразно (например, краны типа «штрак» на полимеризующихся жидкостях, запорные устройства на отпускных мерниках для спирта, на линиях мазута, масел и т. п.);

применение запорной арматуры в качестве регулирующей (дросселирующей) запрещается.

7.6. Арматуру в зависимости от рабочих параметров и свойств транспортируемой среды рекомендуется выбирать в соответствии с табл. 7.

Регулирующие клапаны выбирают по специальным техническим условиям или соответствующим каталогам на арматуру, предохранительные клапаны и пружины к ним — по действующим «Руководящим указаниям по эксплуатации, ревизии и ремонту пружинных предохранительных клапанов» РУПК—78, ГОСТ 2.2.085—82 и отраслевым указаниям У-ТБ-06—81, разработанным ВНИПИнефть.

7.7. Запорная трубопроводная арматура, применяемая для технологических трубопроводов, по классу герметичности должна соответствовать требованиям ГОСТ 9544—75 (табл. 9—12).

7.8. Арматуру из углеродистых и легированных сталей разрешается устанавливать на трубопроводах для любых жидких и газообразных сред, не агрессивных по отношению к этим материалам, в пределах параметров, указанных в табл. 7, 8. Для сред со скоростью коррозии более 0,5 мм/год арматуру выбирают по рекомендациям научно-исследовательских или проектных организаций.

7.9. Арматуру для трубопроводов, транспортирующих среды группы В, на которые распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР, из ковкого чугуна марки не ниже КЧ 30-6 по ГОСТ 1215—79 и из серого чугуна марки не ниже СЧ 18-36 по ГОСТ 1412—79 устанавливают в пределах параметров, указанных в табл. 13.

7.10. Арматуру из ковкого чугуна марки не ниже КЧ 30-6 по ГОСТ 1215—79 допускается устанавливать на трубопроводах для сред группы В (кроме перечисленных в п. 7.9) в пределах параметров, указанных в соответствующих каталогах.

Для сред группы А(б), Б(а), кроме сжиженных газов, Б(б), кроме ЛВЖ с температурой кипения ниже +45 °С, Б(в) (см. табл. 4), арматуру из ковкого чугуна указанных марок допускается использовать, если пределы рабочих температур среды не ниже —30 °С и не выше +150 °С, при давлении среды не более 1,6 МПа (16 кгс/см²). При этом для рабочих давлений среды до 1,0 МПа (10 кгс/см²) должна применяться арматура, рассчитанная на давление P_y не менее 1,6 МПа (16 кгс/см²), а для рабочих давлений более 1,0 МПа (10 кгс/см²) — арматура, рассчитанная на давление P_y не менее 2,5 МПа (25 кгс/см²).

7.11. Не разрешается применять арматуру из ковкого чугуна на трубопроводах, транспортирующих среды группы А(а),

сжиженные газы группы Б(а), ЛВЖ с температурой кипения ниже +45°С группы Б(б).

7.12. Арматуру из серого чугуна марки не ниже СЧ 18-36 по ГОСТ 1412—79 допускается устанавливать на трубопроводах для сред группы В(а) в пределах параметров, указанных в каталогах с учетом ограничений, изложенных в п. 7.14.

7.13. Не разрешается применять арматуру из серого чугуна на трубопроводах, транспортирующих вещества группы А(а), сжиженные газы группы Б(а), ЛВЖ с температурой кипения ниже +45 °С, а также на паропроводах и трубопроводах горячей воды, используемых в качестве спутников.

7.14. Арматуру из серого и ковкого чугуна не допускается применять независимо от среды, рабочего давления и температуры в следующих случаях:

на трубопроводах, подверженных вибрации;

на трубопроводах, работающих при резко переменном температурном режиме среды;

при возможности значительного охлаждения арматуры в результате дроссель-эффекта, вызываемого прохождением большого количества газа через малые отверстия с последующим снижением его давления;

на трубопроводах, транспортирующих газообразные взрывоопасные и ядовитые вещества всех групп, содержащие воду или другие замерзающие жидкости, при температуре стенки трубопровода ниже 0 °С независимо от давления;

в обвязке насосных агрегатов, в том числе на вспомогательных трубопроводах, при установке насосов на открытых площадках.

7.15. На трубопроводах, работающих при температуре среды ниже —40 °С, должна применяться арматура из соответствующих легированных сталей, специальных сплавов или цветных металлов, имеющих при наименьшей возможной температуре корпуса арматуры ударную вязкость металла не ниже 0,2 МДж/м² (2 кгс·м/см²).

8. КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

8.1. Крепежные детали для фланцевых соединений и материалы для них следует выбирать в зависимости от рабочих условий по табл. 14.

8.2. При изготовлении шпилек, болтов и гаек твердость шпилек или болтов должна быть выше твердости гаек (табл. 15).

8.3. Болты для фланцевых соединений следует изготовлять по ОСТ 26-2037—77, а гайки к ним — по ОСТ 26-2038—77; шпильки — по ГОСТ 9066—75, ОСТ 26-2039—77 и ОСТ 26-2040—77, а гайки к ним по ГОСТ 9064—75, ОСТ 26-2038—77 и ОСТ 26-2041—77.

8.4. Материалы, применяемые для изготовления крепежных изделий, а также крепежные детали, поступающие на склад, должны иметь сертификат предприятия-изготовителя.

8.5. При отсутствии сертификата на материал предприятие-изготовитель крепежных изделий должно провести аттестацию материалов по результатам лабораторных испытаний и составить сертификат на них.

Испытывать материал следует по соответствующим стандартам или техническим условиям на него.

8.6. Не допускается изготовлять крепежные детали из кипящей, полуспокойной, бессемеровской и автоматной сталей.

8.7. Материал заготовок или готовые крепежные изделия из качественных углеродистых, а также теплоустойчивых и жаропрочных легированных сталей должны быть термообработаны. Рекомендуемые режимы термообработки приведены в табл. 16. Для крепежных деталей, применяемых при давлении до 1,6 МПа (16 кгс/см²) и рабочей температуре до 200 °С, а также крепежных деталей из углеродистой стали с резьбой диаметром до 48 мм термообработка не обязательна.

При получении термообработанного проката с механическими свойствами, отвечающими приведенным в табл. 15, повторную термообработку не производят.

8.8. В случае применения крепежных деталей из стали аустенитного класса при рабочей температуре среды свыше 500 °С изготовлять резьбу методом накатки не допускается.

8.9. Крепежные детали (шпильки, болты, гайки) для соединения фланцев из аустенитной стали должны быть изготовлены из стали того же класса, что и фланцы. Допускается применять фланцы, шпильки и болты из сталей различных классов (с различными коэффициентами линейного расширения), но при температуре свыше 100 °С их работоспособность должна быть подтверждена расчетом, данными эксплуатации или экспериментом.

9. ПРОКЛАДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

9.1. Прокладки и прокладочные материалы для уплотнения фланцевых соединений в зависимости от транспортируемой среды и ее рабочих параметров рекомендуется выбирать по табл. 17.

9.2. Наряду с данными табл. 17 материалы прокладок можно выбирать, руководствуясь «Рекомендациями по выбору химически стойких материалов для прокладок» НИИХИММАШа.

Кроме материалов для прокладок, указанных выше, по рекомендациям проектных и научно-исследовательских организаций допускается применение во фланцевых соединениях прокладок из различных пластмасс в пределах их физико-химических свойств.

Прокладки из фторопластового уплотнительного материала

(ФУМ) и фторопласта следует устанавливать во фланцевых соединениях с уплотнительной поверхностью типа «шип — паз».

10. ФАСОННЫЕ ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

10.1. Фасонные детали трубопроводов в зависимости от параметров транспортируемой среды и условий эксплуатации следует выбирать по действующим стандартам и техническим условиям. Рекомендуемые данные по выбору фасонных деталей трубопроводов приведены в табл. 5С, 6С, 9С, 10С, 12С, 14С, 15С.

10.2. Материал деталей трубопроводов, как правило, должен соответствовать материалу труб. При применении и сварке разнородных сталей следует руководствоваться указаниями параграфа 18.

Температурные пределы применения деталей трубопроводов должны соответствовать температурным пределам применения труб, из которых они изготовлены в соответствии с ГОСТ 356—80 (см. табл. 5).

При соответствующем обосновании разрешается применять детали трубопроводов из сталей, не указанных в табл. 5, в следующих пределах температур, °С:

Сталь	Температура от	Температура до	Сталь	Температура от	Температура до
15Х5	—40	+425	12Х1МФ	+450	+570
15Х5ВФ	—40	+550	12Х21Н5Т	—40	+300
12Х8ВФ	—40	+550	08Х22Н6Т	—40	+300

10.3. При изготовлении деталей трубопроводов силами предприятий необходимо руководствоваться действующими стандартами, техническими условиями и положениями настоящего документа.

Сварные детали

10.4. При выборе сварных деталей трубопроводов в зависимости от агрессивности среды, температуры и давления следует руководствоваться РД 38.13.004—86 и другими действующими нормативными документами.

10.5. Сварку фитингов и контроль качества сварных стыков следует производить в соответствии с требованиями, изложенными в параграфе 18.

Не допускается исправлять дефекты сварки подчеканкой или подваркой без предварительной вырубки дефектных мест.

10.6. Соединение ответвления с основным трубопроводом представляет собой конструктивно ослабленный участок трубопровода. Отверстие в основном трубопроводе, а также изменение направления и площади поперечного сечения потока при-

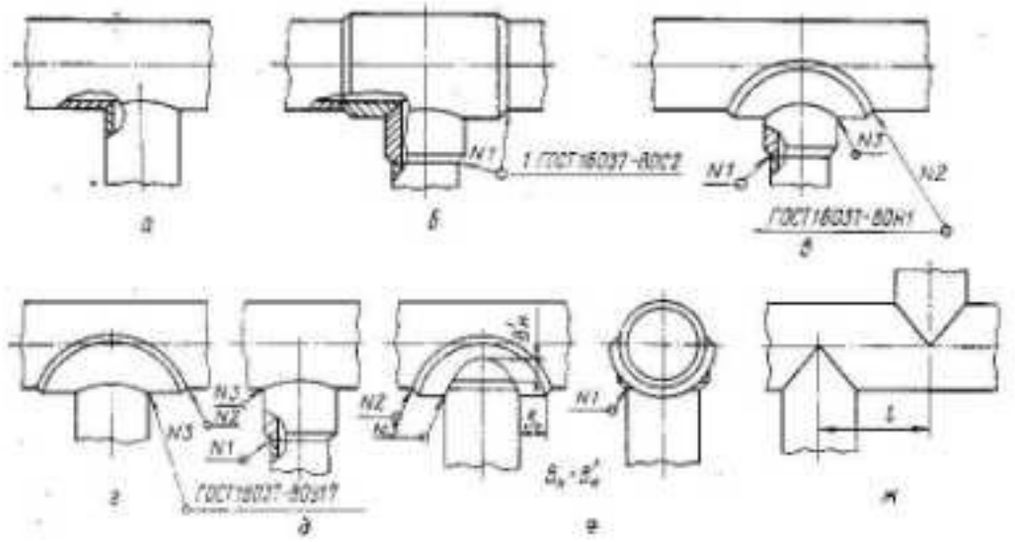


Рис. 2. Ответвления на технологических трубопроводах:
а — без укреплений; *б* — с помощью тройника; *в* — укрепленное штуцером и накладкой; *г* — то же, накладкой; *д* — то же, штуцером; *е* — то же, накладками на основной и ответвляемый трубопровод; $B_н$, $B_н'$ — ширина накладки на основной и ответвляемый трубопровод; *ж* — крестообразное

водит к значительной концентрации напряжений на этом участке. Поэтому при конструктивном оформлении указанных узлов следует проверять прочность соединений путем расчета методами, изложенными в «Инструкции по расчету стальных трубопроводов различного назначения» Госстроя СССР или в ОСТ 108.031.02—75.

10.7. Ответвление от трубопроводов может быть выполнено одним из способов, показанных на рис. 2, либо в соответствии с ОСТ 36-45—81. При устройстве тройниковых соединений особое внимание следует уделять качеству подгоночных и сварочных работ. Не допускается усиливать сварные швы с помощью ребер жесткости.

10.8. Присоединение ответвлений по способу *а* применяется в тех случаях, когда ослабление основного трубопровода компенсируется имеющимися запасами прочности соединения.

10.9. При выборе способа присоединения ответвлений к основному трубопроводу следует отдавать предпочтение способам *б*, *в*, *е*, позволяющим получить равномерно укрепленное соединение.

10.10. Накладку на ответвляемый трубопровод (присоединение по способу *е*) устанавливают при отношении диаметров ответвляемого и основного трубопроводов не менее 0,5.

10.11. Сварные тройники применяют при давлении P_y до 10 МПа (100 кгс/см^2). Технические требования к изготовлению тройников должны приниматься по ОСТ 36-49—81 и МН 4750—63.

Размеры сварных тройников из углеродистой стали D_1

65—400 мм следует назначать по ОСТ 36-46—81 (табл. 13С), а D_y 500—1400 мм — по ОСТ 36-24—77.

Размеры сварных тройников из легированных сталей следует принимать по МН 4745-63 и МН 4747-63.

Штампосварные тройники, разработанные ЦКБН и выпускаемые ПО «Волгограднефтемаш», шифр МСР503.00.000, с условным проходом D_y 80—400 мм разрешается применять на технологических трубопроводах при давлении P_y до 16 МПа (160 кгс/см²).

10.12. Отводы сварные с условным проходом 150—400 мм в соответствии с ОСТ 36-43—81 разрешается применять для технологических трубопроводов при давлении P_y не более 6,3 МПа (63 кгс/см²).

Отводы сварные с условным проходом 500—1400 мм в соответствии с ОСТ 36-21—77 можно применять для технологических трубопроводов при давлении P_y не более 2,5 МПа (25 кгс/см²).

При транспортировании пара или горячей воды в соответствии с правилами Госгортехнадзора СССР сварные секторные отводы разрешается применять на трубопроводах категорий III и IV.

Размеры сварных отводов и пределы их применения приведены в табл. 7С, 8С настоящего документа.

Для изготовления секторных отводов не допускается применение электросварных труб со спиральным швом.

Сварку отводов с условным проходом более 400 мм следует проводить с подваркой корня шва изнутри.

10.13. Сварные концентрические и эксцентрические переходы с D_y 250—400 мм по ОСТ 36-44—81 и D_y 350—400 мм по ТУ 35-1626—77 разрешается применять для технологических трубопроводов при давлении P_y до 4,0 МПа (40 кгс/см²), а с D_y 500—1400 мм по ОСТ 36-22—77 при P_y до 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Пределы применения стальных переходов в зависимости от температуры и агрессивности среды соответствуют пределам применения присоединяемых труб аналогичных марок сталей.

Сварные швы переходов подлежат 100%-ному контролю ультразвуковым или радиографическим методами.

10.14. При отсутствии штампованных и концентрических сварных переходов для технологических трубопроводов с давлением P_y не более 1,6 МПа (16 кгс/см²) и D_y 100—500 мм в виде исключения допускается применение лепестковых переходов.

Не разрешается устанавливать лепестковые переходы на трубопроводах, предназначенных для транспортирования сжиженных газов.

10.15. Размеры лепестковых переходов регламентированы ОСТ 36-44—81 (см. табл. 11С). Лепестковые переходы следует сваривать в соответствии с указаниями параграфа 18 с последующим 100%-ным контролем сварных швов ультразвуковым или радиографическим методами.

После изготовления лепестковые переходы должны быть подвергнуты высокотемпературному отпуску.

10.16. Сварные крестовины и развилки допускается применять на трубопроводах из углеродистых сталей при рабочей температуре не выше +250 °С.

Крестовины и развилки из электросварных труб допускается применять при давлении P_y не более 1,6 МПа (16 кгс/см²), при этом они должны быть изготовлены из труб, рекомендуемых для применения при давлении P_y не менее 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Крестовины и развилки из бесшовных труб допускается применять при давлении P_y не более 2,5 МПа (25 кгс/см²), при условии изготовления их из труб, рекомендуемых для применения при давлении P_y не менее 4,0 МПа (40 кгс/см²).

Крестовина (рис. 2, *ж*) представляет собой соединение, в котором расстояние l между осями ответвляемых трубопроводов составляет: для ответвлений диаметром до 100 мм — менее $D_н$ +50 мм; для ответвлений диаметром 100 и более мм — менее $D_н$ +100 мм.

Гнутые и штампованные детали

10.17. Крутоизогнутые отводы разрешается применять для технологических трубопроводов при давлении P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²), их следует выбирать по табл. 5С, 6С.

10.18. Гладкогнутые отводы, изготовляемые по ОСТ 36-42—81 из бесшовных труб на давление P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²), применяют вместо крутоизогнутых и сварных отводов в первую очередь в тех случаях, когда требуется максимально снизить гидравлическое сопротивление трубопровода, на трубопроводах с пульсирующим потоком среды (чтобы снизить вибрацию), а также на трубопроводах при условном проходе D_y менее 40 мм.

Пределы применения гладкогнутых отводов с радиусом гиба $R \geqslant 2D_н$ из труб действующего «Сортамента» соответствуют пределам применения труб, из которых они изготовлены. Применение отводов с радиусом $R < 2D_н$ должно обосновываться поверочными расчетами гнутых отводов на прочность.

10.19. При выборе радиуса гиба гладкогнутых отводов необходимо руководствоваться указаниями п. 16.19 настоящего документа.

Минимальная длина прямого участка от конца трубы до начала закругления должна быть равна диаметру $D_н$ трубы, но не менее 100 мм.

10.20. Концентрические штампованные переходы разрешается применять при давлении P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²).

Рекомендуемые данные по выбору переходов приведены в табл. 9С и 10С.

10.21. Штампованные тройники разрешается использовать при давлении P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²).

Рекомендуемые данные по выбору тройников приведены в табл. 12С.

11. ЗАГЛУШКИ

11.1. Заглушки рекомендуется выбирать в зависимости от рабочих параметров среды и конкретных условий эксплуатации, руководствуясь настоящим документом и действующими государственными и отраслевыми стандартами.

11.2. Температурные пределы применения материалов заглушек должны соответствовать температурным пределам применения материалов фланцев в соответствии с табл. 6.

11.3. Быстросъемные заглушки выпускают по ТУ 38.11145—83. Пределы их применения маркируются заводом-изготовителем на корпусе заглушки.

Отбортованные заглушки разрешается устанавливать на технологических трубопроводах при давлении P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²) в соответствии с табл. 14С и 15С.

Приварные плоские и ребристые заглушки, приведенные в табл. 16С, 17С, 18С, можно применять для технологических трубопроводов при давлении P_y до 2,5 МПа (25 кгс/см²). При выборе плоских и плоских ребристых заглушек можно руководствоваться также ОСТ 36-47—81 и ОСТ 36-48—81.

Заглушки, устанавливаемые между фланцами, разрешается применять для технологических трубопроводов с давлением P_y до 10,0 МПа (100 кгс/см²) в соответствии с табл. 19С и 20С.

11.4. Заглушки, устанавливаемые между фланцами, а также быстросъемные, выпускаемые по ТУ 38.11145—83, запрещается применять для разделения двух трубопроводов с различными средами, смешение которых недопустимо.

11.5. Качество материала заглушек должно подтверждаться сертификатом. Допускается составлять один сертификат на партию заглушек. Партией считается любое число заглушек, изготовленных из одного материала по данному заказу. Сертификат на постоянные заглушки должен храниться в журнале учета установки — снятия заглушек (постоянная заглушка — заглушка, устанавливаемая в связи с технологической необходимостью).

На каждой заглушке (на хвостовике, а при его отсутствии — на цилиндрической поверхности) должны быть четко выбиты номер заглушки (партии), марка стали, условное давление P_y и условный проход D_y.

11.6. Устанавливают и снимают заглушки по указанию лица, ответственного за эксплуатацию трубопровода. Установка и снятие заглушек должны отмечаться в специальном журнале. Рекомендуемая форма журнала приведена в приложении 7.

12. КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ТРУБОПРОВОДОВ

12.1. Одно из условий сохранения прочности и надежной работы трубопроводов — полная компенсация температурных деформаций.

Температурные деформации компенсируют за счет поворотов и изгибов трассы трубопроводов. При невозможности ограничиться самокомпенсацией (например, на совершенно прямых участках значительной протяженности) на трубопроводах устанавливают П-образные, линзовые или волнистые компенсаторы.

12.2. Не допускается применять сальниковые компенсаторы на технологических трубопроводах, транспортирующих среды групп А и Б.

12.3. При расчете самокомпенсации трубопроводов и конструктивных размеров специальных компенсирующих устройств можно рекомендовать следующую литературу:

Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. М.: Стройиздат, 1965. 396 с.

Справочник по проектированию электрических станций и сетей. Раздел IX. Механические расчеты трубопроводов. М.: Теплоэлектропроект, 1972. 56 с.

Компенсаторы волнистые, их расчет и применение. М.: ВНИИОЭНГ, 1965. 32 с.

Руководящие указания по проектированию стационарных трубопроводов. Вып. II. Расчеты трубопроводов на прочность с учетом напряжений компенсации, № 27477—Т. Всесоюзный государственный проектный институт «Теплопроект», Ленинградское отделение, 1965. 116 с.

12.4. Тепловое удлинение участка трубопровода определяют по формуле:

$$\Delta l = \alpha l\,(t_м - t_н)/100,$$

где Δl — тепловое удлинение участка трубопровода, мм; α — средний коэффициент линейного расширения, принимаемый по табл. 18 в зависимости от температуры; l — длина участка трубопровода, м; $t_м$ — максимальная температура среды, °С; $t_н$ — расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, °С; (для трубопроводов с отрицательной температурой среды $t_н$ — максимальная температура окружающего воздуха, °С; $t_м$ — минимальная температура среды, °С).

12.5. П-образные компенсаторы можно применять для технологических трубопроводов всех категорий. Их изготовляют либо гнутыми из цельных труб, либо с использованием гнутых, крутоизогнутых или сварных отводов; наружный диаметр, марку стали труб и отводов принимают такими же, как и для прямых участков трубопровода.

12.6. Для П-образных компенсаторов гнутые отводы следует применять только из бесшовных, а сварные — из бесшовных и сварных труб. Сварные отводы для изготовления П-образных

компенсаторов допускаются в соответствии с указаниями п. 10.12.

12.7. Применять водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262—75 для изготовления П-образных компенсаторов не разрешается, а электросварные со спиральным швом, указанные в табл. 5, рекомендуются только для прямых участков компенсаторов.

12.8. П-образные компенсаторы должны быть установлены горизонтально с соблюдением необходимого общего уклона. В виде исключения (при ограниченной площади) их можно размещать вертикально петлей вверх или вниз с соответствующим дренажным устройством в низшей точке и воздушниками.

12.9. П-образные компенсаторы перед монтажом должны быть установлены на трубопроводах вместе с распорными приспособлениями, которые удаляют после закрепления трубопроводов на неподвижных опорах.

12.10. Линзовые компенсаторы, осевые, изготовляемые по ОСТ 34-42-309—76 — ОСТ 34-42-312—76 и ОСТ 34-42-325—77—ОСТ 34-42-328—77, а также линзовые компенсаторы шарнирные, изготовляемые по ОСТ 34-42-313—76 — ОСТ 34-42-316—76 и ОСТ 34-42-329—77 — ОСТ 34-42-332—77 применяют для технологических трубопроводов, транспортирующих неагрессивные и малоагрессивные среды при давлении P_y до 1,6 МПа (16 кгс/см²), температуре до 350 °С и гарантированном числе повторяющихся циклов не более 3000. Компенсирующая способность линзовых компенсаторов приведена в табл. 19.

12.11. При установке линзовых компенсаторов на горизонтальных газопроводах с конденсирующимися газами для каждой линзы должен быть предусмотрен дренаж конденсата. Патрубок для дренажной трубы изготовляют из бесшовной трубы по ГОСТ 8732—78 или ГОСТ 8734—75. При установке линзовых компенсаторов с внутренним стаканом на горизонтальных трубопроводах с каждой стороны компенсатора должны быть предусмотрены направляющие опоры.

12.12. Для увеличения компенсирующей способности компенсаторов допускается их предварительная растяжка (сжатие). Значение предварительной растяжки указывают в проекте, а при отсутствии данных ее можно принимать равной не более 50%-ной компенсирующей способности компенсаторов.

12.13. Поскольку температура окружающего воздуха в период монтажа чаще всего превышает наименьшую температуру трубопровода, предварительную растяжку компенсаторов необходимо уменьшить на $\Delta_{попр}$, мм, которую определяют по формуле:

$$\Delta_{попр} = \alpha L_0 (t_{монт} - t_{min})/100,$$

где α — коэффициент линейного расширения трубопровода, принимаемый по табл. 18; L_0 — длина участка трубопровода, м; $t_{монт}$ — температура при монтаже, °С; t_{min} — минимальная температура при эксплуатации трубопровода, °С.

12.14. Пределы применения линзовых компенсаторов по рабочему давлению в зависимости от температуры транспортируемой среды устанавливают по ГОСТ 356—80; пределы применения их по цикличности приведены ниже:

Общее число циклов работы компенсатора за период эксплуатации	Компенсирующая способность линзы при толщине стенки, мм		
	2,5	3,0	4,0
300	5,0	4,0	3,0
500	4,0	3,5	2,5
1000	4,0	3,5	2,5
2000	2,8	2,5	2,0
3000	2,8	2,2	1,6

12.15. При установке шарнирных компенсаторов ось шарниров должна быть перпендикулярна плоскости изгиба трубопровода.

При сварке узлов шарнирного компенсатора предельные отклонения от соосности не должны превышать для условного прохода: до 500 мм — 2 мм; от 500 до 1400 мм — 3 мм; от 1400 до 2200 мм — 4 мм.

Несимметричность осей шарниров относительно вертикальной плоскости симметрии (вдоль оси трубопровода) должна быть для условного прохода не более: до 500 мм — 2 мм; от 500 до 1400 мм — 3 мм; от 1400 до 2200 мм — 5 мм.

12.16. Качество линзовых компенсаторов, подлежащих установке на технологических трубопроводах, должно подтверждаться паспортами или сертификатами.

12.17. Сильфонные осевые компенсаторы КО, угловые КУ, сдвиговые КС и универсальные КМ в соответствии с ОСТ 26-02-2079—83 применяют для технологических трубопроводов с условным проходом D_y от 150 до 400 мм при давлении от остаточного 0,00067 МПа (5 мм рт. ст.) до условного P_y 6,3 МПа (63 кгс/см²), при рабочей температуре от —70 до +700 °С.

12.18. Выбор типа сильфонного компенсатора, схема его установки и условия его применения должны быть согласованы с автором проекта или с ВНИИнефтемашем.

Варианты материального исполнения сильфонных компенсаторов приведены в табл. 20, а их техническая характеристика — в табл. 21—30.

12.19. Сильфонные компенсаторы необходимо монтировать в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации, входящей в комплект поставки компенсаторов.

12.20. В соответствии с ОСТ 26-02-2079—83 средний срок службы сильфонных компенсаторов до списания — 10 лет, средний ресурс до списания — 1000 циклов для компенсаторов КО-2 и КС-2 и 2000 — для компенсаторов остальных типов.

Средний ресурс до списания компенсаторов КС-1 при вибрации с амплитудой колебаний 0,2 мм и частоте, не превышающей 50 Гц, — 10 000 ч.

Примечание. Под циклом работы компенсатора понимают «пуск — остановку» трубопровода для ремонта, освидетельствования, реконструкции и т. п., а также каждое колебание температурного режима работы трубопровода, превышающее 30 °С.

12.21. При ремонтных работах на участках трубопроводов с компенсаторами необходимо исключить: нагрузки, приводящие к скручиванию компенсаторов, попадание искр и брызг на сильфоны компенсаторов при сварочных работах, механические повреждения сильфонов.

12.22. При наработке 500 циклов для компенсаторов КО-2 и КС-2 и 1000 циклов для сильфонных компенсаторов остальных типов необходимо:

при эксплуатации на пожаро-взрывоопасных и токсичных средах заменить их новыми;

при эксплуатации на других средах техническому надзору предприятия принять решение о возможности их дальнейшей эксплуатации.

12.23. При установке компенсатора в паспорт трубопровода вносят следующие данные:

техническую характеристику, завод-изготовитель и год изготовления компенсатора;

расстояние между неподвижными опорами, необходимую компенсацию, предварительное растяжение;

температуру окружающего воздуха при монтаже компенсатора и дату.

13. НАДЗОР И ОБСЛУЖИВАНИЕ

13.1. Надежная безаварийная работа трубопровода и безопасность его эксплуатации должны обеспечиваться постоянным наблюдением за состоянием трубопровода и его деталей, своевременным ремонтом в объеме, определенном при осмотре и ревизии, и обновлением всех элементов трубопровода по мере износа и структурного изменения металла.

13.2. Приказом по предприятию в каждом цехе (на каждой установке, объекте) должно быть назначено лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию трубопроводов из числа инженерно-технических работников, обслуживающих эти трубопроводы.

13.3. На технологические трубопроводы категорий I, II и III, а также на трубопроводы всех категорий, транспортирующих вещества при скорости коррозии более 0,5 мм/год, администрация предприятия должна составить паспорт установленного образца (см. приложение 1).

Перечень документов, прилагаемых к паспорту, указан в п. 19.1.

Примечание. Для трубопроводов, на которые не распространяются требования п. 13.3, на каждой установке необходимо завести эксплуатационный журнал, в котором должны регистрироваться даты проведенных ревизий и данные о ремонтах этих трубопроводов.

13.4. По каждой установке (цеху, производству) лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию трубопроводов, должен быть составлен перечень ответственных технологических трубопроводов, выполненный в двух экземплярах: один хранится у лица, ответственного за безопасную эксплуатацию трубопроводов, другой — в отделе технического надзора.

13.5. Технологические трубопроводы, работающие в водородосодержащих средах, необходимо периодически исследовать (металл труб) в соответствии с «Техническими указаниями — регламентом по эксплуатации оборудования установок каталитического риформинга и гидроочистки, работающего в водородосодержащих средах», разработанными НПО «Леннефтехим» и ВНИИнефтемашем (утверждены в 1983 г.).

13.6. Обслуживание технологических трубопроводов может быть поручено лицам, достигшим 18-летнего возраста, обученным по программе технического минимума, знающим их схему и прошедшим проверку знаний по правилам техники безопасности.

Надзор в процессе эксплуатации

13.7. В период эксплуатации трубопроводов одной из основных обязанностей обслуживающего персонала является постоянное и тщательное наблюдение за состоянием наружной поверхности трубопроводов и их деталей: сварных швов, фланцевых соединений, включая крепеж, арматуры, антикоррозионной защиты и изоляции, дренажных устройств, компенсаторов, опорных конструкций и т. п.

Результаты осмотров должны фиксироваться в вахтенном журнале не реже одного раза в смену.

13.8. Надзор за правильной эксплуатацией трубопроводов ежедневно осуществляют инженерно-технические работники объекта, периодически — служба технического надзора совместно с руководителями цеха и лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию трубопроводов, не реже чем один раз в 12 мес.

13.9. При периодическом обследовании необходимо проверить:

техническое состояние трубопроводов наружным осмотром;

устранение замечаний по предыдущему обследованию и выполнение мер по безопасной эксплуатации трубопроводов, предусмотренных предписаниями органов Госгортехнадзора СССР и службы технического надзора, приказами и распоряжениями по предприятию, актами расследования аварий и протоколами технических совещаний;

полноту и порядок ведения технической документации по эксплуатации и ремонту трубопроводов.

Результаты периодического обследования трубопроводов

оформляют актом, один экземпляр которого вручают начальнику цеха — владельца трубопроводов.

13.10. Трубопроводы, подверженные вибрации, а также фундаменты под опоры и эстакады для этих трубопроводов в период эксплуатации должна тщательно осматривать служба технического надзора совместно со старшим механиком цеха, механиком установки и лицом, ответственным за их безопасную эксплуатацию. Выявленные при этом дефекты подлежат немедленному устранению.

Сроки осмотров в зависимости от конкретных условий и состояния трубопроводов устанавливает техническое руководство предприятия не реже одного раза в 6 мес.

Максимально допустимая амплитуда вибрации технологических трубопроводов составляет 0,2 мм при частоте вибрации не более 40 Гц.

13.11. Наружный осмотр трубопроводов, проложенных открытым способом, при периодических обследованиях можно производить без снятия изоляции. Однако если состояние стенок или сварных швов трубопроводов вызывает сомнение, по указанию работника отдела технического надзора должно быть проведено частичное или полное удаление изоляции.

Наружный осмотр трубопроводов, проложенных в непроходных каналах или бесканально, производится на участках, перечисленных в п. 13.16, и по срокам приурочивается к проведению ревизии этих трубопроводов.

13.12. Если при наружном осмотре обнаружены неплотности разъемных соединений, давление в трубопроводе должно быть снижено до атмосферного, температура горячих трубопроводов — до +60 °С, а дефекты устранены с соблюдением необходимых мер по технике безопасности.

При обнаружении дефектов, устранение которых связано с огневыми работами, трубопровод должен быть остановлен, подготовлен к производству ремонтных работ в соответствии с указаниями «Типовой инструкции по организации проведения огневых работ на взрывоопасных и взрыво-пожароопасных объектах», утвержденной Госгортехнадзором СССР, и дефекты устранены.

За своевременное устранение дефектов отвечает лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию трубопроводов.

Ревизия трубопроводов

13.13. Основной метод контроля за надежной и безопасной работой технологических трубопроводов — периодические ревизии, которые проводит служба технического надзора совместно с механиками и начальниками установок.

Результаты ревизии служат основанием для оценки состояния трубопровода и возможности его дальнейшей эксплуатации.

13.14. Как правило, ревизия трубопроводов должна приурочиваться к планово-предупредительному ремонту отдельных агрегатов, установок или цехов.

13.15. Сроки проведения ревизии технологических трубопроводов устанавливает администрация предприятия в зависимости от скорости их коррозионно-эрозионного износа, опыта эксплуатации, результатов предыдущего наружного осмотра, ревизии. Сроки должны обеспечивать безопасную, безаварийную эксплуатацию трубопровода в период между ревизиями и не должны быть реже указанных в табл. 31.

13.16. При проведении ревизии особое внимание следует уделять участкам, работающим в особо сложных условиях, где наиболее вероятен максимальный износ трубопровода вследствие коррозии, эрозии, вибрации и других причин. К таким относятся участки, где изменяется направление потока (колена, тройники, врезки, дренажные устройства, а также участки трубопроводов перед арматурой и после нее) и где возможно скопление влаги, веществ, вызывающих коррозию (тупиковые и временно не работающие участки).

13.17. Приступать к ревизии следует только после выполнения необходимых подготовительных работ, предусмотренных действующей «Инструкцией по организации и безопасному производству ремонтных работ на предприятиях и в организациях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности». На работающих трубопроводах допускается проводить ультразвуковую толщинометрию при условии соблюдения соответствующих мер безопасности.

13.18. При ревизии технологических трубопроводов необходимо:

1. Провести наружный осмотр трубопровода.

2. Простучать молотком и измерить толщину стенки трубопровода ультразвуковым или радиографическим методами, а в необходимых случаях — сквозной засверловкой с последующей заваркой отверстий.

Толщину стенок измеряют на участках, работающих в наиболее сложных условиях (коленах, тройниках, врезках, местах сужения трубопровода, перед арматурой и после нее, местах скопления влаги и коррозионных продуктов, вызывающих коррозию, — застойных зонах, дренажах), а также на прямых участках внутрицеховых и межцеховых трубопроводов.

Число точек замера для каждого участка (элемента) определяет отдел технического надзора при условии обеспечения надежной ревизии трубопроводов.

На прямых участках трубопроводов технологических установок длиной 20 м и менее и межцеховых трубопроводов длиной 100 м и менее должно быть выполнено не менее трех замеров.

Следует обеспечить правильность и точность выполнения замеров, исключить влияние на них инородных тел (заусенцев,

кокса, продуктов коррозии и т. п.), а также своевременно проверять измерительные инструменты и приборы.

Результаты замера фиксируют в паспорте трубопровода.

Примечания. 1. Толщину стенок трубопроводов категорий IV и V замеряют в том случае, если по результатам обстукивания нельзя точно судить о надежной и безопасной работе трубопроводов.

2. Ревизию постоянно действующих участков факельных линий, не имеющих байпасов, проводят без их остановки путем измерения толщины стенки ультразвуковыми толщиномерами и обмыливанием фланцевых соединений.

Трубопроводы обстукивают по всему периметру трубы молотком массой 1,0—1,5 кг с ручкой длиной не менее 400 мм с шарообразной шляпкой.

Состояние трубы определяют по звуку или вмятинам, которые образуются при обстукивании.

Вопрос о частичном или полном удалении изоляции при ревизии решает служба технического надзора предприятия в каждом конкретном случае при условии обеспечения надежной ревизии трубопровода.

3. На трубопроводах, выполненных из сталей типа 18—8 (08Х18Н10Т; 12Х18Н10Т и т. п.) и работающих в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, сквозные засверловки не допускаются

3. Провести ревизию воротников фланцев внутренним осмотром (при разборке трубопровода) либо измерением толщины неразрушающими методами контроля (ультразвуковым или радиографическим) не менее чем в трех точках по окружности воротника фланца.

Толщину стенки воротника фланца можно определять также с помощью контрольных засверловок согласно п. 13.36—13.43. Число фланцев, подверженных ревизии, устанавливает технический надзор в зависимости от условий эксплуатации трубопровода.

4. Провести внутренний осмотр участка трубопровода с помощью лампы, прибора типа РВП, лупы или других средств, если в результате измерений толщины стенки и простукивания трубопровода возникли сомнения в его состоянии; внутренняя поверхность при этом должна быть очищена от грязи и отложений, а при необходимости — протравлена. При этом следует выбирать участок, эксплуатируемый в неблагоприятных условиях (где возможны коррозия и эрозия, гидравлические удары, вибрация, изменения направления потока, образование застойных зон и т. п.). Демонтаж участка трубопровода при наличии разъемных соединений проводят путем их разборки, а на цельносварном трубопроводе этот участок вырезают.

Во время осмотра проверяют, нет ли коррозии, трещин, уменьшения толщины стенок труб и деталей трубопроводов.

5. Произвести радиографическую или ультразвуковую дефектоскопию сварных стыков, если качество их при ревизии вызвало сомнение; при необходимости следует подвергнуть эти сварные стыки металлографическим и механическим испытаниям.

Число стыков, подлежащих проверке, определяет отдел технического надзора.

Примечание. Дефектоскопию следует производить по инструкции, разработанной специализированной организацией.

6. Проверить механические свойства металла труб, работающих при высоких температурах и в водородосодержащих средах, если это предусмотрено действующими «Правилами», «Регламентами» или проектом. Механические свойства металла следует проверять также и в случаях, если коррозионное действие среды может вызвать их изменение. Вопрос о механических испытаниях решает служба технического надзора.

7. Измерить на участках трубопроводов, работающих при температуре выше 400 °С для углеродистых и выше 450 °С для легированных сталей, деформацию по состоянию на время проведения ревизии и проверить документацию по фиксированию наблюдений за ползучестью, если это предусмотрено действующими «Правилами», «Регламентом» или проектом.

При этом объем работ по замерам следует определять в соответствии с И34-70-013—84.

8. Разобрать (выборочно, по указанию представителя технадзора) резьбовые соединения на трубопроводе, осмотреть их и измерить резьбовыми калибрами.

9. Проверить состояние и правильность работы опор, крепежных деталей и выборочно — прокладок.

10. Испытать трубопровод в случаях, предусмотренных в пп. 13.44—13.48 и 14.1 настоящего документа.

13.19. При неудовлетворительных результатах ревизии необходимо определить границу дефектного участка трубопровода (осмотреть внутреннюю поверхность, обстучать молотком, измерить толщину и т. п.) и сделать более частые измерения толщины стенки всего трубопровода по усмотрению представителей технического надзора.

13.20. Результаты ревизии сопоставить с первоначальными данными (результатами приемки после монтажа или предыдущей ревизии), после чего составить акт ревизии трубопровода (приложение 3). Акт ревизии утверждает главный механик предприятия (завода). Работы, указанные в акте ревизии, подлежат обязательному выполнению.

В паспорте или в эксплуатационном журнале трубопровода представителем отдела технического надзора совместно с лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию трубопровода, делается запись о проведенной ревизии с указанием даты проведения и ссылкой на соответствующий акт.

Обслуживание и ревизия арматуры

13.21. Арматура технологических трубопроводов — наиболее ответственный элемент коммуникаций, поэтому на предприятиях должны быть приняты необходимые меры по организации постоянного и тщательного надзора за исправностью арматуры,

а также за своевременным и высококачественным проведением ревизии и ремонта.

13.22. При применении арматуры с сальниками особое внимание следует обращать на набивочный материал — на его качество, размеры, правильность укладки в сальниковую коробку.

Набивку для сальников выбирают в соответствии с ГОСТ 5152—77.

13.23. Асбестовая набивка, пропитанная жировым составом и прографиченная для арматуры, устанавливаемой на газопроводах, может быть использована при рабочих температурах не выше 200 °С, так как при более высоком нагреве жировые вещества вытекают, и плотность сальника быстро снижается.

13.24. Для температур выше 200 °С и давлений до 10 МПа (100 кгс/см²) можно применять прографиченную асбестовую набивку. При этом каждое кольцо должно быть пересыпано слоем сухого чистого графита толщиной не менее 1 мм.

13.25. При высоких температурах рекомендуется применять специальные набивки, в частности асбометаллические, пропитанные особыми составами, стойкими к разрушению и не вытекающими под влиянием транспортируемых сред и высокой температуры.

13.26. Сальниковая набивка арматуры должна быть изготовлена из плетеного шнура квадратного сечения со стороной, равной ширине сальниковой камеры. Из такого шнура на оправке должны быть нарезаны заготовки колец со скошенными под углом 45° концами.

13.27. Кольца набивки следует укладывать в сальниковую коробку вразбежку линий разреза, с уплотнением каждого кольца. Высота сальниковой набивки должна быть такой, чтобы грундбукса в начальном положении входила в сальниковую камеру не более чем на $^1/_6$—$^1/_7$ ее высоты, но не менее чем на 5 мм.

Сальники следует подтягивать равномерно, без перекосов грундбуксы.

13.28. Для обеспечения плотности сальникового уплотнения необходимо следить за чистотой поверхности шпинделя.

13.29. Прокладочный материал для уплотнения соединения крышки с корпусом арматуры следует выбирать по табл. 17 с учетом химического воздействия на него транспортируемой среды, а также в зависимости от давления и температуры.

13.30. Ход шпинделя в задвижках и вентилях должен быть плавным, а затвор при закрывании или открывании арматуры должен перемещаться без заедания.

13.31. Предохранительные клапаны необходимо обслуживать в соответствии с «Руководящими указаниями по эксплуатации, ревизии и ремонту предохранительных клапанов РПК—78», а также директивными указаниями Миннефтехимпрома СССР № ОТ-6187/9 от 09.08.79 г. и Госгортехнадзора СССР № 04-27/515 от 08.08.79 г.

13.32. Для создания плотности запорную арматуру следует закрывать с нормальным усилием. Не допускается применять добавочные рычаги при открывании или закрывании арматуры.

13.33. Ревизию и ремонт трубопроводной арматуры, в том числе обратных клапанов, а также приводных устройств арматуры (электро-, пневмо-, гидропривод, механический привод), как правило, производят в период ревизии трубопроводов, а также во время остановки агрегатов, установок или цехов на ремонт.

13.34. Ревизию, отбраковку, ремонт и испытание арматуры следует производить в специализированных мастерских или на участках в объеме и порядке, предусмотренном отраслевым нормативным документом КО-1—79. В отдельных случаях по усмотрению технического надзора допускается ревизия арматуры путем ее разборки и осмотра непосредственно на месте установки.

13.35. При планировании ревизии и ремонта арматуры следует в первую очередь проводить ревизию и ремонт арматуры, работающей в наиболее сложных условиях, и при этом соблюдать принцип чередования.

Результаты ремонта и испытания арматуры оформляют актом (приложение 4).

Контрольные засверловки

13.36. В случаях, когда характер и закономерности коррозионного износа трубопровода не могут быть установлены методами контроля, используемыми при ревизиях, для своевременной сигнализации о приближении толщины стенки к отбраковочному размеру допускается делать контрольные засверловки.

Необходимость в контрольных засверловках определяет служба технического надзора предприятия для каждого конкретного случая, с учетом ограничений, изложенных в п. 13.37.

13.37. Трубопроводы, по которым транспортируют вещества групп А(а), А(б), газы всех групп; трубопроводы, работающие под вакуумом, а также трубопроводы, выполненные из сталей типа 18—8 и работающие в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, контрольным засверловкам не подвергают. В этих случаях должен быть усилен контроль за состоянием толщины стенок трубопровода путем их замера ультразвуковым толщиномером или с помощью сквозных засверловок.

13.38. При засверловке контрольных отверстий следует пользоваться сверлом диаметром 2,5—4 мм, заправленным под острым углом, чтобы предотвратить большие утечки продукта в случае пропуска контрольных отверстий.

13.39. Отверстия при контрольных засверловках следует располагать в местах поворотов, сужений, врезок, застойных зонах, а также в тройниках, дренажных отводах перед запорной арматурой и после нее и т. п.

13.40. Отверстия контрольных засверловок на отводах и полуотводах должны быть расположены преимущественно по наружному радиусу гиба из расчета одно отверстие на каждые 0,2 м длины, но не менее одного отверстия на отвод или секцию сварного отвода.

13.41. Глубина контрольных засверловок должна быть равна отбраковочной толщине (определенной согласно пп. 13.49 и 13.50) плюс П×С (где П — половина периода между очередными ревизиями, годы; С — фактическая скорость износа трубопровода, мм/год).

13.42. Места расположения контрольных засверловок на трубопроводе должны быть четко обозначены.

13.43. Пропуск контрольного отверстия на трубопроводе свидетельствует о приближении толщины стенки к отбраковочному размеру, поэтому такой трубопровод необходимо подвергнуть внеочередной ревизии.

Периодические испытания технологических трубопроводов

13.44. Надежность работы технологических трубопроводов проверяют периодическими гидравлическими и пневматическими испытаниями.

13.45. Периодические испытания трубопроводов на прочность и плотность приурочивают ко времени проведения ревизии трубопровода. Периодичность проведения испытания должна быть равна удвоенной периодичности проведения ревизии, принятой в соответствии с указаниями п. 13.15 для данного трубопровода, но не реже одного раза в 8 лет.

13.46. Давление испытания и порядок проведения испытания должны соответствовать требованиям, изложенным в параграфе 14.

13.47. Периодические испытания технологических трубопроводов проводят под руководством лица, ответственного за их безопасную эксплуатацию и оформляют актом (приложение 6).

13.48. Лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию трубопровода, на основании соответствующего акта делает запись о результатах испытания и назначает срок очередного испытания в паспорте трубопровода, а для трубопроводов, на которые паспорт не составляется, — в эксплуатационном журнале.

Нормы отбраковки

13.49. Трубы, детали трубопроводов и сварные швы, эксплуатируемые при температуре до 430 °С (включительно), подлежат отбраковке, если в результате ревизии окажется, что под действием коррозии и эрозии толщина стенки их уменьшилась

и достигла значения, определяемого по формулам:

$$\delta_{отб} = \alpha n P_{раб} D_н / 2\,(0{,}9 R_2^н m_2 + n P_{раб}) \quad \text{при} \quad R_2^н m_2 / R_1^н m_2 < 0{,}75;$$

$$\delta_{отб} = \alpha n P_{раб} D_н / 2\,(R_1^р + n P_{раб}) \quad \text{при} \quad R_2^н m_2 / R_1^н m_2 \geqslant 0{,}75,$$

где $\delta_{отб}$ — толщина стенки трубы или детали трубопровода, при которой они должны быть изъяты из эксплуатации, см; $n = 1{,}2$ — коэффициент перегрузки рабочего давления в трубопроводе; $P_{раб}$ — давление в трубопроводе, МПа (кгс/см²); $D_н$ — диаметр трубы или детали трубопровода, см; $R_2^н$ — нормативное сопротивление, равное наименьшему значению предела текучести при растяжении, сжатии и изгибе материала труб, принимаемое по государственным стандартам или техническим условиям на соответствующие виды труб, МПа (кгс/см²) (см. табл. 32); $R_1^н$ — нормативное сопротивление, равное наименьшему значению временного сопротивления разрыва материала труб, принимаемое по государственным, отраслевым стандартам и техническим условиям на соответствующие виды труб, МПа (кгс/см²) (см. табл. 32).

Примечание. Для электросварных труб, сваренных односторонним швом, значения $R_1^н$ и $R_2^н$ следует умножить на 0,8.

$R_1^р = R_1^н m_1 m_2 k_1$ — расчетное сопротивление материала труб и деталей технологических трубопроводов; α — коэффициент несущей способности, который принимают разным: для труб — 1,0; для конических переходов — 1,0; для выпуклых заглушек (эллиптической формы) — 1,0; для отводов гладких и сварных $\alpha = 1{,}3$ при $R/D_н = 1$; $\alpha = 1{,}15$ при $R/D_н = 1{,}5$; $\alpha = 1{,}0$ при $R/D_н = 2$ и более; для тройниковых соединений — по рис. 3; $m_1 = 0{,}8$ — коэффициент условий работы материала при разрыве труб; m_2 — коэффициент условий работы трубопровода, принимаемый в зависимости от транспортируемой среды:

Среда	m_2
Токсичные, горючие, взрывоопасные и сжиженные газы	0,60
Инертные газы (азот, воздух и т. п.) или токсичные, взрывоопасные и горючие жидкости	0,75
Инертные жидкости	0,90

m_3 — коэффициент условий работы материала труб при повышенных температурах, принимаемый в зависимости от материала труб и рабочей температуры, °С:

Материал труб	m_3			
	От −70 до −40	От −39 до +100	+250	+430
Углеродистая сталь марок с порядковыми номерами 2, 3, 4 групп А и В (по ГОСТ 380—71)	—	1	0,85	0,75*
Углеродистая качественная конструкционная сталь марок 10, 15, 20 группы 1 по ГОСТ 1050—74	1	1	0,85	0,45
Низколегированные стали марок 09Г2С, 10Г2С1, 17ГС, 14ХГС, 10Г2СД, 15Г2С и 10Г2	1	1	0,85	0,45
Легированные стали марок 15Х5, 15Х5М, 15Х5М—У, 15Х5ВФ, 08Х13, 12МХ, 12Х1МФ, 12Х18Н10Т, 12Х21Н5Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х14Г14Н4Т, 08Х22Н6Т, 08Х18Г8Н2Т, 08Х21Н6М2Т	1	1	0,90	0,70

* Значение коэффициента m_3 соответствует рабочей температуре трубопровода 300 °С, выше которой углеродистые стали по ГОСТ 380—71 применять не рекомендуется.

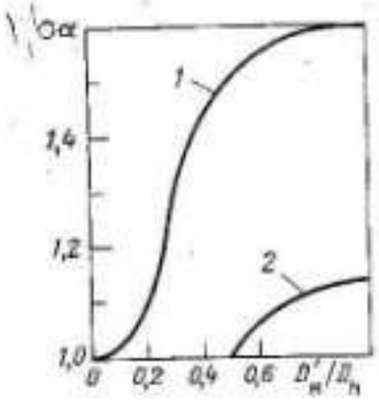


Рис. 3. График определения коэффициента несущей способности основных труб тройниковых соединений:

1 — без усиливающих элементов и для ответвлений без усиливающих элементов и с усиленным штуцером; *2* — усиленных накладками и с усиленным штуцером и для ответвлений, усиленных накладками; $D_н'$ — наружный диаметр ответвлений, см; α — коэффициент несущей способности

Примечание. Для промежуточных значений рабочей температуры коэффициент m_3 определяют интерполяцией двух ближайших значений.

k_1 — коэффициент однородности материала труб:

Материал труб	k_1
Для бесшовных труб из углеродистой и нержавеющей сталей и для сварных труб из ненормализованной низколегированной стали . .	0,80
Для сварных труб из углеродистой и нержавеющей сталей и для сварных труб из нормализованной низколегированной стали . . .	0,85

13.50. Трубы, детали технологических трубопроводов и сварные стыки, эксплуатируемые при температуре более +430 °С, подлежат отбраковке, если в результате ревизии окажется, что вследствие коррозии и эрозии толщина стенки их уменьшилась и достигла значения, определяемого по формуле:

$$\delta_{отб} = \alpha P_{раб} D_н / 2 [\sigma] + P_{раб},$$

где $\delta_{отб}$ — толщина стенки трубы или детали трубопровода, при достижении которой они должны быть изъяты из эксплуатации, см; α — коэффициент несущей способности, принимаемый по указаниям п. 13.49; $P_{раб}$ — рабочее давление в трубопроводе, МПа (кгс/см²); $D_н$ — наружный диаметр трубы или детали трубопровода, см; $[\sigma]$ — номинальное допускаемое напряжение материала, которое выбирается в зависимости от рабочей температуры среды и марки стали (табл. 33—35), МПа (кгс/см²).

Примечание. Тройники и тройниковые соединения независимо от рабочей температуры допускается выбраковывать исходя из условия:

$$f_ш + f_н + f_{св} \geqslant s_0 (d - d_{пр}),$$

где $f_ш$ — укрепляющее сечение штуцера, мм²; $f_н$ — укрепляющее сечение накладки, мм²; $f_{св}$ — укрепляющее сечение сварных швов (наплавленного металла), мм²; $s_0(d-d_{пр})$ — сечение, недостающее для прочности соединения, мм².

Величины, входящие в формулу, следует рассчитывать согласно ОСТ 108.031.02—75.

13.51. Трубы, детали технологических трубопроводов и сварные стыки подлежат отбраковке:

если толщина стенки трубопровода, вычисленная по формулам в пп. 13.49 и 13.50, выйдет за пределы отбраковочного размера во время работы до ближайшей очередной ревизии;

если при ударе молотком массой 1,0—1,5 кг на трубе остаются вмятины;

если на трубе имеются пропуски через контрольное отверстие;

если механические свойства материала труб изменились и требуется отбраковка их в соответствии с документами, указанными в п. 13.18 6) и 7);

если при просвечивании сварных швов обнаружены дефекты, не подлежащие исправлению;

если трубопровод не выдержал гидравлического или пневматического испытания.

Во всех случаях отбраковочный размер должен быть не менее указанного ниже:

Наружный диаметр, мм .	⩽25	⩽57	⩽108(114)	⩽219	⩽325	⩽377	⩾426
Наименьшая допустимая толщина стенки трубопровода, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4,0

13.52. Изношенные корпуса литых задвижек, вентилей, клапанов и литых деталей трубопроводов отбраковывают в следующих случаях:

уплотнительные элементы арматуры износились настолько, что не обеспечивают ведения технологического процесса и отремонтировать или заменить их невозможно;

толщина стенки корпуса достигла значения, определяемого по формуле:

$$\delta_{отб} = 3,8 D_y \cdot P_{раб} / 2 [\sigma],$$

где $\delta_{отб}$ — толщина стенки, при которой корпус задвижки, клапана, вентиля, фитинга должен быть изъят из эксплуатации, см; D_y — условный проход, см; $P_{раб}$ — рабочее давление в корпусе, МПа (кгс/см²); $[\sigma]$ — допускаемое номинальное напряжение материала корпуса арматуры, которое выбирают в зависимости от рабочей температуры по табл. 33—35, МПа (кгс/см²);

толщина стенки корпуса арматуры достигла значений, равных или меньших указанных ниже:

Условный проход, мм	80	100	125	150	200
Предельная отбраковочная толщина стенки, мм	4,0	5,0	5,5	6,0	6,5

13.53. Фланцы отбраковывают:

при неудовлетворительном состоянии привалочных поверхностей;

при наличии трещин, раковин и других дефектов;

при уменьшении толщины стенки воротника фланца до отбраковочных размеров трубы.

13.54. Крепежные детали отбраковывают:

при появлении трещин, срыва или коррозионного износа резьбы;

в случае изгиба болтов и шпилек;

при остаточных деформациях, приводящих к изменению профиля резьбы;

в случае износа боковых граней головок болтов и гаек.

13.55. Резьбовые соединения трубопроводов отбраковывают при срыве или коррозионном износе резьбы, а также при прохождении непроходного калибра типа Р—Р по ГОСТ 6485—69, ГОСТ 2533—79, ГОСТ 18465—73, ГОСТ 18466—73.

13.56. Сильфонные компенсаторы отбраковывают в следующих случаях:

толщина стенки сильфона достигла расчетной толщины, указанной в паспорте компенсатора;

толщина стенки сильфона достигла 0,5 мм в случаях, когда расчетная толщина сильфона имеет более низкие значения;

при наработке компенсаторами типа КО-2 и КС-2 500 циклов и остальными типами компенсаторов — 1000 циклов, если они эксплуатируются на пожаро-взрывоопасных и токсичных средах, а допустимое число циклов для этих компенсаторов, определенное по методике ОСТ 26-02-2079—83, превышает указанные;

при наработке компенсаторами допустимого числа циклов, определенного по методике, изложенной в ОСТ 26-02-2079—83.

13.57. Линзовые компенсаторы отбраковывают:

если толщина линзы в любом ее сечении достигла значения, определяемого по формуле:

$$\delta_{отб} = \lambda D_в \sqrt{1{,}1P_{пр}/\sigma_t},$$

где $\delta_{отб}$ — отбраковочная толщина линзы, см; $\lambda = \sqrt{(1-\beta)(1-\beta^2)/(8\beta^2)(2+\beta)}$ — коэффициент; $\beta = D_в/d$ — коэффициент, учитывающий форму линзы; $D_в$ — внутренний диаметр трубопровода; d — внутренний диаметр линзы; $P_{пр}$ — пробное давление, определяемое по ГОСТ 356—80 в зависимости от условного давления, на которое рассчитан компенсатор, МПа (кгс/см²); σ_t — минимальное значение предела текучести материала линзы, принимаемое по государственным стандартам на материал, МПа (кгс/см²), либо по паспортным данным компенсатора;

при наработке компенсатором заданного в паспорте гарантированного числа циклов.

14. ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

14.1. Технологические трубопроводы необходимо подвергать испытанию на прочность и плотность перед пуском их в эксплуатацию, после монтажа, ремонта, связанного со сваркой, разборкой, после консервации или простоя более одного года, при изменении параметров работы, а также периодически в сроки, указанные в п. 13.45.

После разборки единичных фланцевых соединений, трубопровода, связанной с заменой прокладок, арматуры или отдельного элемента трубопровода (тройника, катушки и т. п.) допускается проводить испытание только на плотность. При

этом вновь устанавливаемые арматуры или элемент трубопровода должны быть предварительно испытаны на прочность пробным давлением, указанным в табл. 1, 2, 3.

Трубопроводы, указанные в п. 14.25, кроме испытаний на прочность и плотность должны быть испытаны на герметичность (дополнительное пневматическое испытание на плотность с определением падения давления за время испытания).

Отдувки (воздушники) от аппаратов и систем, работающих без избыточного давления, и участки факельных линий, указанные в примечании 2 к п. 13.18, а также короткие трубопроводы сброса непосредственно в атмосферу от предохранительных клапанов на прочность и плотность не испытывают.

Испытание трубопровода на прочность и плотность производят одновременно, оно может быть гидравлическим или пневматическим. Следует применять преимущественно гидравлическое испытание.

Испытание проводят обычно до покрытия трубопровода тепловой или противокоррозионной изоляцией. Допускается испытывать трубопровод с наложенной изоляцией, но в этом случае монтажные стыки оставляют открытыми.

14.2. Вид испытания и давление при испытании указывают в проекте для каждого трубопровода. При отсутствии проектных данных вид испытания выбирает техническое руководство предприятия (владелец трубопровода), а давление принимают в соответствии с указаниями настоящего параграфа.

14.3. Перед испытанием производят наружный осмотр трубопроводов. При этом проверяют правильность установки арматуры, легкость открывания и закрывания запорных устройств, а также снятие всех временных приспособлений и окончание всех сварочных работ и проведение термообработки (в необходимых случаях).

14.4. Трубопровод следует испытывать только после того, как он будет полностью собран на постоянных опорах или подвесках, установлены врезки, штуцеры, бобышки, арматура, дренажные устройства, спускные линии и воздушники.

14.5. Давление при испытаниях следует измерять не менее чем по двум манометрам, установленным в начале и в конце испытываемого трубопровода.

Манометры, применяемые при испытании технологических трубопроводов, должны быть проверены и опломбированы.

14.6. Испытание трубопровода производят под руководством лица, ответственного за эксплуатацию трубопровода, в присутствии представителя организации, выполнившей работу. Результаты испытания фиксируют в «Удостоверении о качестве» или акте (если «Удостоверение» не составляют), с последующей отметкой в паспорте трубопровода.

Гидравлическое испытание

14.7. Гидравлическое испытание трубопровода на прочность и плотность проводят одновременно.

14.8. Для гидравлического испытания используют воду при температуре от +5 до +40°С или другие некоррозионные, неядовитые, невзрывоопасные, невязкие жидкости, например керосин, дизельное топливо, легкие масляные фракции.

При этом, во избежание больших потерь жидкостей и быстрого обнаружения неплотностей на трубопроводе, должен быть обеспечен тщательный надзор за возможными утечками.

14.9. Если необходимо проведение испытаний при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует применять жидкости, температура замерзания которых ниже температуры проведения испытаний из числа указанных в п. 14.8, а также водных солевых растворов с низкой температурой замерзания, например раствор хлористого кальция, хлористого натрия. Указанные жидкости после испытания сливают в специальные емкости.

Испытывать трубопроводы с использованием солевых растворов следует ограниченными участками длиной не более 1000 м при условном проходе трубопровода до 100 мм, 250 м — до 200 мм и 150 м — 300 мм и более.

14.10. Значение давления при испытании трубопровода на прочность следует принимать по табл. 36.

14.11. Во всех случаях давление при испытании необходимо принимать таким, чтобы расчетное напряжение в материале трубопровода при пробном давлении не превышало 90% предела текучести материала трубопровода при температуре испытания.

14.12. Для проверки прочности трубопровод выдерживают под пробным давлением в течение 5 мин, после чего для испытания на плотность давление в нем снижают до указанного в табл. 36.

Для проверки плотности при рабочем давлении трубопровод осматривают и обстукивают сварные швы молотком массой 1—1,5 кг. Удары наносят по трубе рядом со швом с обеих сторон.

14.13. Обнаруженные при осмотре дефекты (трещины, поры, неплотности разъемных соединений и сальников и т. п.) устраняют только после снижения давления в трубопроводе до атмосферного. После устранения обнаруженных дефектов испытание следует повторить. Подчеканка сварных швов запрещается.

При одновременном гидравлическом испытании нескольких трубопроводов на прочность должны быть проверены общие несущие строительные конструкции.

14.14. Результаты гидравлического испытания на прочность и плотность признаются удовлетворительными, если во время

испытания не произошло падение давления по манометру и не появились течь и отпотевание на элементах трубопровода.

Пневматическое испытание

14.15. Пневматическое испытание трубопроводов можно производить на прочность и плотность. В зависимости от транспортируемой среды при пневматическом испытании можно применять воздух или инертный газ.

Пневматическое испытание технологических трубопроводов, транспортирующих углеводороды и другие взрывоопасные среды, необходимо производить инертным газом, за исключением вновь вводимых трубопроводов, трубопроводов, прошедших ремонт, связанный со сваркой, а также трубопроводов, прошедших тщательную очистку с последующим анализом среды, испытание которых можно производить воздухом.

Пневматическое испытание трубопроводов на плотность (в том числе с определением падения давления) должно осуществляться только после предварительного их испытания на прочность любым методом.

Замена гидравлического испытания трубопровода пневматическим допускается, если несущие строительные конструкции не рассчитаны на заполнение этого трубопровода водой, а также если недопустимо наличие в трубопроводе остаточной влаги.

14.16. Пневматическое испытание трубопроводов на прочность не разрешается в действующих цехах производственных предприятий, а также на эстакадах, в каналах и лотках, где уложены трубопроводы, находящиеся в работе.

14.17. Давление при пневматическом испытании на прочность принимают таким же, как и при гидравлическом испытании (см. табл. 36), но не выше значений, указанных в табл. 37.

Примечание. В исключительных случаях разрешается пневматическое испытание трубопроводов на прочность с отступлением от требований настоящего пункта. При этом испытание необходимо проводить в строгом соответствии со специально разработанной предприятием (для каждого случая) инструкцией, обеспечивающей безопасность работ.

14.18. Пневматическое испытание трубопровода на прочность при установке чугунной арматуры (кроме арматуры из ковкого чугуна) допускается при давлении $P_{изб}$ не выше 0,4 МПа (4 кгс/см²), при этом вся чугунная арматура должна пройти предварительное гидравлическое испытание на прочность пробным давлением в соответствии с ГОСТ 356—80.

14.19. Давление для испытания на плотность следует принимать по табл. 36.

14.20. При пневматическом испытании технологических трубопроводов на прочность давление необходимо повышать по-

степенно, с осмотром трубопровода при следующих давлениях:

при давлении $P_{раб}$ от 0,1 до 0,2 МПа (от 1 до 2 кгс/см²), — при давлении, равном 0,6 $P_{пр}$, и при полном рабочем давлении;

при давлении $P_{раб}$ более 0,2 МПа (2 кгс/см²) — при давлениях, равных 0,3 и 0,6 $P_{пр}$, и при полном рабочем давлении.

При каждом промежуточном осмотре трубопровода повышение давления необходимо временно прекращать.

14.21. Во время пневматических испытаний трубопроводов на прочность как внутри помещения, так и снаружи следует установить охраняемую зону и обозначить ее. Минимальное расстояние в любом направлении от испытываемого трубопровода до границы зоны должно быть при наземной прокладке — не менее 25 м, при подземной — не менее 10 м.

14.22. Во время повышения давления в трубопроводе и при достижении в нем испытательного давления на прочность пребывание кого-либо в зоне охраны запрещается.

Трубопровод разрешается осматривать лишь после того, как испытательное давление будет снижено до рабочего. Лица, производящие испытание и осмотр, должны быть специально проинструктированы. Запрещается находиться в охраняемой зоне кому-либо кроме этих лиц. Запрещается обстукивать молотком трубопроводы, находящиеся под давлением.

14.23. Герметичность сварных стыков, фланцевых соединений и сальников проверяют галлоидными или гелиевыми течеискателями либо мыльным или другим раствором (при отрицательных температурах окружающего воздуха применяют незамерзающий мыльный раствор).

14.24. Результаты пневматического испытания трубопроводов признают удовлетворительными, если при испытании на плотность не обнаружено утечек.

Испытание трубопроводов на герметичность (дополнительное пневматическое испытание трубопроводов на плотность с определением падения давления за время испытания)

14.25. Необходимость проведения и длительность дополнительного пневматического испытания трубопровода на плотность с определением падения давления за время испытания предусматривается данными проекта.

14.26. Внутрицеховые технологические трубопроводы следует дополнительно испытывать на герметичность совместно с оборудованием, которое они обслуживают.

14.27. Дополнительное испытание технологических трубопроводов на плотность проводят после испытания на прочность и плотность.

14.28. Давление $P_{пр}$ при дополнительном испытании принимают по табл. 36, как при испытании на плотность.

14.29. Испытание на плотность с определением падения давления можно производить только после выравнивания температур в трубопроводе. Для наблюдения за температурой в трубопроводе в начале и в конце испытываемого участка следует устанавливать термометры.

14.30. Если продолжительность дополнительного испытания на плотность не указана в проекте, ее устанавливает организация, проводящая испытания. Для строящихся внутрицеховых, межцеховых и межзаводских трубопроводов длительность испытаний должна быть не менее 24 ч.

При периодических испытаниях и ремонтах, связанных с разборкой и сваркой, продолжительность испытаний устанавливает техническое руководство предприятия (не менее 4 ч).

14.31. Падение давления в трубопроводе за время испытания его на плотность определяют по формуле:

$$\Delta P = 100\,(1 - P_{кон}T_{нач}/P_{нач}T_{кон}),$$

где ΔP — падение давления, % от испытательного давления; $P_{кон}$, $P_{нач}$ — сумма манометрического и барометрического давлений в конце и в начале испытания, МПа (кгс/см²); $T_{нач}$, $T_{кон}$ — температура в трубопроводе в начале и в конце испытания, К.

Давление и температуру в трубопроводе определяют как среднее арифметическое показаний манометров и термометров, установленных на нем во время испытания.

14.32. Допустимое падение давления при дополнительном испытании на плотность внутрицеховых технологических трубопроводов определяют согласно проекту с учетом специфических свойств среды (токсичности, текучести, степени взрывоопасности и т. д.) и геометрического объема испытываемой системы, а при отсутствии указаний в проекте — в соответствии с указаниями п. 14.33.

14.33. Результаты дополнительного пневматического испытания на плотность изготовленных технологических трубопроводов и трубопроводов, прошедших ремонт, связанный со сваркой, признают удовлетворительными, если падение давления в них окажется не более 0,1% в 1 ч для трубопроводов группы А и не более 0,2% в 1 ч — для трубопроводов групп Б(а), Б(б) и 0,5% при проведении периодических испытаний.

Указанные нормы относятся к трубопроводам внутренним диаметром до 250 мм включительно.

При испытании трубопроводов больших диаметров нормы падения давления в них определяют, умножая приведенные величины на поправочный коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$K = 250/D_{вн},$$

где K — поправочный коэффициент; $D_{вн}$ — внутренний диаметр испытываемого трубопровода, мм.

Если испытываемый трубопровод состоит из участков различных диаметров, средний внутренний диаметр его определяют по формуле:

$$D_{ср} = (D_1^2 L_1 + D_2^2 L_2 + \ldots + D_n^2 L_n)/(D_1 L_1 + D_2 L_2 + \ldots + D_n L_n),$$

где D_1, D_2, D_n — внутренние диаметры участков трубопроводов, м; L_1, L_2, L_n — длины участков трубопроводов, соответствующие указанным диаметрам, м.

15. НЕКОТОРЫЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

15.1. Конструкция технологических трубопроводов и способ прокладки должны обеспечивать:

безопасную и надежную эксплуатацию в пределах нормативного срока;

ведение технологического процесса в соответствии с проектными параметрами;

возможность надзора за техническим состоянием трубопровода;

производство монтажных и ремонтных работ индустриальными методами с применением средств механизации;

возможность выполнения всех видов работ по контролю и термической обработке сварных швов и испытанию;

защиту трубопроводов от коррозии, вторичных проявлений молнии и статического электричества;

предотвращение образования ледяных, гидратных и других пробок в трубопроводе.

15.2. Пересечение проездов (дорог) сетями трубопроводов следует предусматривать под углом 90° к оси проезда. В обоснованных случаях допускается уменьшать угол пересечения.

15.3. Опорные строительные конструкции для технологических трубопроводов должны быть из несгораемых материалов.

15.4. В местах прохождения через стены, перекрытия, перегородки и т. п. технологические трубопроводы должны быть заключены в стальные гильзы из труб, внутренний диаметр которых на 10—20 мм больше наружного диаметра трубопроводов или тепловой изоляции. Зазор между трубопроводом и гильзой с обоих концов должен быть заполнен несгораемым материалом, допускающим перемещение трубопровода вдоль его продольной оси. Гильзы должны быть жестко заделаны в строительной конструкции.

Размещать сварные стыки трубопровода внутри гильз не допускается.

15.5. Внутрицеховые трубопроводы и арматуру необходимо размещать с учетом необходимых проходов, в соответствии с действующими нормами техники безопасности. Трубопроводы, прокладываемые вдоль стен внутри зданий, не должны пересекать оконных и дверных проемов.

15.6. При расположении и креплении технологических трубопроводов в зданиях следует учитывать возможность свободного перемещения подъемно-транспортных устройств.

15.7. Для трубопроводов, транспортирующих вещества групп А, Б(а), Б(б), следует предусматривать преимущественно надземную прокладку, за исключением случаев, когда проектом предусмотрен иной способ.

15.8. Для трубопроводов, транспортирующих вещества групп А и Б, как правило, следует предусматривать соединения сварными встык.

Фланцевые соединения допускаются в местах подключения трубопроводов к аппаратам, арматуре и другому оборудованию, имеющему ответные фланцы, а также на участках трубопроводов, требующих по условиям эксплуатации периодической разборки.

15.9. Запрещается прокладывать внутрицеховые трубопроводы внутри административных, бытовых, хозяйственных помещений, в помещениях электрораспределительных устройств, электроустановок, щитов автоматизации, вентиляционных камер, тепловых пунктов, а также на путях эвакуации персонала (лестничных клетках, коридорах и т. п.).

15.10. Внутрицеховые трубопроводы с условным проходом до 100 мм допускается прокладывать по наружной поверхности глухих стен вспомогательных помещений.

Внутрицеховые трубопроводы с условным проходом до 200 мм допускается прокладывать по несгораемым участкам несущих стен производственных зданий. Такие трубопроводы должны располагаться на 0,5 м ниже или выше оконных или дверных проемов (за исключением зданий, имеющих сплошное остекление).

Не допускается прокладка трубопроводов по стенам и ограждающим конструкциям, сбрасываемым при воздействии взрывной волны.

Не допускается размещение арматуры, фланцевых и резьбовых соединений и дренажных устройств на трубопроводах, проложенных над оконными и дверными проемами.

15.11. В проходных и непроходных каналах не допускается совместная прокладка паропроводов категории I и продуктопроводов, а также паропроводов категорий II, III и IV и технологических трубопроводов, транспортирующих едкие, ядовитые и легковоспламеняющиеся жидкости.

15.12. Допускается прокладка в каналах и тоннелях трубопроводов группы В совместно с силовыми, осветительными и телефонными кабелями в соответствии с требованиями ПУЭ, утвержденных Минэнерго СССР.

15.13. Расстояния между прокладываемыми параллельно трубопроводами, а также между трубопроводом и строительными конструкциями как по горизонтали, так и по вертикали

следует выбирать с учетом возможности сборки, осмотра, нанесения тепловой изоляции и ремонта трубопроводов, а также смещения трубопроводов при температурной деформации, которая принимается по табл. 38.

15.14. Подземные трубопроводы необходимо прокладывать на глубину не менее 0,6 м от поверхности земли до верхней части трубы или теплоизоляционной конструкции в тех местах, где не предусмотрено движение транспорта; на остальных участках глубину заложения трубопровода принимают из условия расчета трубопровода на прочность.

Глубина заложения подземных трубопроводов под железнодорожными путями должна быть не менее 1 м от подошвы шпалы до верхней части защитного футляра трубопровода, а под автодорогами и проездами — не менее 0,8 м от поверхности дорожного покрытия.

Трубопроводы, транспортирующие застывающие, увлажненные и конденсирующиеся вещества, необходимо располагать на 0,1 м ниже глубины промерзания грунта (до верхней части трубы) с уклоном к конденсатосборникам, другим емкостям, цеховой аппаратуре.

15.15. На пересечении с внутризаводскими железнодорожными путями, автомобильными дорогами и проездами подземные трубопроводы должны быть заложены в гильзы из стальных труб, внутренний диаметр которых на 100—200 мм больше наружных диаметров прокладываемых в них трубопроводов (с учетом теплоизоляции). Концы гильзы должны выходить за пределы пересечения не менее чем на 0,5 м в каждую сторону, но не менее 5 м от головки крайнего рельса. Их необходимо уплотнить просмоленной пеньковой прядью и залить битумом.

Участки трубопроводов, заключенные в защитные гильзы, должны быть предварительно гидравлически испытаны, а сварные стыки проверены неразрушающими физическими методами контроля.

15.16. Если максимально возможное давление в паропроводе превышает расчетное давление аппаратов — потребителей пара, то на вводах водяного пара в цех необходимо предусмотреть автоматическое редуцирующее устройство (редукционный или регулирующий клапан), а после него, т. е. на стороне низкого давления, — предохранительный клапан, рассчитанный на соответствующую пропускную способность редуцирующего устройства.

Допускается заменять автоматическое редуцирующее устройство ручным, состоящим из двух последовательно установленных вентилей. В этом случае на стороне низкого давления должно быть установлено (параллельно) не менее двух предохранительных клапанов такой же пропускной способности каждый.

Установка предохранительного клапана на стороне низкого давления за редуцирующим устройством не обязательна, если трубопровод от источника питания (насос, компрессор) до сосуда будет рассчитан на высокое давление (до редуктора), а на аппарате будут установлены предохранительные клапаны с пропускной способностью, равной или превышающей производительность источника питания.

15.17. Технологические трубопроводы и металлические защитные покрытия теплоизоляции следует защищать от вторичных проявлений молний и статического электричества в соответствии с требованиями, предусмотренными указаниями по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений, а также специальными отраслевыми правилами.

15.18. Для свободного проезда внутризаводского транспорта и беспрепятственного прохода людей минимальная высота до нижней части трубопроводов или пролетных строительных конструкций высоких эстакад должна быть, м:

над железнодорожными путями (от головки рельсов)	5,5
над автодорогами и проездами	5,0
над пешеходными проходами	2,2

15.19. При пересечении высокими эстакадами железнодорожных путей и автодорог расстояние по горизонтали от грани ближайшей опоры эстакады должно быть не менее, м:

до оси железнодорожного пути нормальной колеи	2,45
до бордюра автодороги	1,0

15.20. Пересечения эстакад с воздушными линиями электропередач необходимо выполнять в соответствии с ПУЭ.

Воздушные линии электропередач на пересечениях с эстакадами должны проходить только над трубопроводами. Минимальное расстояние по вертикали от верхних технологических трубопроводов эстакады до линий электропередач (нижних проводов с учетом их провисания) следует принимать в зависимости от напряжения:

Напряжение, кВ	До 1	От 1 до 20	От 35 до 110	150	220
Расстояние над трубопроводом, м	1,0	3,0	4,0	4,5	5,0

Расстояние по вертикали от верхних технологических трубопроводов до нижней части вагонеток (с учетом провисания троса) подвесной дороги должно быть не менее 3 м.

Примечание. При определении вертикального и горизонтального расстояний между воздушными линиями электропередач и технологическими трубопроводами всякого рода защитные ограждения, устанавливаемые над ними в виде решеток, галерей, площадок, рассматривают как части трубопровода.

15.21. Размещать арматуру, фланцевые и резьбовые соединения, линзовые и волнистые компенсаторы и дренажные устройства на трубопроводах, расположенных над железнодорожными путями, автодорогами и пешеходными дорожками, не разрешается.

При необходимости во фланцевых соединениях (например, на гуммированных трубопроводах) под трубой во всю ширину полотна дороги должен быть установлен сплошной поддон с соответствующим уклоном, обеспечивающий отвод жидкости (в случае течи фланцевых соединений) за пределы полотна дороги.

15.22. Трубопроводы для различных кислот и других высокоагрессивных жидкостей, прокладываемые на межцеховых эстакадах, необходимо располагать ниже остальных трубопроводов, особенно трубопроводов для огне-взрывоопасных и ядовитых сред.

15.23. В целях использования несущей способности трубопроводов допускается закреплять к ним трубопроводы меньших диаметров с обязательным расчетом труб большего диаметра на допустимый прогиб.

Не разрешается закреплять трубопроводы малых диаметров к трубопроводам:

транспортирующим высокоагрессивные, ядовитые, токсичные вещества и сжиженные газы;

работающим под давлением от 6,3 МПа (63 кгс/см²) и выше;

при температуре среды выше +300 °С и ниже —40 °С.

если температура самовоспламенения веществ в прикрепляемом трубопроводе превышает 0,8 значения температуры веществ в несущем трубопроводе.

15.24. При одновременной прокладке в одной траншее двух или более трубопроводов их следует располагать в один ряд (в одной горизонтальной плоскости). Расстояние между ними в свету следует принимать при условных диаметрах трубопроводов:

до 300 мм — не менее 0,4 м;

более 300 мм — не менее 0,5 м.

15.25. Подземные трубопроводы следует монтировать только на сварных соединениях, за исключением присоединения фланцевой или муфтовой арматуры и фланцевых заглушек. Арматуру и фланцевые заглушки на подземных трубопроводах необходимо устанавливать в специальных подземных камерах или колодцах. Вне камер и колодцев можно размещать только приварные заглушки.

15.26. Подземные трубопроводы должны быть защищены от почвенной коррозии специальной усиленной противокоррозионной изоляцией согласно ГОСТ 9.015—74 и СН 266—63.

15.27. Необходимость тепловой изоляции технологических трубопроводов устанавливается проектом в зависимости от

свойств транспортируемой среды, места и способа прокладки трубопровода, требований технологического процесса, техники безопасности и пожарной безопасности.

15.28. Рассчитывать тепловую изоляцию и выбирать ее конструкцию следует в соответствии с СН 542—81.

15.29. Транзитная прокладка любых технологических трубопроводов под зданиями и над ними не допускается.

15.30. Трубопроводы следует прокладывать с уклоном, обеспечивающим возможно полное опорожнение их в цеховую аппаратуру и емкости. Уклоны трубопроводов следует принимать, как правило, не менее:

для легкоподвижных жидких веществ	0,002
для газообразных веществ	0,003
для высоковязких и застывающих веществ	0,020

В обоснованных случаях допускается прокладывать трубопроводы с меньшим уклоном или без него, но при этом должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие их опорожнение.

16. ВЫПОЛНЕНИЕ РЕМОНТНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ТРУБОПРОВОДАХ

16.1. Ремонтно-монтажные работы на трубопроводах производят после их подготовки в соответствии с действующей «Инструкцией по организации и безопасному производству ремонтных работ на предприятиях и в организациях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности».

16.2. Переустройство технологических трубопроводов при реконструкции и внедрении рационализаторских предложений можно производить только по рабочим чертежам.

Ремонт трубопроводов выполняют по актам ревизии и отбраковки с приложением выкопировки из схем трубопроводов.

16.3. Трубы, фасонные соединения, фланцы, прокладочные материалы, электроды крепежные и другие детали, применяемые при ремонтно-монтажных работах, по качеству и технической характеристике должны отвечать требованиям государственных стандартов, нормалей машиностроения или специальных технических условий. Взаимозаменяемость отечественных и импортных сталей приведена в табл. 55, 56.

Элементы трубопроводов, не имеющие сертификатов или паспортов, можно применять для трубопроводов категории II и ниже только после проверки и испытания в соответствии с государственными стандартами, нормалями и техническими условиями.

Трубы, фланцы и фасонные детали трубопроводов из легированных сталей, независимо от наличия сертификатов и за-

водской маркировки (P_y, D_y, марка стали), можно применять для технологических трубопроводов только после предварительной проверки марки стали (химическим анализом, стилоскопированием и т. п.).

Арматуру, не имеющую паспорта и маркировки, можно использовать для трубопроводов категорий IV и V только после ее ревизии и испытания.

Арматуру, имеющую маркировку завода-изготовителя с указанием P_y, D_y и марки материала, но не имеющую паспортов, допускается применять для трубопроводов всех категорий только после ее ревизии, испытания и проверки марки материала.

16.4. Все детали перед ремонтно-монтажными работами должны быть осмотрены. Поверхности труб, фасонных деталей, фланцев, прокладок, корпусов и крышек арматуры не должны иметь трещин, раковин, плён, заусенцев и других дефектов, снижающих их прочность и работоспособность.

Маркировка должна соответствовать сертификатам.

Толщину стенки труб и фасонных деталей следует проверять замером на обоих концах в четырех точках. Наружный диаметр, овальность и толщина стенки должны соответствовать требованиям государственных стандартов, нормалей и специальных технических условий.

На поверхности резьбы крепежных деталей не должно быть следов коррозии, вмятин, надрывов и других дефектов, снижающих их прочность.

16.5. Чугунную арматуру с условным проходом более 300 мм, независимо от наличия паспорта, маркировки и срока хранения перед установкой следует подвергать ревизии и гидравлическому испытанию на прочность и плотность.

Ревизию производят в соответствии с КО-1—79.

16.6. Арматуру, предназначенную для установки на трубопроводах категории I, а также всю арматуру (независимо от категории трубопровода) с просроченным гарантийным сроком перед установкой необходимо подвергать гидравлическому испытанию на прочность и плотность в соответствии с ГОСТ 356—80.

16.7. Разметка труб и деталей производится способами, не нарушающими качества последних и обеспечивающими четкое нанесение на заготовках осевых линий, размеров и форм, необходимых при изготовлении деталей и сборке их в узлы.

16.8. Резку труб можно производить любым способом с соблюдением следующих условий:

конец трубы после резки должен быть чистым, без внешних и внутренних заусенцев и грата;

отклонение от перпендикулярности торцового среза к продольной оси не должно превышать для труб с D_y 150 мм — 1 мм, а для труб с $D_y > 150$ мм — 1,5 мм, которое берется на величину внутреннего диаметра.

16.9. Трубы из легированных сталей предпочтительнее резать механическим способом (резцами, фрезами, абразивными дисками и т. п.). Допускаются огневые способы резки с последующей обработкой концов труб в соответствии с указаниями параграфа 18.

16.10. Гибку труб из углеродистой и легированной стали производят в холодном и горячем состоянии различными способами. Способ гибки выбирает изготовитель трубопроводов с условием, что принятый способ обеспечит необходимое качество изготовления.

При этом целесообразно руководствоваться следующими рекомендациями:

гибку в холодном состоянии по шаблону (гибочному сектору) на двух опорах без наполнителя (песок) или с ним можно применять для труб с условным проходом до 125 мм, в качестве оборудования использовать ручные гидравлические трубогибы типа ТГР-2 для труб с условным проходом до 50 мм и с электроприводом типа ТГС-127 для труб с условным проходом до 125 мм;

гибку в холодном состоянии обкаткой роликом без наполнителя можно применять для труб с условным проходом до 32 мм, в качестве оборудования использовать ручные трубогибочные станки или приспособления типа СТГ, станки с электроприводом типа ВМС-23;

гибку в холодном состоянии вращающимся гибочным сектором с внутренним калибрующим дорном (оправкой) и без него можно применять для труб с условным проходом 32—150 мм, в качестве оборудования использовать трубогибочные станки типа ТГМ-38-159, СТГ-3;

гибку с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ) — для труб с условным проходом до 500 мм, в качестве оборудования использовать трубогибочные станки с нажимным отклоняющим роликом типа ТГУ-300Б для труб с условным проходом до 250 мм, типа ТГС-530 — 200—500 мм, а также станки с «подсадкой» трубы в процессе гибки;

гибку труб по шаблонам с наполнителем (песком) в холодном состоянии, а также с нагревом в печах и горнах применять только в исключительных случаях, при отсутствии специального трубогибочного оборудования или оснастки.

16.11. Трубы из легированной стали (в том числе из нержавеющей) гнуть с наполнителем в горячем состоянии не рекомендуется.

16.12. Трубы из углеродистых сталей марок Ст 2, Ст 3, 10, 20, можно гнуть различными способами в холодном и горячем состоянии (в том числе с нагревом ТВЧ) без последующей термообработки, если она не предусмотрена проектом.

16.13. Трубы толщиной стенки до 20 мм из сталей марок 10Г2, 12Х1МФ и 15ГС гнуть в холодном состоянии без последующей термообработки, если она не предусмотрена проектом.

16.14. Трубы из легированной нержавеющей стали аустенитного класса марок 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н16М3Т, 10Х23Н18 следует гнуть при нагреве ТВЧ до 1050—1200 °С и охлаждать за индуктором водой, без последующей термообработки. Гибка труб при этом совмещается с термической обработкой — аустенизацией. При их гибке нельзя допускать понижения температуры нагрева ниже 900 °С, так как могут образоваться трещины из-за уменьшения пластичности металла.

16.15. Трубы из легированной стали мартенситного класса марок 15Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х5МА, 12Х8ВФ, а также из легированной стали перлитного класса марок 15ХМ, 30ХМА следует гнуть на станках с нагревом ТВЧ и последующей термообработкой, которая должна восстановить свойства материала в пределах требований государственных стандартов или технических условий на поставку этих труб. Рекомендуемые режимы термообработки приведены в табл. 39.

16.16. Гибку труб из легированной стали по ГОСТ 9940—81, 9941—81, 550—75 из марок сталей, не указанных в пп. 16.13, 16.14, 16.15, следует производить только после предварительной экспериментальной гибки их и отработки режимов нагрева с контролем свойств и структуры металла согнутых труб. При этом свойства металла должны быть не ниже, чем у металла труб до гибки.

16.17. При гибке труб поперечные сварные швы на гнутых участках труб не допускаются.

При гибке прямошовных электросварных и водогазопроводных труб продольные швы следует располагать в зоне наименьших деформаций (на боковых поверхностях гиба).

16.18. Технологию гибки труб устанавливают по производственным инструкциям. Радиусы гиба принимают не менее указанных:

1) при гибке труб в холодном состоянии на специальных станках по размерам, указанным в паспортах этих станков;

2) при гибке труб с нагревом и набивкой песком — не менее 3,5 наружных диаметров трубы;

3) при гибке труб с нагревом ТВЧ — не менее 3,0 наружных диаметров трубы.

Примечание. Допускаются радиусы гиба менее указанных в пп. 2) и 3), если способ гибки гарантирует сохранение толщины стенки в любом месте гиба, равной не менее 85% номинальной толщины с учетом минусового допуска.

В любом случае радиус гиба должен быть равен не менее двух наружных диаметров трубы.

16.19. При гибке труб допускаются следующие отклонения от геометрических размеров и формы детали:

угловые отклонения осевых линий не должны превышать 2 мм/м при $D_y \leqslant 200$ мм и 3 мм/м при $D_y > 200$ мм;

отклонение радиуса гиба (при $R \leqslant 4D_н$) не должно превышать значений, указанных ниже:

$D_т$, мм	80	80—100	125	150	200
Допуск на радиус гиба (при $R < 4D_н$), мм	±5	±8	±10	±12	±16

16.20. При гибке труб допускаются следующие изменения их сечения в зоне гиба:

овальность сечений в месте гиба, определяемая как отношение разности наибольшего и наименьшего наружных диаметров к номинальному наружному диаметру, не должна превышать 8%;

толщина стенки в любом месте гиба должна быть не менее 85% номинальной толщины с учетом минусового допуска.

16.21. На внутренней стороне гнутых участков допускается плавная волнистость с наибольшей высотой гофр, равной номинальной толщине стенки трубы, но не более 10 мм.

Расстояние между гофрами должно быть не менее трехкратной толщины стенки трубы.

16.22. При гибке труб допускается дополнительная холодная или горячая подгибка их. При этом запрещается горячая подгибка труб из углеродистой стали при температуре ниже 700 и выше 1000 °С, из легированной стали при температуре ниже 800 °С, а из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т — при температуре ниже 900 °С. Термообработка труб из легированной стали после горячей подгибки обязательна.

При подгибке не допускаются трещины, раковины, надрывы, расслоения и растяжки с образованием утонения.

16.23. Расстояние от ближайшего поперечного сварного шва до начала закругления гиба должно быть не меньше наружного диаметра трубы, но не менее 100 мм (исключая случаи крутозагнутых отводов).

16.24. Не разрешается вварка штуцеров, бобышек, дренажей в сварные швы, в гнутые и штампованные детали трубопровода, изготовленные любым способом.

В порядке исключения в гнутые и штампованные детали может быть вварен один штуцер с внутренним диаметром не более 20 мм, если эта вварка предусмотрена проектом.

Допускается вварка штуцеров в отбортованные заглушки, при этом ось штуцера должна совпадать с осью трубопровода, а его условный проход должен быть не более половины условного диаметра заглушки.

16.25. Разделку концов труб и деталей трубопроводов и сборку их под сварку, а также сварку следует производить в соответствии с требованиями, изложенными в параграфе 18.

16.26. При сопряжении двух труб, труб с деталями, деталей между собой угловые отклонения (излом осей) не должны превышать 2,5 мм/м, но не более 8 мм на весь последующий прямой участок трубопровода; линейные отклонения (смещение

осей) не должны превышать 3 мм на каждый метр длины трубопровода, но не более 10 мм на всю длину. Совмещение кромок труб и деталей с применением усилий, нагрева или искривления труб при сборке не допускается, за исключением трубопроводов из углеродистой стали марок 10 и 20, для которых в процессе сборки допускается подгонка кромок методом подкатки (подбивка кувалдой) по всему периметру или его части с предварительным подогревом кромок до 850—900 °С. При подкатке должен обеспечиваться плавный переход с углом не более 15° от деформированной кромки к недеформированной части трубы.

16.27. При сборке фланцев под сварку с различными деталями (патрубками, фасонными частями, бесфланцевой арматурой, компенсаторами и т. п.) необходимо обеспечивать перпендикулярность и соосность уплотнительной поверхности фланцев к оси смежной детали.

Для трубопроводов категорий III, IV, V допускается отклонение от перпендикулярности уплотнительной поверхности фланца к оси смежной трубы или детали при давлении $P_y \leqslant$ $\leqslant 4$ МПа (40 кгс/см²), равное 4 мм/м, а при давлении $P_y >$ > 4 МПа (40 кгс/см²) — 2 мм/м.

Смещение осей фланцев, приварных встык, относительно осей смежных с ними деталей не должно превышать половины допуска на смещение кромок сопрягаемых концов.

16.28. При сборке фланцевых соединений труб, деталей трубопроводов и арматуры необходимо обеспечивать параллельность уплотнительных поверхностей фланцев.

16.29. При сборке фланцев с трубами и деталями следует симметрично располагать отверстия под болты и шпильки относительно оси фланцевого соединения. Смещение отверстий двух смежных фланцев не должно превышать половины разности номинальных диаметров отверстия и устанавливаемого болта (или шпильки).

16.30. При сборке труб и деталей с плоскими приварными фланцами расстояние между уплотнительной поверхностью фланца и торцом трубы (недовод трубы) должно приниматься равным толщине трубы плюс 1 мм или выбираться в зависимости от условного прохода трубы:

D_y трубы, мм	20	20—50	70—150	200	225	250—300	350—450
Недовод, мм	4	5	8	8	9	10	11

16.31. При сборке фланцевых соединений трубопроводов необходимо выполнять следующие требования:

шпильки трубопроводов, работающих при температуре свыше 300 °С, перед установкой должны быть прографичены;

размеры прокладок следует принимать согласно ГОСТ 15180—70; при необходимости размеры прокладок можно назначать по нормативным документам проектных организаций;

паронитовые прокладки перед установкой натереть с обеих сторон сухим графитом;

гайки болтов располагать с одной стороны фланцевого соединения;

болты (шпильки) затягивать равномерно с поочередным постепенным завертыванием гаек (краст-накрест), обеспечивающим параллельность фланцев;

длина шпилек и болтов фланцевого соединения должна быть одинаковой и обеспечивать превышение резьбовой части над гайкой не менее чем на один шаг резьбы.

16.32. При ремонте и установке опор необходимо соблюдать следующие требования:

трубы должны плотно, без зазоров и перекосов укладываться на подушки неподвижных опор, хомуты для крепления труб плотно прилегать к трубе и не допускать ее перемещения в неподвижной опоре;

верхние плоскости опор должны быть выверены по уровню, если это требование предусмотрено проектом;

ролики, шарики и катки должны свободно вращаться и не выпадать из гнезд, опорные поверхности прилегать по всей площади соприкосновения без перекосов;

сжатие пружин на опорах и подвесках должно быть обеспечено распорными приспособлениями; пружины при установке следует затягивать в соответствии с указаниями на чертеже;

тяги подвесок трубопроводов, не подверженных тепловым удлинениям (перемещениям), устанавливают отвесно, а подверженных тепловым удлинениям — с наклоном в сторону, обратную перемещению, на половину этого перемещения;

прокладки для обеспечения необходимого уклона трубопровода устанавливают под подошву опоры, установка прокладок между трубой и опорой не допускается;

при креплении опор на стенах или колоннах кронштейны должны прилегать не к штукатурке, а к бетону или кирпичной кладке;

при укладке трубопроводов сварные стыки необходимо располагать на расстоянии не менее 50 мм от опор и подвесок;

при укладке на опоры труб, имеющих продольные сварные швы, необходимо располагать их так, чтобы они были доступны для осмотра.

16.33. При необходимости вварки вставок на трубопроводах их длина должна быть не менее 100 мм, независимо от диаметра трубопровода.

Расстояние от штуцера или другого элемента с угловым (тавровым) швом до начала гиба трубы или поперечного сварного шва должно быть не менее 50 мм для трубопроводов с условным проходом до 100 мм и не менее 100 мм — для трубопроводов больших условных проходов.

Сварка крутоизогнутых отводов между собой допускается без переходного прямого участка.

16.34. Для поперечных сварных соединений, подлежащих ультразвуковому контролю, длина свободного прямого участка трубы (элемента) в каждую сторону от оси шва (до ближайших приварных деталей, начала гиба, оси соседнего поперечного шва и т. д.) должна быть не менее:

100 мм при толщине стенки трубопровода до 15 мм; $(5S+25)$ мм — при толщине стенки трубопровода от 15 до 30 мм (значение S в мм).

16.35. Длина участков по обе стороны поперечных стыковых сварных соединений, подлежащих местной термической обработке, должна быть не менее величины, определяемой по формуле: $L=1{,}5\sqrt{(D_н-S)S}$, но не менее 100 мм (значения $D_н$ и S в мм).

16.36. При установке арматуры для определения ее правильного положения на трубопроводе необходимо в каждом случае руководствоваться указаниями, имеющимися в каталогах, технических условиях на арматуру, заводских нормалях или рабочих чертежах.

Направление осей штурвалов определяется проектом.

16.37. Арматура перед приваркой должна быть полностью открыта. Если приварка производится без подкладных колец, закрывать арматуру по окончании приварки можно только после обстукивания сварных швов, промывки и продувки трубопровода.

16.38. Сильфонную арматуру следует устанавливать на трубопроводах после их испытания, промывки и продувки. На время испытания, промывки и продувки вместо сильфонной арматуры необходимо временно устанавливать инвентарные катушки.

16.39. Арматуру необходимо ремонтировать в ремонтно-механических мастерских. Мелкий ремонт арматуры (смена прокладок, перенабивка сальников, замена шпилек, штурвалов и т. п.) можно проводить на месте ее установки.

16.40. Предохранительные клапаны следует ремонтировать в соответствии с указаниями РУПК—78.

16.41. На арматуре технологических трубопроводов должны быть указаны условное давление, марка материала и заводской или инвентарный номер.

16.42. После ремонта арматура подлежит опрессовке на прочность и плотность, причем опрессовку на прочность следует производить при открытом запорном устройстве.

16.43. Значение опрессовочного давления на прочность принимают в соответствии с ГОСТ 356—80 или табл. 1, 2 и 3. Испытание на плотность проводят при рабочем давлении. Нормы герметичности арматуры приведены в табл. 9—12.

16.44. Качество выполненных работ подтверждается «Удостоверением о качестве ремонта трубопровода» (приложение 2), которое подшивают к паспорту или эксплуатационному журналу трубопровода и хранят с исполнительной документа-

цией на ремонт установки. При сдаче трубопровода из ремонта исполнитель ремонтных работ передает заказчику «Удостоверение» и предъявляет первичные документы, подтверждающие качество выполненных работ и примененных материалов: сертификаты на примененные материалы, сварочные электроды, детали трубопроводов, паспорта на трубопроводную арматуру и компенсаторы, заключение о качестве сварных швов, акты на промывку, продувку и испытание трубопровода.

Первичные документы на ремонт хранятся у владельца трубопровода.

16.45. Результаты ремонта и испытания арматуры оформляют актом (приложение 4). Акт хранят вместе с паспортом или эксплуатационными журналами на трубопроводы.

16.46. На чугунной арматуре не допускается исправление дефектов сваркой.

16.47. На стальной литой арматуре допускается исправление электросваркой:

единичных (до двух) раковин на уплотнительных и опорных поверхностях;

газовых и иных раковин местного характера, давших течь при гидравлическом испытании, местных рыхлостей, трещин и сквозных раковин, занимающих в сумме не более 10% поверхности отливки, при условии, что расстояние между кромками дефектных мест после их разделки не менее 50 мм;

дефектов в стойках и маховиках;

дефектов на опорных поверхностях гнезда под кольцо и корпусах задвижек и клапанов путем наплавки всей опорной поверхности.

16.48. Дефектные места для исправления сваркой должны быть подготовлены механическим способом (вырубкой зубилом, фрезерованием и т. п.), при этом дефектное место зачищают до неповрежденного металла. При удалении трещины ее края предварительно засверливают. Разделка под сварку должна иметь чашеобразную форму с отлогими стенками без резких переходов по краям разделки.

16.49. Если невозможно выполнить подготовку дефектных мест под сварку механическим способом, допускается в виде исключения по согласованию с отделом технического надзора (ОТН) (для сред категорий III, IV и V) удаление дефектов газовой резкой (исключая трещины) арматуры из сталей 15Л, 20Л, а также из стали 25Л при условии содержания углерода не более 0,27%.

16.50. Качество подготовки дефектных мест под сварку должен проверять инженерно-технический работник, ответственный за качество ремонта арматуры.

16.51. Исправление дефектов сваркой следует производить при положительной температуре на спокойном воздухе (без сквозняков).

Наплавленный сварной шов не должен иметь резких пере-

ходов к основному металлу; после сварки изделие должно быть зачищено от брызг металла и шлака.

16.52. К сварке допускаются лица, прошедшие испытания на право выполнения ответственных сварочных работ в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», утвержденными Госгортехнадзором СССР.

16.53. Рекомендации по выбору электродов при исправлении дефектов сваркой, о необходимости подогрева изделия до сварки, по термической обработке после исправления дефектов и другие даны в табл. 40.

17. ПОДЗЕМНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ

17.1. На подземные трубопроводы распространяются все положения настоящего документа, касающиеся классификации трубопроводов, выбора типов и материалов труб, деталей технологических трубопроводов и арматуры, эксплуатации, ревизии, сроков ее проведения, отбраковки, ремонта, испытания, ведения технической документации и т. д.

17.2. Для ревизии подземных трубопроводов производят вскрытие и выемку грунта на отдельных участках длиной не менее 2 м каждый с последующим снятием изоляции, осмотром антикоррозионной и протекторной защиты, осмотром трубопровода, измерением толщины стенок, а при необходимости, по усмотрению представителей технического надзора, вырезкой отдельных участков.

Число участков, подлежащих вскрытию для ревизии, в зависимости от условий эксплуатации трубопровода устанавливает технадзор предприятия, исходя из следующих условий:

при контроле сплошности изоляции трубопровода с помощью приборов типа АНПИ и ВТР-*V* либо их аналогов вскрытие производят в местах выявленных повреждений изоляции;

при отсутствии на предприятии средств инструментального контроля подземных трубопроводов вскрытие производят из расчета один участок на 200—300 м длины трубопровода.

17.3. Подземная прокладка вновь сооружаемых цеховых, межцеховых и межзаводских технологических трубопроводов не рекомендуется. Она может быть допущена только в обоснованных случаях, предусмотренных проектом.

17.4. При проведении ремонтно-монтажных работ на подземных трубопроводах должен быть установлен тщательный контроль за выполнением требований проекта в отношении компенсации температурных деформаций, качества применяемых материалов, сварных швов, антикоррозионного покрытия и своевременного составления всей необходимой документации по этапам проводимых работ в соответствии с действующими СНиП, настоящим и другими нормативными документами.

17.5. Стальные подземные технологические трубопроводы должны быть защищены от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами в соответствии со строительными нормами, правилами Госстроя СССР и требованиями п. 15.25.

17.6. При прокладке подземных трубопроводов следует также руководствоваться пунктами 15.13; 15.14; 15.24; 15.26.

17.7. Эксплуатация подземных трубопроводов должна производиться при параметрах, предусмотренных проектом. Все изменения следует согласовывать в установленном порядке.

Во избежание резких температурных перепадов при перекачке продуктов следует плавно прогревать трубопровод.

18. СВАРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

18.1. Указания настоящего параграфа распространяются на ручную электродуговую сварку покрытыми электродами, ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом и газовую сварку трубопроводов из углеродистых, легированных, двухслойных и разнородных сталей при ремонте трубопроводов на действующих объектах нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов.

При производстве сварочных работ следует руководствоваться действующими правилами по технике безопасности и инструкциями по проведению огневых работ.

Материалы

18.2. При сварке трубопроводов следует применять сварочные материалы, соответствующие государственным стандартам и техническим условиям.

Сварочные материалы должны иметь сертификаты завода-изготовителя с указанием марки, химического состава и механических свойств наплавленного металла.

Для электродов сертификат оформляют по ГОСТ 9466—75.

18.3. При отсутствии сертификатов материалы можно использовать только после предварительной проверки — химического состава сварочной проволоки и наплавленного металла; механических свойств сварного шва или наплавки; сварочно-технологических свойств электродов (для аустенитных электродов, кроме того, проверяют количество ферритной фазы и, при наличии требований, склонность к межкристаллитной коррозии). Проверка производится в соответствии с ГОСТ 9466—75. Результаты проверки должны отвечать требованиям ГОСТ 9467—75, ГОСТ 10052—75, ГОСТ 2246—70 или техническим условиям на сварочные материалы. Проволоку проверяют поплавочно, электроды — по партиям.

18.4. В случае неудовлетворительных результатов по какому-либо виду испытаний или химическому анализу разрешают повторные испытания.

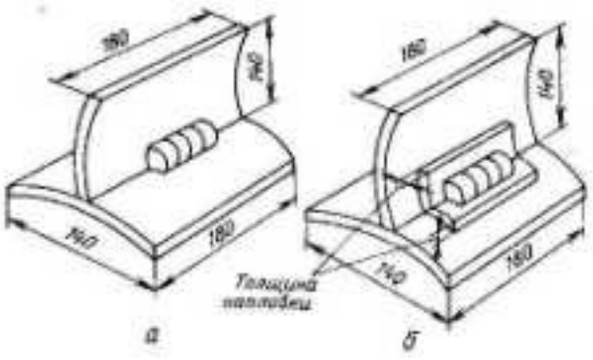


Рис. 4. Тавровая проба для определения технологических свойств электродов:
а — без наплавки кромок; *б* — с наплавкой кромок

18.5. Повторные испытания проводят на удвоенном числе образцов лишь по тем видам, которые дали неудовлетворительные показатели. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний данную партию материалов бракуют.

18.6. Независимо от наличия сертификата сварочно-технологические свойства электродов каждой партии следует проверять по ГОСТ 9466—75 и на отсутствие дефектов в металле шва. Сварочно-технологические свойства электродов, включая склонность к трещинообразованию, определяют при сварке одного неповоротного стыка трубопровода из стали, для сварки которой предназначены электроды, с последующей вырезкой и осмотром трех поперечных макрошлифов через лупу пяти-десятикратного увеличения или при сварке одной тавровой пробы с последующим разрушением по металлу шва и визуальным осмотром плоскости излома для выявления дефектов (рис. 4). Образцы для технологических испытаний допускается изготовлять из листовой стали марок, для сварки которых предназначены электроды.

18.7. Во избежание увлажнения электроды необходимо хранить в герметичной таре или в сушильных шкафах. Срок годности электродов без прокалки при хранении в обычных условиях в отапливаемом помещении одни сутки (аустенитных электродов, предназначенных для сварки закаливающихся сталей Х5М и других, — одна смена).

18.8. В случае превышения указанных сроков хранения перед применением электроды должны быть прокалены. Многократная (три — пять раз) прокалка приводит к растрескиванию и осыпанию обмазки, что следует учитывать при выборе способа хранения.

Режим прокалки и допустимые сроки использования электродов без прокалки в зависимости от условий хранения приведены в табл. 41. Сварочная проволока перед сваркой должна быть очищена от загрязнений, жира, смазки и ржавчины.

18.9. Для сварки технологических трубопроводов категорий I—III следует применять электроды группы 3 по ГОСТ 9466—75. Для остальных технологических трубопроводов допускается применение электродов групп 1 и 2 по ГОСТ 9466—75.

Квалификация сварщиков и проверка их знаний для допуска к сварке трубопроводов

18.10. К сварке трубопроводов всех категорий допускаются сварщики, имеющие удостоверения о сдаче испытания в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», утвержденными Госгортехнадзором СССР. При этом сварщики могут быть допущены только к тем видам работ, которые указаны в удостоверениях. К сварке трубопроводов категории V могут допускаться сварщики без сдачи испытания по правилам Госгортехнадзора СССР, но заварившие стыки, которые проверяют в соответствии с требованиями пп. 18.114, 18.118, 18.122—18.127, 18.129.

18.11. Повторная проверка знаний сварщиков и результатов испытаний контрольных стыков должна проводиться постоянно действующими комиссиями:

периодически, не реже одного раза в 12 месяцев;

при перерыве в работе по специальности свыше 6 месяцев;

перед допуском к работе после временного отстранения сварщика за нарушение технологии и низкое качество работ.

Результаты аттестации сварщиков оформляют протоколом за подписью всех членов комиссии.

18.12. Дополнительную проверку знаний сварщика и сварку им контрольных образцов в условиях, аналогичных ремонтным, необходимо проводить:

при переходе на новые для него способы сварки или виды работ;

при сварке трубопроводов из новых материалов или при существенном изменении технологии сварки;

при сварке трубопроводов с применением новых присадочных материалов (электродов и т. д.).

Дополнительная проверка знаний должна проводиться в объеме программы, утвержденной главным инженером предприятия.

18.13. В случае неудовлетворительных результатов по какому-либо виду испытаний контрольного стыка (при надлежащем качестве сварочных материалов, установленном предварительной проверкой) сварщик к работе не допускается. Он может быть допущен к сварке трубопроводов только после дополнительного обучения и получения положительных результатов при сварке контрольных стыков, но не ранее чем через месяц с момента отстранения от работы.

Результаты всех дополнительных испытаний оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении 8.

Подготовка труб под сварку

18.14. При отсутствии специальных указаний форму разделки кромок под сварку необходимо выбирать по ГОСТ 16037—80 или в соответствии с табл. 42.

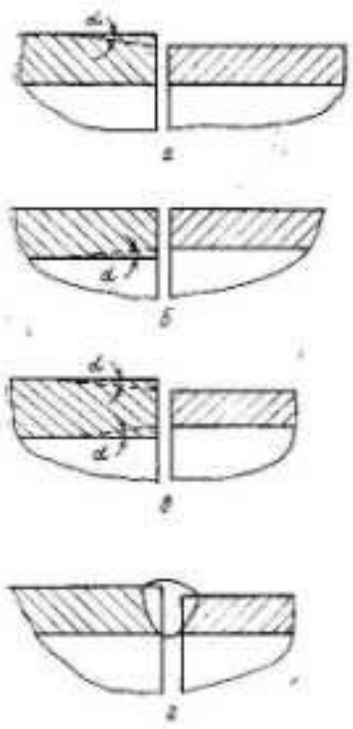


Рис. 5. Схемы обработки концов труб и деталей различной толщины под сварку:
а — с наружным скосом кромки; *б* — то же, с внутренним; *в* — то же, с двухсторонним; *г* — без скоса кромок

18.15. При сборке стыков трубопроводов должно быть обеспечено правильное фиксированное взаимное расположение стыкуемых труб и деталей.

Разностенность и смещение кромок при стыковке под сварку труб, деталей трубопроводов и арматуры не должны превышать 10% толщины стенок стыкуемых элементов, но не более 3 мм. Если разностенность стыкуемых элементов, смещение кромок превышает указанные значения, то должен быть обеспечен плавный переход от элемента с большей толщиной стенок к элементу с меньшей толщиной путем односторонней или двухсторонней механической обработки конца элемента с большей толщиной стенок. При этом угол α скоса поверхности перехода не должен превышать 15° (рис. 5, *а*, *б*, *в*).

При разнице в фактической толщине стенок менее 30% толщины стенки тонкого элемента, но не более 5 мм, допускается осуществлять указанный плавный переход с помощью сварного шва (рис. 5, *г*).

18.16. Трубы и детали трубопроводов, фактические размеры концов которых находятся в пределах допускаемых отклонений по государственному стандарту или техническим условиям, но не позволяют выполнить требования к точности сборки стыка под сварку, указанные в п. 18.15, необходимо калибровать. Присоединительные концы калибруют с помощью конических или разжимных оправок.

18.17. Концы труб и деталей из сталей марок ВСт3, 10, 20, 10Г2, 15ГС, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т можно калибровать в холодном состоянии без последующей термообработки.

18.18. При калибровке концов труб и деталей допускается увеличение (уменьшение) периметров их присоединительных концов на 2% (по сравнению с фактическим).

18.19. После калибровки концов сварных труб и деталей необходимо проверить деформированную часть на отсутствие надрывов и трещин путем осмотра наружной и внутренней поверхности с помощью лупы четырех-шестикратного увеличения, а в сомнительных случаях — цветным или люминесцентным методами.

18.20. Подрезку труб и подготовку кромок под сварку предпочтительно проводить механическим способом.

Допускается газовая, воздушно-дуговая и плазменная резка. Перед газовой, воздушно-дуговой и плазменной резкой трубы из сталей 15ХМ, 12ХМ, 30ХМ, 12ХМФ, 15Х5М, 15Х5ВФ и других закаливающихся сталей необходимо предварительно подогреть до 200—250 °С и затем медленно охладить под слоем теплоизоляции.

После огневой резки кромки труб из закаливающихся сталей должны быть зачищены наждачным кругом на глубину не менее 3 мм от максимальной впадины реза. После зачистки поверхность фаски должна быть проконтролирована цветным дефектоскопом или протравлена 30%-ным раствором азотной кислоты на отсутствие трещин. Обнаруженные трещины удаляют, зачищая всю поверхность фаски. После огневой резки кромки труб из углеродистых сталей зачищают на глубину 0,5 мм от наибольшей впадины реза.

18.21. Для труб из аустенитных сталей также допускается воздушно-дуговая, плазменная или кислородно-флюсовая резка. Кромки труб после резки должны быть обработаны наждачным кругом на глубину не менее 0,5 мм от большей впадины реза.

18.22. При сборке и прихватке должна быть обеспечена правильная центровка сопрягаемых частей трубопровода.

Отклонения линейных и угловых размеров должны соответствовать требованиям п. 16.27.

18.23. Перед сборкой труб под сварку проверяют правильность подготовки фасок; кромки стыкуемых труб должны быть зачищены до металлического блеска с внутренней и наружной сторон на расстоянии не менее 20 мм. На зачищенных поверхностях не должно быть загрязнений, масла, влаги, окалины и продуктов коррозии.

18.24. Торцы труб при загрязнении обезжиривают ацетоном, бензином, уайт-спиритом.

18.25. В зависимости от требований, предъявляемых к трубопроводу, и технологических возможностей при сварке сборку стыков труб проводят следующим образом:

1. Без технологических подкладных колец на прихватках длиной не более 25 мм, расстояние между которыми должно составлять 200—250 мм (но не менее трех прихваток на стык). Высота прихватки не должна превышать высоту первого слоя шва. При сварке первого слоя прихватку нужно переплавить. Чтобы качество формирования корневого шва отвечало вышеуказанным требованиям, допускается применять флюс-пасту или поддув аргоном.

2. На остающихся подкладных кольцах (когда это предусмотрено проектом). Кольца прихватывают со стороны разделки короткими участками (не более 15 мм). Допускается прихватывать кольцо изнутри (для труб с условным проходом 150 мм) к одной из стыкуемых труб короткими участками (не более 15 мм). После стыковки трубы прихватывают между собой.

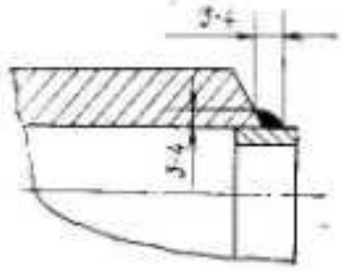


Рис. 6. Размещение подкладного кольца

При сборке труб из аустенитных сталей подкладные кольца устанавливают в одной из стыкуемых труб, прихватывают в двух местах короткими прихватками высотой 2—3 мм и приваривают ниточным швом с катетом 3—4 мм (рис. 6). На выступающую часть подкладного кольца надвигают другую стыкуемую трубу, зазор между трубами устанавливают 4—5 мм; эту трубу также приваривают ниточным швом к подкладному кольцу. Такого же порядка сборки необходимо придерживаться при сварке труб из разнородных сталей, одна из которых аустенитная, а также при сварке труб из закаливающихся сталей (15ХМ и др.) аустенитными электродами.

Стальные подкладные кольца должны быть изготовлены, как правило, из той же марки стали, что и свариваемые трубы. Допускается полосовая сталь 12Х18Н10Т для трубопроводов из аустенитных сталей (12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 20Х23Н18Т, 08Х22Н6Т и т. д.) либо из стали 10 — для трубопроводов из углеродистых, низко- и среднелегированных сталей при сварке их перлитными электродами.

При сварке трубопроводов из низко- и среднелегированных сталей (12МХ, 15Х5М и т. д.) аустенитными электродами в качестве материала для изготовления остающихся подкладных колец можно использовать стали типа 15Х5М, 1Х2М1. При сварке электродами Э-10Х25Н13Г2 допускается применять подкладные кольца из сталей 12Х18Н9, 12Х18Н10Т и им подобных.

Между подкладным кольцом и внутренней поверхностью трубы должен быть зазор не менее 0,5 мм.

3. На съемном медном подкладном кольце (для труб с условным проходом до 200 мм). При этом разница по внутренним диаметрам стыкуемых труб и зазор между кольцом и трубой не должны превышать 1 мм.

Трубы на съемном кольце собирают с зазором 4 мм и прихватывают. После заварки первого слоя шва электродами диаметром 3 мм подкладное кольцо удаляют.

4. На тальковых или керамических подкладных кольцах толщиной 5—10 мм, наружный диаметр которых должен быть на 1 мм меньше внутреннего диаметра трубы. Ширина кольца должна быть несколько больше ширины шва. По окончании сварки стык простукивают молотком, вследствие чего кольцо распадается на куски, которые удаляют из трубы ершами, промывкой водой или продувкой воздухом.

18.26. При сборке должна быть обеспечена свободная установка кромок свариваемых труб (без натяга) с равномерным зазором по всей окружности стыка.

18.27. Прихватку труб при сборке должны выполнять сварщики такой же квалификации, как и производящие сварку. Сварщик может приступить к выполнению прихваток, только соблюдая требования пп. 18.15, 18.16, 18.19—18.25 и после разрешения мастера.

Во всех случаях прихватку производят теми же электродами, которыми пользуются при сварке труб из данной стали и с предварительным подогревом, если он предусмотрен при сварке.

18.28. После удаления шлака каждую прихватку тщательно проверяют на отсутствие пор и трещин. При наличии дефектов прихватку удаляют, стык подготавливают и прихватывают вновь. На трубах из ферритных, полуферритных, подкаливающихся сталей прихватки следует удалять только механической обработкой.

Общие положения по сварке трубопроводов

18.29. Сварку и прихватку труб в секции желательно выполнять в цеховых условиях. Место, где производится сварка в монтажных условиях, должно быть защищено от ветра, атмосферных осадков и попадания загрязнений.

18.30. Допускаемая температура воздуха при сварке и условия подогрева стыков указаны в табл. 43. При температуре окружающего воздуха ниже приведенной в табл. 43 сварку следует проводить в отапливаемом помещении или использовать временные отапливаемые укрытия, обеспечивающие нужную температуру.

18.31. При сварке элементов трубопроводов можно выполнять поворотные и неповоротные стыки. Предпочтение следует отдавать первым, так как они выполняются более легко и высококачественно.

18.32. Сварку поворотных стыков следует выполнять в нижнем его положении.

18.33. В случаях, когда непрерывное вращение стыка затруднено, сварку первого слоя целесообразно (чтобы обеспечить сплошной провар) выполнять за два поворота с последовательностью, указанной на рис. 7.

18.34. Порядок выполнения сварки корневого шва и последующих слоев неповоротных стыков труб указан на рис. 8. Смещение точек начала сварки каждого из слоев — 20—25 мм.

18.35. Дугу следует зажигать в разделке шва или на наплавленном металле. Кратер швов должен быть тщательно заплавлен частными короткими замыканиями электрода. Выводить кратер на основной металл не разрешается. При замыкании кольцевых швов начало шва необходимо перекрывать на 15—20 мм с предварительной зачисткой металла шва от шлака.

Начинать и заканчивать сварку продольных стыков необхо-

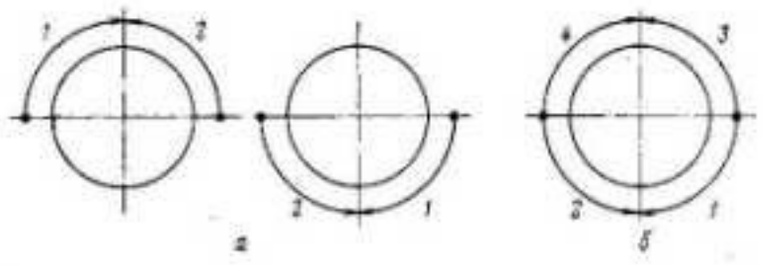


Рис. 7. **Последовательность сварки первого слоя при выполнении сварки за два поворота:**
а — первый; *б* — второй

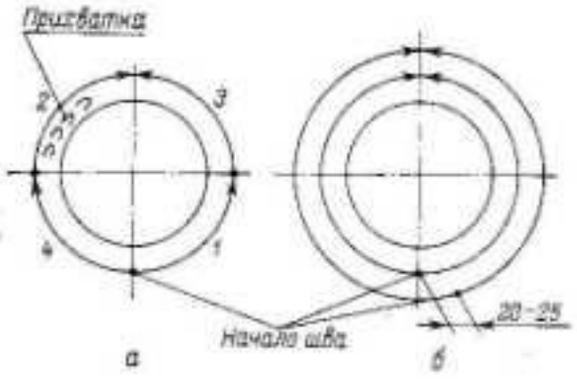


Рис. 8. **Последовательность сварки неповоротного стыка:**
а — корневого слоя; *б* — второго и последующих слоев

димо на выводных планках. При сварке продольных швов без планок сварной шов следует начинать, отступив от начала стыка на 100—150 мм с последующей заваркой стыка в обратном направлении.

18.36. При смене электрода или случайных обрывах дуги зажигать ее снова следует, отступив 15—20 мм от кратера, предварительно очистив это место от шлака и окалины.

18.37. Перед наложением каждого последующего слоя необходимо тщательно удалить шлак и проверить предыдущий слой на отсутствие трещин и пор. При обнаружении таковых дефектное место полностью удалить и повторно заварить.

18.38. Трубы из сталей типа 12Х1МФ, 15ХМ, 15Х5М, 12Х8ВФ перлитными электродами необходимо сваривать без перерывов в работе. При вынужденных перерывах должно быть обеспечено медленное и равномерное охлаждение металла путем изоляции его асбестом или другим теплоизоляционным материалом. Перед возобновлением сварки стык следует тщательно очистить от шлака, произвести визуальный контроль и подогреть до рекомендуемой температуры.

18.39. При сварке труб из аустенитных сталей перед наложением каждого последующего слоя стык должен полностью остыть до температуры не выше 100 °С, а в случае сварки при отрицательной температуре — до температуры подогрева.

При двусторонней сварке сварной шов, соприкасающийся с агрессивной средой, следует выполнять последним.

18.40. По окончании сварки стыки труб очищают от шлака, брызг и окалины.

18.41. Каждый сварщик должен выбить свое клеймо размером 8—10 мм на глубину не более 0,5 мм на расстоянии 35—50 мм от шва. Наплавка клейма запрещается.

Ручная электродуговая сварка покрытыми электродами

18.42. Рекомендации по выбору электродов приведены в табл. 44.

Применение аустенитных электродов при сварке труб из закаливающихся низко- и среднелегированных сталей (12ХМФ, 15ХМ, 15Х5М, 15Х5ВФ и 12Х8ВФ) допускается для кольцевых и угловых (врезки элементов трубопроводов) стыков технологических трубопроводов.

При выборе марки электродов для сварки трубопроводов из высоколегированных сталей, работающих в агрессивных средах, вызывающих коррозионное и коррозионно-усталостное растрескивание, структурно-избирательную и точечную коррозию, следует дополнительно руководствоваться рекомендациями проекта или специализированной организации.

18.43. Для сварки разнородных сталей не допускается применять электроды на основе металлов Х25Н13 или Х25Н20 с дополнительным легированием активными карбидообразующими элементами: титаном, ниобием, ванадием, вольфрамом (например, Х25Н12Т).

Электроды и условия сварки разнородных сталей приведены в табл. 45.

18.44. При сварке разнородных сталей каждую свариваемую кромку подогревают до температуры, указанной в табл. 43.

После сварки аустенитными электродами труб из закаливающихся (12ХМ, 15ХМ и др.) или разнородных сталей, одна из которых закаливающаяся, термообработка сварных соединений не допускается.

Электроды и основные условия сварки кольцевых стыков труб из двухслойной стали Ст3+08Х13, 10+08Х13, 20+08Х13 при ремонте приведены в табл. 46, где представлены также конструктивные элементы подготовки кромок и порядок заполнения разделки шва. Технологию сварки двухслойных труб из других марок выбирают в каждом конкретном случае отдельно.

18.45. Рекомендуемые режимы для ручной электродуговой сварки, диаметр электрода и число проходов в зависимости от диаметра и толщины стенок труб приведены в табл. 47.

Сварка легированных и высоколегированных сталей производится постоянным током обратной полярности короткой дугой.

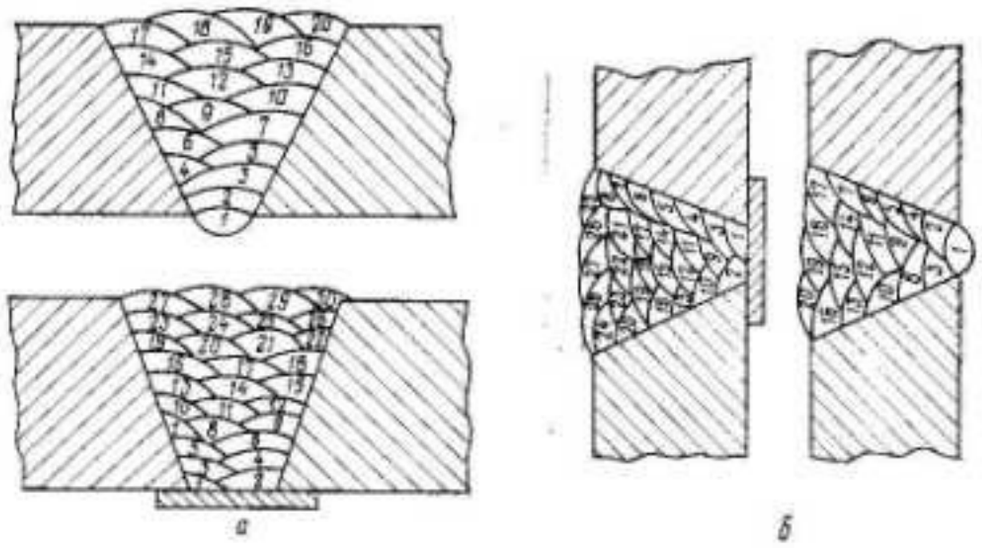


Рис. 9. Примерная последовательность наложения слоев при сварке стыков: *а* — вертикальных; *б* — горизонтальных

Чтобы уменьшить перегрев и обеспечить максимальную коррозионную стойкость металла околошовной зоны коррозионностойких сталей, их сварку, а также сварку закаливающихся сталей следует выполнять при минимальном токе и максимально возможных скоростях без поперечных колебаний электрода (см. табл. 47).

18.46. Рекомендуемый порядок наложения слоев при электродуговой сварке стыков вертикально и горизонтально расположенных труб приведен на рис. 9.

18.47. Перед сваркой аустенитными электродами стыков труб из разнородных сталей с толщиной стенки более 14 мм кромки труб низко- и среднелегированных сталей должны быть облицованы путем двух- или трехслойной наплавки с последующей зачисткой наждачным кругом (рис. 10). Электроды для наплавки и температуру подогрева выбирают по табл. 45. Режимы наплавки должны соответствовать требованиям п. 18.45.

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

18.48. Данный материал распространяется на сборку и сварку труб из сталей Ст3, Ст4, 10, 20, 16ГС, 12МХ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 12Х21Н5Т с условным проходом менее 100 мм и толщиной стенки не более 10 мм с применением ручной аргонодуговой сварки неплавящимся (вольфрамовым) электродом в следующих технологических вариантах:

сварной шов выполняется комбинированным методом, при котором корневой слой сваривается ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с введением в зону дуги специальной присадочной проволоки, последующие слои — ручной электродуговой сваркой покрытыми электродами;

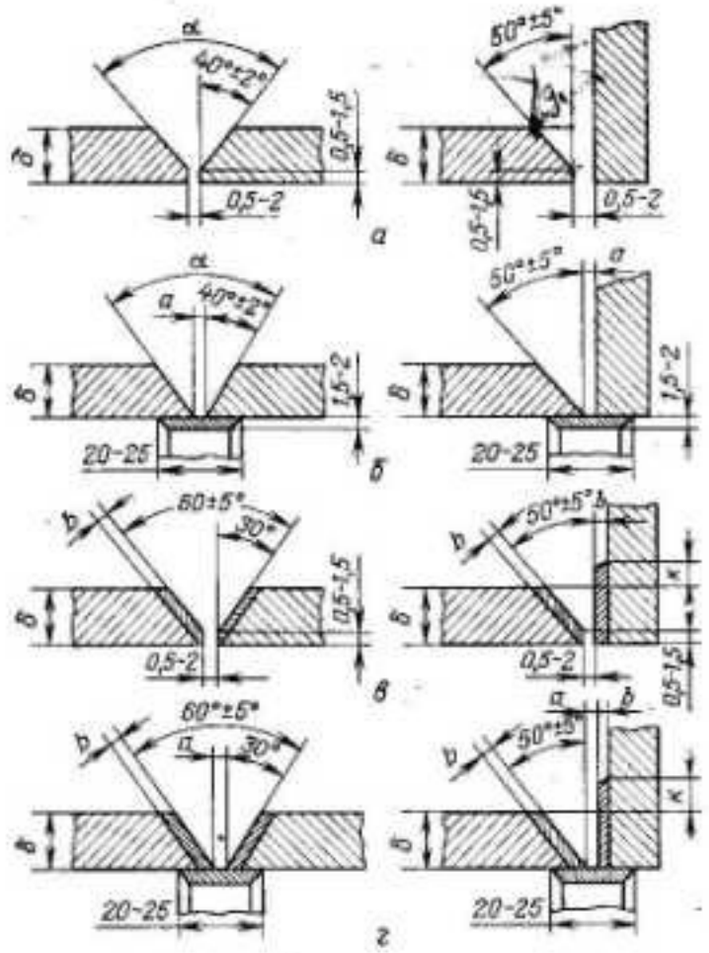


Рис. 10. Подготовка кромок и сборка под сварку кольцевых угловых соединений:

а — без наплавки кромок и без подкладного кольца; *б* — то же, с остающимся подкладным кольцом; *в* — с наплавкой кромок без подкладного кольца; *г* — то же и с остающимся подкладным кольцом.

Толщина стенки δ, мм	≤10	12—20	20—30
Зазор a, мм	3—4	5—6	7
Превышение наплавки k, мм	7	8	9
Угол α	80	60	60
Диаметр электрода d, мм	3	4	—
Толщина наплавки b, мм	6±0,5	7±0,5	—

сварной шов полностью выполняется ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Для стыков труб с толщиной стенки 4 мм и более предпочтение следует отдавать комбинированному методу; при меньшей толщине стенки более экономично сваривать стык полностью ручной аргонодуговой сваркой.

18.49. Ручную аргонодуговую сварку неплавящимся электродом необходимо выполнять, используя источник постоянного

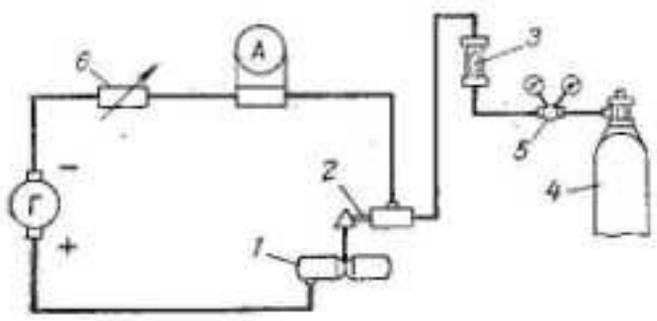


Рис. 11. Схема поста ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона: *1* — свариваемые трубы; *2* — сварочная горелка; *3* — ротаметр; *4* — баллон с аргоном; *5* — редуктор; *6* — балластный реостат; А — амперметр с шунтом; Г — сварочный генератор постоянного тока

тока с падающей характеристикой (ПСО-200—2, ВД-101, ВД-301, ВД-302, ВД-303 и другие многопостовые генераторы и выпрямители), позволяющие получить минимальный сварочный ток (70—80 А) и балластный реостат РБ-200 или РБ-300 для регулирования сварочного тока без снижения напряжения холостого хода генератора. Аргон из баллона должен поступать в горелку через редуктор ДЗР-1-59М с дозирующим устройством, позволяющим контролировать расход газа; можно применять также обычный кислородный редуктор РК-50 или РК-53 вместе с ротаметром РС-3 или РС-3А. В качестве горелок для ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона рекомендуется применять малогабаритные горелки, обеспечивающие доступ к месту сварки в стесненных условиях (например, АГМ-2, МАГ). Схема поста для ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона приведена на рис. 11. Технические данные горелок наиболее распространенных типов для ручной аргонодуговой сварки приведены в табл. 48.

18.50. Разностенность и смещение кромок при стыковке под сварку труб не должны превышать значений, указанных в п. 18.15. При разности диаметров более 1 мм необходимо обработать конец трубы в соответствии с п. 18.15.

18.51. Зазор в собранном стыке после прихватки должен составлять:

Толщина стенки, мм	1—2	2,5—3,0	3,0—10,0
Зазор, мм	0,5—1,0	1,0—1,5	1,0— 2,0

18.52. Прихватку следует выполнять не менее чем в двух местах с использованием присадочной проволоки диаметром 1,6—2 мм той же марки, какая будет применяться для сварки данного стыка.

Длина прихваток — 5—10, высота — 1,5—2 мм.

Примечание. При зазоре в стыке не более 0,5 мм прихватки можно выполнять без присадочной проволоки (путем оплавления кромок); исключение составляют стыки труб из сталей 10 и 20, которые всегда следует прихватывать с использованием присадки.

18.53. Наложение прихваток при температуре окружающего воздуха выше +5 °С производят без подогрева стыка, за ис-

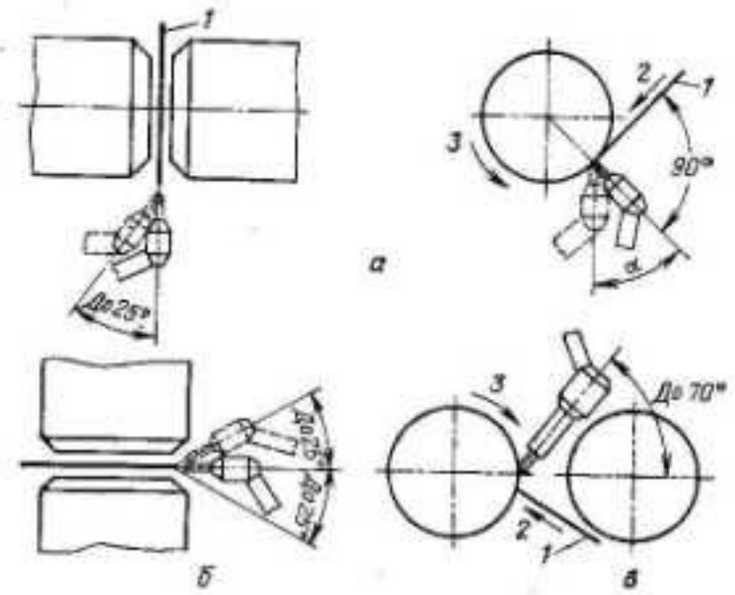


Рис. 12. Взаимное расположение горелки и присадочной проволоки при ручной аргонодуговой сварке неплавящимся электродом неповоротных стыков труб:

а — сварка в обычных условиях вертикального стыка; *б* — то же, горизонтального стыка; *в* — сварка в стесненных условиях горизонтального стыка горелкой АГМ-2 с удлиненным наконечником; *1* — проволока; *2* — направление подачи проволоки; *3* — направление сварки

ключением стыка труб из сталей 12Х2МФСР и 12Х2МФБ, прихватка которых производится с подогревом до 200—300 °С независимо от температуры окружающего воздуха.

Требования к прихватке и сварке при отрицательной температуре приведены в табл. 49.

18.54. Подготовка труб под сварку, выбор режима сварки, диаметра и марки присадочной проволоки и вольфрамового стержня производятся по табл. 50—52.

18.55. В труднодоступных местах первый (корневой) слой стыков труб допускается выполнять без применения присадочной проволоки при условии, если зазор и смещение кромок не превышают 0,5 мм, а притупление кромок — 1 мм. Исключение составляют стыки труб из сталей 10 и 20, которые всегда необходимо сваривать с применением присадки.

18.56. Высота слоя, выполненного ручной аргонодуговой сваркой, должна быть 2—2,5 мм.

18.57. Взаимное расположение горелки и проволоки при сварке вертикального и горизонтального стыков показано на рис. 12. Угол α (между электродом и радиусом трубы в месте сварки) зависит от качества защиты и конструктивных особенностей горелки; для горелок АГМ-2 и АГМ-3 угол α может изменяться в пределах 0—70°, для остальных горелок (АР-3, МГ-3 и др.) с канальной схемой истечения — 0—25°. Проволоку необходимо подавать в сварочную ванну навстречу движению горелки, которую перемещают справа налево, при этом

корневой слой сваривают почти без колебательных движений поперек шва как проволоки, так и электрода; при наложении последующих слоев горелке сообщают колебательные движения поперек шва. Конец проволоки должен всегда находиться под защитой аргона. Не следует резко подавать конец проволоки в жидкую ванну, так как это может вызвать разбрызгивание металла.

18.58. В начале сварки в среде аргона горелкой подогревают кромки и присадочный пруток, для чего в первый момент, как только возбудится дуга (длина дуги 1—1,5 мм), сваривают одновременно кромки труб и конец присадки; только после того как образуется ванночка, можно начинать сварку, сообщая горелке поступательное движение. В процессе наложения корневого слоя нужно следить за полным проплавлением кромок и отсутствием непровара. Степень проплавления можно определить по форме ванночки расплавленного металла: хорошему проплавлению соответствует ванна, вытянутая в сторону направления сварки, недостаточному — круглая или овальная.

18.59. При комбинированном методе сварки заполнение основной части разделки шва (после наложения корневого слоя ручной сваркой неплавящимся электродом в среде аргона) производится электродуговой сваркой в соответствии с требованиями, изложенными в п. 18.42—18.47.

Газовая сварка

18.60. Газовая сварка допускается для труб из углеродистых и низколегированных (не подкаливающихся) сталей диаметром до 80 мм и толщиной стенки не более 3,5 мм.

18.61. Газовая сварка труб из перлитных подкаливающихся сталей (12МХ, 15Х5М и т. д.) допускается только для труб малого диаметра (до 45 мм) при толщине стенки не более 5 мм, в основном при ремонте и монтаже контрольно-измерительной аппаратуры.

Для нержавеющих аустенитных и ферритных сталей газовая сварка не допускается.

18.62. Конструкция сварного соединения приведена в табл. 53.

18.63. При газовой сварке в качестве присадки применяют сварочную проволоку диаметром 2—3 мм. Марку проволоки подбирают по марке свариваемой стали (табл. 54).

Примечание. Во избежание образования свищей стыки труб из стали 20 следует сваривать с присадочной проволокой Св-08МХ.

18.64. Подогнанные стыки труб необходимо прихватывать не менее чем в двух точках. Для прихватки используют ту же присадочную проволоку и наконечник горелки, которые будут применяться для сварки данного стыка. Прихватки должны быть в дальнейшем полностью перекрыты основным швом.

Прихватывать стыки обязан сварщик, который будет сваривать данный стык.

18.65. Угол наклона горелки α относительно поверхности свариваемого изделия зависит от толщины свариваемого металла:

S, мм	До 1	1—3	3—5
α	10	20	30

Угол наклона проволоки относительно поверхности свариваемого изделия составляет 30—45°.

18.66. Трубы при толщине стенки менее 3 мм сваривают горелкой с наконечником № 1 или 2, при толщине стенки 3—5 мм — горелкой с наконечником № 2 или 3.

18.67. Диаметр присадочной проволоки подбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. При правом способе сварки стыков труб со стенкой толщиной до 3 мм необходимо применять проволоку диаметром 2 мм, толщиной более 3 мм — диаметром 3 мм, при левом способе сварки стыков труб со стенкой толщиной до 5 мм — проволоку диаметром 3 мм.

18.68. Сварку ведут участками длиной 10—15 мм. Сначала участок пролуживают, т. е. сплавляют кромки труб (обычно без добавления присадки), затем на него накладывают первый слой шва. То же самое выполняют на следующем участке, и т. д.

При толщине стенки труб до 4 мм сварку производят в один слой, при большей толщине — в два слоя. Второй слой следует выполнять лишь по окончании сварки корневого слоя на всем периметре стыка. Перед сваркой и прихваткой стык следует подогреть сварочной горелкой для выравнивания температуры металла. Подогрев производят и после вынужденных перерывов в сварке.

18.69. Сварку труб следует выполнять нормальным (восстановительным) пламенем при соотношении кислорода и ацетилена в газовой смеси 1 : 1,2.

18.70. При сварке труб из хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей для уменьшения выгорания легирующих элементов основного и присадочного материалов необходимо поддерживать сварочную ванну в более густом состоянии, чтобы пребывание присадочного материала в жидком состоянии было минимальным.

18.71. В процессе сварки конец присадочной проволоки должен находиться в расплавленном металле во избежание насыщения шва кислородом и азотом воздуха.

18.72. Во время сварки одного стыка нельзя допускать перерыва в работе до заполнения всей разделки стыка. При вынужденных перерывах и по окончании сварки пламя горелки во избежание образования трещин, усадочных раковин и пор следует отводить от расплавленного металла постепенно.

В процессе сварки и остывания стыка из низколегированной стали нельзя допускать сквозняков внутри труб, для чего их концы следует закрывать пробками.

Особенности технологии сварки стыков из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей без термической обработки

18.73. Настоящая технология распространяется на сварку кольцевых и угловых (врезки трубных элементов) стыков технологических трубопроводов из сталей 1Х2М1, 15Х5М, 15Х5МУ, 15Х5ВФ, Х9М, 12Х8ВФ электродами аустенитного класса без термической обработки при производстве монтажных и ремонтных работ на открытых площадках нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

18.74. Технологией предусмотрена сварка трубопроводов диаметром до 550 мм с толщиной стенки до 30 мм.

18.75. Технологией предусмотрено выполнение сварочных работ при положительных и отрицательных температурах окружающего воздуха, но не ниже —30 °С с обязательным выполнением специальных технологических мероприятий, рекомендуемых настоящим документом.

18.76. Сварка трубопроводов по настоящей технологии для новых технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии должна быть согласована с автором проекта, ВНИИнефтемашем и ВНИКТИнефтехимоборудованием.

18.77. Концентрация хлористых солей в подготовленном сырье при эксплуатации соединений с аустенитными швами не должна превышать 10 мг/л, а дозировка щелочи (каустической соды в обессоленную нефть) — 30 г/т.

18.78. При сварочных работах в цехах монтажных и ремонтных организаций, а также при монтаже установок аустенитный вариант сварки не допускается для соединения трубных элементов, работающих:

на установках и блоках первичной переработки нефти:

на линиях головных погонов эвапоратора К-1, основной атмосферной колонны К-2 и стабилизационной колонны, включающих в себя трубопроводы от верха колонны до конденсаторов-холодильников, от последних до сепараторов, от сепараторов колонн К-1 и К-2 до стабилизационной колонны, а также трубопроводы острого орошения всех трех указанных колонн, дренажной воды и газов из сепараторов этих колонн;

на линиях подщелоченной обессоленной нефти от места ввода щелочи до эвапоратора К-1 при дозировке щелочных реагентов свыше 30 г/т и концентрации остаточных хлористых солей более 10 мг/л нефти;

на установках и блоках гидроочистки топлив и масел:

на линиях продуктов гидрогенизации от теплообменника и холодильника до сепаратора С-1 высокого давления и всех линиях сероводородсодержащих жидкостей и газов после этого

сепаратора, включающих трубопроводы нестабильного гидрогенизата, а также продуктов с верхней части стабилизационной (отпарной) колонны и десорбера, узла моноэтаноловой очистки газов, сероводородной воды, насыщенного сероводородом раствора моноэтаноламина, орошения стабилизационной колонны, газов и паров из сепараторов С-1, С-2, С-3 и др. с температурой продуктов ниже 260 °С.

18.79. Сварщики, впервые приступающие к сварке высоконикелевыми электродами (АНЖР-1, АНЖР-2 и др.), независимо от наличия удостоверений должны пройти дополнительное практическое обучение для приобретения навыков при сварке этими электродами и заварить контрольный стык, качество которого контролируют и результаты регистрируют в протоколе. Контрольные стыки сваривают также сварщики, имеющие перерыв в работе 2 мес.

18.80. Тип и марку электрода для облицовки кромок и сварки в зависимости от температуры эксплуатации и агрессивности среды выбирают по табл. 57 с учетом п. 18.83. При этом для сварки элементов трубопроводов установок каталитического риформинга с применением оксихлорирования металл стержня электродов должен содержать не менее 40% никеля.

18.81. Химический состав наплавленного металла и механические свойства шва и наплавленного металла, выполненного рекомендуемыми электродами, приведены в табл. 58.

18.82. Подготовка кромок под сварку выполняется механическим способом, а их форму выбирают по ГОСТ 16037—80 или по рис. 10.

18.83. Сборку элементов трубопроводов под сварку в зависимости от толщины стенки элемента и содержания никеля в наплавленном металле производят с предварительной наплавкой кромок или без нее.

Сборка и сварка стыков с толщиной стенки до 14 мм включительно электродами с содержанием никеля до 25% (ОЗЛ-6, АНЖР-3, ЭА-395/9 и им подобные) и с толщиной стенки до 20 мм включительно электродами с содержанием никеля 40% и более (АНЖР-2, АНЖР-1 и им подобные) производится без наплавки кромок.

В остальных случаях необходима наплавка кромок. При этом (см. табл. 57) кромки стыков толщиной до 26 мм можно наплавлять всеми рекомендованными электродами в зависимости от рабочих условий, а при большей толщине стыка наплавка производится электродами, содержащими не менее 40% никеля в стержне с учетом рабочих условий.

18.84. Кромки наплавляют одиночными кольцевыми валиками электродом диаметром не более 3 мм при токе 60—80 А с соблюдением последовательности от внутренней поверхности трубы к наружной.

Как исключение допускается наплавка электродами диамет-

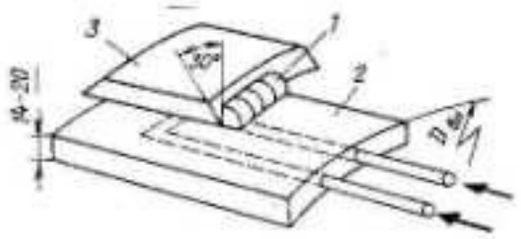


Рис. 13. Наложение корневого слоя с применением медной водоохлаждаемой пластины:
1 — корневой слой облицовки; *2* — медная пластина; *3* — труба

ром 4 мм на максимальной скорости без поперечных колебаний электрода при токе 90—110 А. Ширина валиков не должна превышать двух диаметров электрода. Наплавка производится не менее чем в два слоя. Толщина наплавленного слоя *в* (см. рис. 10) после зачистки поверхности наплавки должна составлять (6±0,5) мм и (7±0,5) мм при сварке стыка электродами 3 и 4 мм соответственно.

18.85. Корневой слой необходимо наплавлять без оплавления острой кромки разделки у внутренней поверхности трубы и связанного с этим недопустимого повышения доли основного металла в металле шва, для чего кромку следует притупить шлифовальным кругом до 2 мм. Наплавы шва внутрь трубы не должны превышать 1 мм. Наплавы большей величины удаляют шлифовальной машинкой. Если обычные приемы сварки не позволяют получить корневой слой, отвечающий этим требованиям, то рекомендуется корневые слои наплавлять с применением медного водоохлаждаемого ползуна, отформованного по внутреннему диаметру трубы и перемещаемого по мере наложения корневого слоя (рис. 13). Допускается применение медных колец без водяного охлаждения с толщиной стенки не менее 14—20 мм.

18.86. Прихватку при сборке стыков с наплавленными или ненаплавленными кромками, наплавку кромок, а также сварку стыка можно производить в зависимости от температурных условий и марки электродов без предварительного подогрева или с подогревом в соответствии с табл. 59. При необходимости подогрева прихватку и сварку необходимо выполнять непосредственно после подогрева без охлаждения стыка ниже рекомендованной температуры.

18.87. Прихватку и сварку стыков с кромками, облицованными электродами с содержанием 25% никеля и более, производят этими же электродами, а при меньшем содержании никеля любыми аустенитными электродами, предусмотренными табл. 59.

18.88. Прихватку стыков и корень шва выполняют электродами диаметром 3 мм, оставшуюся часть разделки можно заварить электродами диаметром 4 мм.

18.89. Сварку следует выполнять при постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде) короткой дугой. Режим сварки выбирают по табл. 60. Рекомендуемое примерное число проходов многослойного шва в зависимости от толщины

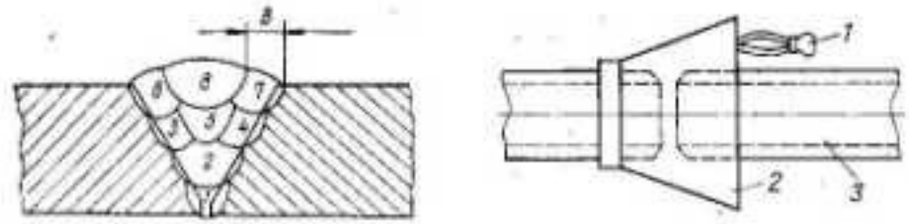


Рис. 14. Последовательность наложения швов

Рис. 15. Схема нагрева стыка газовой горелкой:
1 — наконечник горелки; *2* — асбестовая или стальная воронка; *3* — свариваемый стык

стенки трубного элемента и диаметра электрода приведено в табл. 61.

18.90. При выполнении всех проходов шва, особенно первого, необходимо следить за полным проваром кромок. Поверхность корневого шва с внутренней стороны стыка должна быть ровной с небольшим усилением и плавным переходом к металлу свариваемых частей. Заканчивать сварку прохода необходимо с заходом на начало шва (на 5—10 мм) и задержкой на одном месте перед обрывом дуги.

18.91. При сварке стыков, собранных на прихватках, особое внимание следует уделять выполнению корневого шва.

Корневой шов выполняют следующим образом:

заваривают в диаметрально противоположных частях стыка участки шва, свободные от прихваток;

выбирают наждачным кругом оставшиеся прихватки до толщины 0,5—1 мм;

заваривают оставшуюся часть корневого шва.

18.92. Для обеспечения отжигающего воздействия швов на структуру зоны термического влияния, исключения мартенситной структуры, повышения работоспособности порядок наложения швов при сварке электродами с содержанием никеля 13% без облицовки и с облицовкой кромок необходимо соблюдать в соответствии с рис. 14. Слои шва на кромках трубы необходимо накладывать на максимальных скоростях без колебаний электрода. Величина «*B*» при диаметре электрода 3 мм должна составлять (6±0,5) мм, при диаметре 4 мм (7±0,5) мм.

18.93. Концы труб перед сваркой рекомендуется закрыть для предотвращения образования тяги воздуха.

18.94. Для обеспечения необходимого качества сварных соединений, особенно в тех случаях, когда требуется подогрев, рекомендуется тщательно соблюдать непрерывность термического цикла выполнения операций, включающего предварительный и сопутствующий подогрев, прихватку при сборке, сварку корневого шва, многопроходную сварку при заполнении разделки и охлаждение стыка. При вынужденных перерывах в работе необходимо обеспечить медленное и равномерное охлаждение сварного стыка под слоем теплоизоляции. При этом

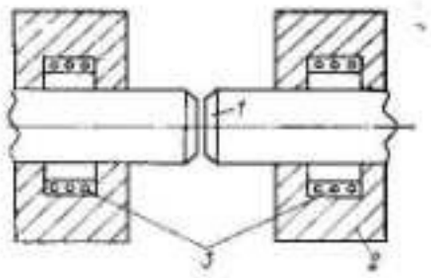


Рис. 16. Схема двухстороннего подогрева стыка:
1 — стык труб; *2* — теплоизоляция; *3* — нагреватель

любые статические и особенно ударные нагрузки в зоне стыка недопустимы. Перед возобновлением сварки стык необходимо снова нагреть, если это предусмотрено п. 18.86 или табл. 59.

18.95. Подогрев перед наплавкой и сваркой производят любыми средствами, обеспечивающими равномерный прогрев до требуемой температуры всей толщины трубы в зоне стыка шириной, равной трем-четырем толщинам стенки, но не менее 50 мм в каждую сторону от стыка. Односопловые газовые горелки допускается применять только на элементах трубопроводов условным проходом не более 100 мм. При этом рекомендуются асбестовые или стальные воронки (рис. 15), позволяющие более равномерно вводить тепло в металл.

18.96. Предварительный и сопутствующий подогрев при отрицательных температурах окружающего воздуха, ввиду большой скорости охлаждения, следует выполнять устройствами электронагрева с регулируемой температурой: индукционными нагревателями (токами промышленной и высокой частоты), разъемными муфельными печами, пальцевыми нагревателями и т. д.

Подогрев в этих условиях необходимо производить с обеих сторон стыка, что позволяет получить оптимальную схему распределения температуры (рис. 16). При этом расстояние от стыка до нагревателя должно быть 50—100 мм.

18.97. При сварке в условиях отрицательной температуры окружающего воздуха температура стыка не должна быть меньше нижнего предела температуры подогрева.

18.98. Температуру подогрева необходимо контролировать с помощью термокарандашей, термощупа, термопары с потенциометром или другими нерегистрирующими и регистрирующими средствами контроля в соответствии с действующими инструкциями.

18.99. На сварные стыки, которые требуется подогревать перед сваркой с последующей термообработкой, должны быть установлены нагреватели и теплоизоляция в соответствии с инструкциями или документацией на термообработку. В случае подогрева стыка при сварке без последующей термообработки наружная поверхность трубы, примыкающая к стыку, длиной не менее четырех диаметров при D_y не более 250 мм и длиной не менее 1 мм при D_y более 250 мм на каждую сторону перед

прихваткой покрывается плотным слоем теплоизоляции. При температуре окружающего воздуха выше +5 °С толщина изоляции должна быть 10—12 мм (листовой или шнуровой асбест), при более низкой температуре — 80—100 мм. При этом оголенная часть трубопровода в зоне сварного стыка при сварке не должна превышать 170—200 мм. По окончании сварки, а также при случайных перерывах процесса оголенную часть трубопровода со стыком необходимо закрыть плотным слоем теплоизоляции, толщина которой указана выше.

Термообработка

18.100. Термообработку производят в соответствии с проектом, техническими условиями на оборудование или на основании опыта эксплуатации для исключения закалочных структур сварного соединения, придания ему необходимых физико-механических свойств, снижения остаточных сварочных напряжений, обеспечения необходимых коррозионных свойств.

18.101. Термообработку сварных стыков труб из сталей 15Х5М, 1Х2М1 выполняют сразу после сварки, не допуская охлаждения стыка до температуры ниже 300 °С. Стыки труб из сталей 12ХМ, 15ХМ, 12ХМФ, 12Х1МФ допускается подвергать термообработке с перерывом не более 8 ч по окончании сварки. До термообработки такие стыки запрещается подвергать нагрузкам, проводить с ними какие-либо работы, кантовать, транспортировать.

18.102. Режим термической обработки сварных соединений выбирают по табл. 62.

18.103. Сварные стыки при термообработке в условиях монтажа и ремонта трубопроводов можно нагревать любым способом, обеспечивающим соблюдение рекомендованного режима нагрева, выдержки при заданной температуре и охлаждения. Основной способ нагрева под термообработку трубопроводов — электронагрев индукционным способом токами промышленной (50 Гц) и повышенной частоты, нагревателями активного сопротивления.

В условиях ремонта сварные стыки рационально нагревать гибкими нагревателями активного сопротивления.

Можно применять также другие способы нагрева и конструкции нагревателей, используемые при монтаже трубопроводов организациями Минмонтажспецстроя (например в соответствии с ОСТ 36-50—81).

При отрицательной температуре окружающего воздуха термообработку необходимо производить только электронагревателями.

18.104. Ширина термообрабатываемой зоны со сварным швом посередине должна быть не менее пяти толщин более толстой из свариваемых труб.

18.105. При вынужденном прекращении термообработки (прекращение электропитания, повреждение нагревательного устройства и т. д.) термообрабатываемый участок должен быть охлажден в соответствии с требованиями табл. 62, при этом до окончания термообработки не допускается со стыком производить какие-либо работы.

18.106. При вынужденных перерывах в процессе термообработки под длительностью выдержки понимают суммарное время нахождения стыка при температуре термообработки.

18.107. Если после термообработки твердость металла шва превышает допустимую (табл. 68), производится повторный отпуск сварного соединения, но не более трех раз.

Дополнительные требования к сварке и контролю лепестковых переходов

18.108. Электроды для сварки переходов выбирают согласно требованиям табл. 44.

Применение аустенитных электродов для переходов из сталей 12Х1МФ, 15ХМ, 15Х5М, 12Х8МФЗ не допускается.

18.109. Сварка продольных швов переходов должна быть двухсторонней с обязательной зачисткой корня шва перед сваркой с обратной стороны. Односторонняя сварка не допускается. Технология сварки должна соответствовать требованиям настоящего параграфа.

18.110. После сварки, независимо от марки стали переход должен быть подвергнут высокотемпературному отпуску (режимы термообработки приведены в табл. 62), после чего сварные соединения подлежат обязательному 100%-ному контролю внутренних дефектов неразрушающими методами.

Контроль качества сварных соединений

18.111. При пооперационном контроле качества сварки трубопроводов проверяют:

качество и состояние труб и сварочных материалов на соответствие требованиям государственных стандартов и технических условий изготовления и поставки труб и электродов для данного объекта;

качество подготовки кромок под сварку и качество сборки (угол скоса, совпадение кромок, зазор в стыке перед сваркой, правильность центровки труб, расположение и число прихваток, отсутствие трещин в прихватках);

качество и технологию сварки: сварочного режима, порядка наложения швов, качества послойной зачистки шлака;

качество сварных соединений.

18.112. Пооперационный контроль должен проводиться инженерно-техническим работником, ответственным за сварку, или под его наблюдением.

18.113. Сварные швы после сварки и термообработки (там, где требуется) подвергают контролю, вид и объем которого указаны в табл. 63, 64.

18.114. Внешнему осмотру подлежат все сварные стыки для выявления следующих дефектов:

трещин, выходящих на поверхность шва или основного металла в зоне сварки;

наплывов и подрезов в зоне перехода от основного металла к наплавленному;

прожогов, кратеров, грубой чешуйчатости;

неравномерности усиления сварного шва по ширине и высоте, а также его отклонения от оси (перекосов).

18.115. Внешний вид сварных швов должен удовлетворять следующим требованиям:

форма и размеры шва должны соответствовать ГОСТ 16037—80;

поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой; ноздреватость, пористость, грубая чешуйчатость, подрезы глубиной более 0,5 мм не допускаются;

переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным;

на швах не должно быть кратеров.

18.116. Большие наплавы в местах перехода от шва к основному металлу исправляют местной подрубкой и зачисткой наждачным кругом до получения плавного перехода от шва к основному металлу.

Участки местной ноздреватости и пористости швов удаляют и заваривают.

18.117. Качество сварных соединений неразрушающими методами контролируют в соответствии с действующими отраслевыми инструкциями или другими инструкциями, разработанными специализированными организациями, согласованными с головной организацией отрасли по неразрушающему контролю. Действующие инструкции по неразрушающему контролю приведены в перечне нормативных документов настоящего РД.

18.118. Контролю подвергают стыки труб по всему периметру (наихудшие по результатам внешнего осмотра), число которых предусмотрено техническими условиями на объект или в соответствии с табл. 64.

18.119. При радиографическом контроле следует обеспечить чувствительность (по ГОСТ 7512—82) для трубопроводов категорий I и II — класс 2, для трубопроводов категорий III, IV и V— класс 3.

18.120. Качество сварных соединений трубопроводов по результатам радиографического контроля следует оценивать по балльной системе. Сварные соединения должны быть забракованы, если суммарный балл, полученный сложением наибольших баллов, установленных при раздельной оценке качества

соединений по плоскостным и объемным дефектам из табл. 65 и 66, равен следующим значениям или превышает их:

Категория трубопровода .	I	II	III	IV	V
Суммарный балл	3	3	5	6	6

Сварные соединения, получившие указанный или больший балл, необходимо исправить, после чего подвергнуть дополнительному контролю удвоенное от первоначального объема контроля число стыков, выполненных сварщиком, допустившим брак.

Сварные соединения трубопроводов категорий III и IV, оцененные соответственно суммарным баллом 4 и 5, исправлению не подлежит, но дополнительному контролю подвергают удвоенное число стыков, выполненных сварщиком, допустившим брак.

Если при дополнительном контроле будет забракован хотя бы один стык (а для трубопроводов категорий III и IV оценен соответственно суммарным баллом 4 и 5), контролируют все стыки, выполненные данным сварщиком. Если при этом будет забракован хотя бы один стык, сварщика отстраняют от сварочных работ на трубопроводах.

18.121. Контроль и оценку качества сварных соединений по результатам ультразвукового метода контроля проводят по отраслевой инструкции РДИ 38.18.002—83.

При неудовлетворительных результатах контроля этим методом хотя бы одного стыка контролируют удвоенное число стыков, выполненных данным сварщиком. При неудовлетворительных результатах повторного контроля производят контроль всего числа стыков.

Сварщика, допустившего брак, отстраняют от сварочных работ до повторной проверки знаний по «Правилам аттестации сварщиков».

18.122. Если по внешнему виду и результатам контроля неразрушающими методами швы контрольных стыков, заваренных при испытании сварщика, признаны удовлетворительными, то из стыков вырезают образцы для механических испытаний.

Заготовки образцов следует вырезать механическим способом вдоль образующей стыка с припуском на окончательную обработку в соответствии с ГОСТ 6996—66.

18.123. Контроль механических свойств осуществляют согласно требованиям ГОСТ 6996—66. Он проводится при следующих видах испытаний: на загиб или сплющивание; на растяжение; на ударную вязкость (при толщине стенки трубы не менее 12 мм); при определении твердости.

18.124. Форма и размеры образцов для механических испытаний сварных соединений должны соответствовать действующим стандартам:

на растяжение — два образца типа XII или XIII по ГОСТ 6996—66;

на ударную вязкость — три образца типа VI по ГОСТ 6996—66;

на загиб — два образца типа XXVII или XXVIII по ГОСТ 6996—66.

Примечание. Допускается проводить испытания образцов на растяжение и загиб с кривизной, соответствующей диаметру трубы (без распрямления).

18.125. Испытание образцов на загиб для труб условным проходом до 60 мм заменяют испытанием на сплющивание согласно ГОСТ 6996—66 (на трех образцах типа XXIX).

18.126. Испытание на растяжение образцов труб диаметром до 60 мм заменяют испытанием на растяжение целых кольцевых стыков типа XVIII согласно ГОСТ 6996—66.

18.127. Результаты механических испытаний должны удовлетворять следующим требованиям:

предел прочности при испытании на растяжение должен быть не меньше нижнего предела прочности для стали данной марки по стандартам на эту сталь независимо от места разрушения образца (по основному металлу или шву);

при испытании стыков труб на сплющивание (до получения просвета трубы, равного двойной толщине стенки) не должно быть трещин и надрывов, видимых невооруженным глазом на растянутой поверхности;

результаты испытаний образцов на твердость, загиб и ударную вязкость должны удовлетворять требованиям табл. 67, 68;

механические свойства сварных соединений из разнородных сталей должны удовлетворять требованиям табл. 69.

18.128. Макро- и микроструктуру сварных соединений проверяют, когда это предусмотрено требованиями проекта или технических условий.

18.129. При проверке макроструктуры на поперечных шлифах, протравленных в 10—15%-ном водном растворе азотной кислоты для перлитных сталей и в смеси трех объемов соляной кислоты и одного объема азотной кислоты — для аустенитных и ферритных сталей, в швах не должно быть трещин, недопустимых пор и шлаковых включений. Допускается травление другими реактивами, обеспечивающими необходимое качество шлифа.

Высота валиков шва при сварке перлитных сталей не должна превышать 5 мм, при сварке аустенитных сталей — 4 мм.

При контроле микроструктура сварных соединений перлитных сталей не должна содержать структуру закалки игольчатого строения.

На аустенитных сталях в структуре швов и околошовных зон не должно быть плотных карбидных выделений по границам зерен. Структура шва должна состоять из зерен аустени-

та с содержанием ферритной фазы, не превышающей установленного техническими условиями на электроды и изделия.

В сварных соединениях всех типов не должно быть микротрещин.

18.130. При контроле плотности с применением сжатого воздуха проверка может быть проведена течеискателем или обмыливанием.

18.131. Электроды, дающие наплавленный металл аустенитного типа, должны проходить проверку на количество ферритной фазы в наплавке. Наплавку производят при режимах, рекомендованных для электродов данного типа и диаметра, на пластину или трубу из соответствующей аустенитной нержавеющей стали.

Наплавленных слоев должно быть не менее пяти.

Содержание ферритной фазы определяют по слою последней наплавки ферритометром либо металлографически на микрошлифах после травления на ферритную структуру.

Содержание ферритной фазы должно соответствовать требованиям государственных стандартов и технических условий на электроды испытываемой марки.

18.132. Испытание на межкристаллитную коррозию (МКК) и ее оценку проводят согласно ГОСТ 6032—75 только для высоколегированных, кислотостойких сталей в случае, если это требуется проектом.

Наличие МКК для трубопроводов всех категорий недопустимо.

18.133. Термообработку образцов перед испытаниями на МКК применяют в следующих случаях:

когда предусматривается проектом провоцирующая термическая обработка перед испытаниями;

использования технологического нагрева (кроме сварки) при изготовлении конструкций; сварные образцы проходят такой же нагрев совместно с изделием.

Исправление дефектов

18.134. Все забракованные участки швов, выявленные в результате контроля, должны быть удалены и исправлены. Исправлять дефекты подчеканкой запрещается.

18.135. Дефектные участки сварного шва исправляют местной выборкой и последующей подваркой (без повторной сварки всего соединения), если размеры выборки после удаления дефектного участка шва не превышают следующих значений:

Глубина выборки, %, от номинальной толщины стенки труб	До 25	Свыше 25 до 50	Свыше 50
Суммарная протяженность, %, к номинальному наружному периметру сварного соединения . .	Не нормируется	До 50	До 25

Сварное соединение, в котором для исправления дефектного участка требуется произвести выборку размерами более указанного, должно быть полностью удалено, а на его место с целью исключения натяга вварена «катушка».

18.136. В стыках, забракованных по результатам радиографического метода контроля, исправлению подлежат участки шва, оцененные наибольшим баллом. Если стык забракован по сумме одинаковых баллов для объемных и плоскостных дефектов, исправляют участки с плоскостными дефектами.

18.137. Одно и то же место стыка допускается исправлять не более одного раза.

18.138. Заварку дефектного участка выполняют тем же способом, какой использовался при сварке с применением тех же присадочных материалов.

18.139. Стыки, подвергавшиеся исправлению, должны быть проверены неразрушающими методами в полном объеме для данной категории трубопроводов.

18.140. Сведения об исправлении и повторном контроле стыков должны быть внесены в производственную документацию.

19. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

19.1. На технологические трубопроводы ведется следующая техническая документация.

1. Перечень ответственных технологических трубопроводов по установке (см. приложение 5).

2. Паспорт трубопровода (см. приложение 1). К нему прилагают:

схему трубопровода с указанием условного прохода, исходной и отбраковочной толщины элементов трубопровода, мест установки арматуры, фланцев, заглушек и других деталей, установленных на трубопроводе, места спускных, продувочных и дренажных устройств, сварных стыков, контрольных засверловок и их нумерацию;

акты ревизии и отбраковки трубопроводов (см. приложение 3);

удостоверения о качестве ремонтов трубопроводов (первичные документы, подтверждающие качество примененных при ремонте материалов и качество сварных стыков хранятся в организации, выполнившей работу и предъявляются для проверки по требованию службы технического надзора;

документацию по контролю и наблюдению за металлом горячих трубопроводов (см. п. 13.18 п. 6), предусмотренную действующими «Правилами» или проектом;

документацию, предусмотренную «Техническими указаниями — регламентом по эксплуатации оборудования установок каталитического риформинга и гидроочистки, работающего в водородосодержащих средах» (утверждены в 1983 г.).

3. Акт периодического наружного осмотра трубопровода.
4. Акт испытания технологических трубопроводов на прочность и плотность (см. приложение 6).
5. Акт на ремонт и испытание арматуры (см. приложение 4).
6. Эксплуатационный журнал трубопроводов (ведется для трубопроводов, на которые не составляют паспорт, см. примечание к п. 13.2).
7. Журнал установки — снятия заглушек (см. приложение 7).
8. Документация на предохранительные клапаны в соответствии с РУПК—78.
9. Результаты проверки знаний сварщиков (см. приложение 8).
10. Журнал термической обработки сварных соединений трубопровода (см. приложение 9).
11. Заключение о качестве сварных стыков.

19.2. Место хранения технической документации определяется заводской инструкцией в зависимости от структуры предприятия.

19.3. Формы технической документации являются рекомендуемыми. В зависимости от структуры и состава предприятия допускается вносить изменения при условии сохранения основного содержания.

Таблица 1. Условные и соответствующие им рабочие (избыточные) давления для элементов технологических трубопроводов, МПа (кгс/см²), в зависимости от рабочей температуры среды

Сталь	Обозначение	Марка	ГОСТ	Наибольшая температура среды, К (°С)					
Углеродистая	С	Ст 3	380—71	473 (200)	523 (250)	573 (300)	623 (350)	673 (400)	698 (425)
		10, 20, 25	1050—74						
		20Л, 25Л	977—75						
Марганцовистая и кремнемарганцовистая	Г	15ГС*, 16ГС, 17ГС, 20ГСЛ*, 17Г1С, 09Г2С, 10Г2С1	19282—73	473 (200)	523 (250)	573 (300)	623 (350)	673 (400)	698 (425)
Хромомолибденовая	МХ	12МХ	20072—74	473 (200)	593 (320)	723 (450)	763 (490)	773 (500)	783 (510)
Хромомолибденовая	ХМ*	15ХМ, 20ХМЛ*	4543—71	473 (200)	593 (320)	723 (450)	763 (490)	773 (500)	783 (510)
Хромомолибденованадиевая	ХМФ	12Х1МФ, 20ХМФЛ*, 15Х1М1Ф*, 15М1ФЛ*	20072—74	473 (200)	593 (320)	723 (450)	—	783 (510)	793 (520)

Продолжение табл. 1

Сталь	Обозначение	Марка	ГОСТ	Наибольшая температура среды, К (°С)					
Хромотитановая	Х5Т	20Х5ТЛ	2176—77	473 (200)	598 (325)	663 (390)	698 (425)		
Хромомолибденовая и хромовольфрамовая	Х5	15Х5М, Х5МЛ*, Х5ВЛ*	20072—74	473 (200)	598 (325)	663 (390)	703 (430)	723 (450)	743 (470)
Хромовольфрамовая	Х8	Х8ВЛ*		473 (200)	598 (325)	663 (390)	703 (430)	723 (450)	743 (470)
Хромомолибденовольфрамовая	ХФ	20Х3МВФ	20072—74	473 (200)	623 (350)	713 (440)	748 (475)	783 (510)	
Хромоникелевая	ХН	08Х18Н10Т,	5632—72	473 (200)	673 (400)	673 (400)	753 (480)	793 (520)	833 (560)
		08Х22Н6Т,							
		12Х18Н10Т,							
		12Х18Н12Т,							
		45Х14Н14В2М,							
		10Х18Н9ТЛ,	2176—77						
		Х16Н9М2*							

P_y	$P_{пр}$	$P_{раб}$ при наибольшей температуре среды					
0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,10 (1,0)	0,09 (0,9)	0,08 (0,8)	0,07 (0,7)	0,06 (0,6)	0,05 (0,5)
0,16 (1,6)	0,30 (3,0)	0,16 (1,6)	0,15 (1,5)	0,12 (1,2)	0,11 (1,1)	0,09 (0,9)	0,08 (0,8)
0,25 (2,5)	0,40 (4,0)	0,25 (2,5)	0,23 (2,3)	0,19 (1,9)	0,17 (1,7)	0,15 (1,5)	0,13 (1,3)
0,40 (4,0)	0,60 (6,0)	0,40 (4,0)	0,35 (3,5)	0,30 (3,0)	0,26 (2,6)	0,23 (2,3)	0,20 (2,0)
0,63 (6,3)	0,90 (9,0)	0,60 (6,0)	0,54 (5,4)	0,48 (4,8)	0,40 (4,0)	0,37 (3,7)	0,32 (3,2)
1,00 (10,0)	1,50 (15,0)	1,00 (10,0)	0,90 (9,0)	0,75 (7,5)	0,66 (6,6)	0,58 (5,8)	0,50 (5,0)
1,60 (16,0)	2,40 (24,0)	1,60 (16,0)	1,40 (14,0)	1,30 (13,0)	1,10 (11,0)	0,9 (9,0)	0,80 (8,0)
2,50 (25,0)	3,80 (38,0)	2,50 (25,0)	2,30 (23,0)	1,90 (19,0)	1,70 (17,0)	1,50 (15,0)	1,30 (3,0)
4,00 (40,0)	6,00 (60,0)	4,00 (40,0)	3,50 (35,0)	3,0 (30,0)	2,60 (26,0)	2,30 (23,0)	2,00 (20,0)
6,30 (63,0)	9,50 (95,0)	6,30 (63,0)	5,40 (54,0)	4,80 (48,0)	4,00 (40,0)	3,70 (37,0)	3,20 (32,0)
10,00 (100,0)	15,0 (150,0)	10,00(100,0)	9,00 (90,0)	7,50 (75,0)	6,60 (66,0)	5,80 (58,0)	5,00 (50,0)

Сталь	Марка	Наибольшая температура среды, К (°С)							
Углеродистая	Ст 3 10, 20, 25 20Л, 25Л	708 (435)	718 (445)	728 (455)	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 1

Сталь	Марка	Наибольшая температура среды, К (°С)							
Марганцовистая и кремнемарганцовистая	15ГС*, 16ГС, 17ГС, 20ГСЛ*, 17Г1С, 09Г2С, 10Г2С1	708 (435)	718 (445)	728 (455)	—	—	—	—	—
Хромомолибденовая	12МХ	788 (515)	793 (520)	803 (530)	—	—	—	—	—
Хромомолибденовая	15ХМ, 20ХМЛ*	788 (515)	798 (525)	—	808 (535)	—	818 (545)	—	—
Хромомолибденованадиевая	12Х1МФ, 20ХМФЛ*, 15Х1М1Ф*, 15Х1М1ФЛ*	803 (530)	813 (540)	823 (550)	833 (560)	843 (570)	—	—	—
Хромотитановая	20Х5ТЛ	—	—	—	—	—	—	—	—
Хромомолибденовая и хромовольфрамовая	15Х5М, Х5МЛ*, Х5ВЛ*	763 (490)	773 (500)	783 (510)	793 (520)	803 (530)	813 (540)	823 (550)	—
Хромовольфрамовая	Х8ВЛ*	763 (490)	773 (500)	788 (515)	798 (525)	813 (540)	823 (550)	838 (565)	848 (575)
Хромомолибденовольфрамовая	20Х3МВФ	—	—	—	—	—	—	—	—
Хромоникелевая	08Х18Н10Т, 08Х22Н6Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 45Х14Н14В2М, 10Х18Н9ТЛ, Х16Н9М2*	863 (590)	883 (610)	903 (630)	913 (640)	933 (660)	948 (675)	963 (690)	973 (700)

P_y	P_{up}	$P_{раб}$ при наибольшей температуре среды							
0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,05 (0,5)	0,04 (0,4)	—	—	—	—	—	—
0,16 (1,6)	0,30 (3,0)	0,08 (0,8)	0,06 (0,6)	—	—	—	—	—	—
0,25 (2,5)	0,40 (4,0)	0,11 (1,1)	0,10 (1,0)	0,09 (0,9)	0,08 (0,8)	0,07 (0,7)	0,06 (0,6)	0,06 (0,6)	0,05 (0,5)
0,40 (4,0)	0,60 (6,0)	0,18 (1,8)	0,16 (1,6)	0,14 (1,4)	0,13 (1,3)	0,12 (1,2)	0,10 (1,0)	0,09 (0,9)	0,08 (0,8)
0,63 (6,3)	0,90 (9,0)	0,28 (2,8)	0,25 (2,5)	0,23 (2,3)	0,21 (2,1)	0,19 (1,9)	0,17 (1,7)	0,15 (1,5)	0,13 (1,3)
1,00 (10,0)	1,50 (15,0)	0,45 (4,5)	0,42 (4,2)	0,36 (3,6)	0,33 (3,3)	0,30 (3,0)	0,27 (2,7)	0,23 (2,3)	0,20 (2,0)
1,60 (16,0)	2,40 (24,0)	0,70 (7,0)	0,62 (6,2)	0,57 (5,7)	0,52 (5,2)	0,50 (5,0)	0,43 (4,3)	0,37 (3,7)	0,32 (3,2)
2,50 (25,0)	3,80 (38,0)	1,10(11,0)	1,00 (10,0)	0,90 (9,0)	0,82 (8,2)	0,74 (7,4)	0,64 (6,4)	0,60 (6,0)	0,50 (5,0)
4,00 (40,0)	6,00 (60,0)	1,80(18,0)	1,60 (16,0)	1,40 (14,0)	1,30 (13,0)	1,20 (12,0)	1,04 (10,4)	0,90 (9,0)	0,80 (8,0)
6,30 (63,0)	9,50 (95,0)	2,80(28,0)	2,50 (25,0)	2,30 (23,0)	2,10 (21,0)	1,90 (19,0)	1,70 (17,0)	1,50 (15,0)	1,30 (13,0)
10,00(100,0)	15,0 (150,0)	4,50(45,0)	4,20 (42,0)	3,60 (36,0)	3,30 (33,0)	3,00 (30,0)	2,70 (27,0)	2,30 (23,0)	2,00 (20,0)

Примечания: 1. Марки стали со знаком * следует принимать по нормативно-технической документации.

2. Допускается применять стали других марок с механическими свойствами и характеристиками прочности, обеспечивающими эксплуатацию арматуры и деталей трубопровода в пределах давлений и температур, указанных в таблице.

3. Первая ступень рабочего давления распространяется на температуру среды не ниже 253 К (—20 °С) для сталей марок Ст 3, 10, 20, 25; не ниже 243 К (—30 °С) — для бесшовных труб марок 10 и 20; не ниже 233 К (—40 °С) — для сталей марок 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 20Л, 25Л и 20ГСЛ; не ниже 203 К (—70 °С) — для сталей марок 09Г2С и 10Г2С1.

Таблица 2. Условные и соответствующие им рабочие (избыточные) давления для арматуры и соединительных частей из чугуна, МПа (кгс/см²), в зависимости от температуры среды*

Чугун	Марка	$P_{раб}$ при наибольшей температуре среды, °С**									
		200	250	300	—	400	200	250	300	350	—
Серый	СЧ 18—36 и СЧ 21—40 (ГОСТ 1412—79)	120									
Ковкий	КЧ 30—6 (ГОСТ 1215—79)	120									
P_y	$P_{пр}$	$P_{раб}$									
0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,10 (1,0)	0,10 (1,0)	0,10 (1,0)	0,08 (0,8)	0,07 (0,7)	0,10 (1,0)	0,10 (1,0)	0,10 (1,0)	0,08 (0,8)	0,07 (0,7)
0,16 (1,6)	0,25 (2,5)	0,15 (1,5)	0,13 (1,3)	0,13 (1,3)	0,12 (1,2)	0,11 (1,1)	0,16 (1,6)	0,13 (1,3)	0,13 (1,3)	0,12 (1,2)	0,11 (1,1)
0,25 (2,5)	0,40 (4,0)	0,23 (2,3)	0,20 (2,0)	0,20 (2,0)	0,19 (1,9)	0,16 (1,6)	0,25 (2,5)	0,20 (2,0)	0,20 (2,0)	0,19 (1,9)	0,16 (1,6)
0,40 (4,0)	0,60 (6,0)	0,36 (3,6)	0,34 (3,4)	0,32 (3,2)	0,30 (3,0)	0,28 (2,8)	0,40 (4,0)	0,32 (3,2)	0,32 (3,2)	0,30 (3,0)	0,28 (2,8)
0,63 (6,3)	0,90 (9,0)	0,60 (6,0)	0,50 (5,0)	0,50 (5,0)	0,46 (4,6)	0,43 (4,3)	0,63 (6,3)	0,50 (5,0)	0,50 (5,0)	0,46 (4,6)	0,43 (4,3)
1,0 (10,0)	1,50 (15,0)	0,90 (9,0)	0,80 (8,0)	0,80 (8,0)	0,75 (7,5)	0,70 (7,0)	1,00 (10,0)	0,80 (8,0)	0,80 (8,0)	0,75 (7,5)	0,70 (7,0)
1,60 (16,0)	2,40 (24,0)	1,50 (15,0)	1,40 (14)	1,30 (13)	1,20 (12)	1,00 (10)	1,60 (16,0)	1,40 (14)	1,30 (13)	1,20 (12)	1,00 (10)
2,50 (25,0)***	3,80 (38,0)	2,30 (23,0)	2,10 (21)	2,00 (20)	1,80 (18)	1,60 (16)	2,50 (25,0)***	2,10 (21)	2,00 (20)	1,80 (18)	1,60 (16)
4,00 (40,00)***	6,00 (60,0)	3,60 (36,0)	3,40 (34)	3,20 (32)	3,00 (30)	2,80 (28)	4,00 (40,00)***	3,40 (34)	3,20 (32)	3,00 (30)	2,80 (28)

* Извлечение из ГОСТ 356—80.

** Первая ступень рабочего давления распространяется на отрицательные температуры среды не ниже —30 °С.

*** Условные давления 2,5 и 4,0 МПа можно применять только для арматуры и соединительных частей из ковкого чугуна.

Таблица 3. Условные и рабочие (избыточные) давления для арматуры и соединительных частей из бронзы** и латуни***, МПа (кгс/см²)*

P_y	$P_{пр}$	$P_{раб}$ при наибольшей температуре среды, °С		
		120****	200	250
0,10 (1,0)	0,20 (2,0)	0,10 (1,0)	0,10 (1,0)	0,07 (0,7)
0,16 (1,6)	0,25 (2,5)	0,16 (1,6)	0,13 (1,3)	0,11 (1,1)
0,25 (2,5)	0,40 (4,0)	0,25 (2,5)	0,20 (2,0)	0,17 (1,7)
0,40 (4,0)	0,60 (6,0)	0,40 (4,0)	0,32 (3,2)	0,27 (2,7)
0,63 (6,3)	0,90 (9,0)	0,63 (6,3)	0,50 (5,0)	0,45 (4,5)
1,00 (10,0)	1,50 (15,0)	1,00 (10,0)	0,80 (8,0)	0,70 (7,0)
1,60 (16,0)	2,40 (24,0)	1,60 (16,0)	1,30 (13,0)	1,10 (11,0)
2,50 (25,0)	3,80 (38,0)	2,50 (25,0)	2,00 (20,0)	1,70 (17,0)
4,00 (40,0)	6,00 (60,0)	4,00 (40,0)	3,20 (32,0)	2,70 (27,0)
6,30 (63,0)	9,50 (95,0)	6,30 (63,0)	—	—
10,00(100,0)	15,00(150,0)	10,00(100,0)	—	—

* Извлечение из ГОСТ 356—80.

** По ГОСТ 613—79 и ГОСТ 18175—78.

*** По ГОСТ 17711—72 и ГОСТ 15527—70.

**** Первая ступень рабочего давления распространяется на отрицательные температуры среды не ниже —30 °С.

Примечание. Для бронз, у которых кривая изменения расчетной прочностной характеристики при температуре до 250 °С аналогична кривой для углеродистой стали, допускается применять давления, указанные в табл. 1 для углеродистой стали, при температуре среды до 250 °С.

Таблица 4. Классификация

Среда		Категории					
		I		II		III	
Группа	Наименование	$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$
А	Вещества с токсичным действием:						
	а) чрезвычайно и высокоопасные вещества классов I и II (ГОСТ 12.1.007—76) — бензол диметиламин, дихлорэтан, кислоты концентрированные (серная, соляная, азотная, плавиковая), изобутиленхлорид, метилхлорид, метилмеркаптан, пиридин, оксид этилена, оксид пропилена, сероводород, сероуглерод, соли синильной кислоты, тетраэтилсвинец, тетрахлорид углерода, фенол, трихлорид фосфора, пентахлорид фосфора, фторид водорода, хлор, хлорфенол, диоксид хлора, хлоропрен, ВОТ (высокотемпературные органические теплоносители), — дитолилметан, дифенильная смесь, дикумилметан	Независимо	—	—	—	—	—
	б) умеренно опасные вещества III класса (ГОСТ 12.1.007—76) — аммиак жидкий и газообразный, ацетальдегид, бутиловый эфир акриловой кислоты, винилацетат, диметилэтаноламин, диэтилбензол, капролактам, кислота акриловая, уксусная, ксилол, метиленхлорид, полипропилен, полиэтилен, спирт метиловый, толуол, трихлорбензол, хлорбензол, оксид цинка, фурфурол, растворы едких щелочей с содержанием основного вещества более 10%	Свыше 1,6 (16)	От + 300 до +700 и ниже —40	Вакуум от 0,08 (0,8) до 1,6 (16)	От —40 до +300	—	—
		Вакуум ниже 0,08 (08)	Независимо	—	—	—	—
	в) фреон	Выше 1,6 (16)	Независимо	До 1,6 (16)	Независимо	—	—
Б	Взрыво- и пожароопасные вещества по ГОСТ 12.1.004—76:						

технологических трубопроводов

трубопроводов					
IV		V			
$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$		
—	—	—	—		
—	—	—	—		
—	—	—	—		

Продолжение табл. 4

Среда		Категории трубопроводов									
Группа	Наименование	I		II		III		IV		V	
		$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$	$P_{раб}$	$t_{раб}$
	а) горючие газы (ГГ), в том числе сжиженные — этан, этилен, пропан, пропилен, бутан, бутилен, дивинил, изобутан, изобутилен, водород, метан, крекинг-газ, пирогаз, топливный газ, факельный газ	Выше 2,5 (25)	Выше +300 и ниже —40	Вакуум 0,08 (0,8)	От —40 до +300	—	—	—	—	—	—
		Вакуум ниже 0,8 (8)	Независимо	До 2,5 (25)		До 1,6 (16)	От —40 до +120	—	—	—	—
	б) легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) — ацетон, бутиловый спирт, бутиловый эфир, бензины, гексан, гептан, бутилацетат, керосин, уайт-спирит, этиловый спирт, изопентан, изопрен, изопропилбензол, пентан, этиловый спирт, нефть, дизельное топливо	Выше 2,5 (25)	Выше +300 и ниже —40	Выше 1,6 (16) до 2,5 (25)	Выше +120 до +300	—	—	—	—	—	—
		Вакуум ниже 0,08 (0,8)	Выше +300 и ниже —40	Вакуум ниже 0,095 (0,95) до 0,08 (0,8)	От —40 +300	—	—	—	—	—	—
	в) горючие жидкости (ГЖ) — мазут, масла, гудрон, соляровое масло, асфальт, этаноламин, битум, масляные дистилляты, диэтиленгликоль, диэтилкетон	Выше 6,3 (63)	Выше +350 и ниже —40	Выше 2,5 (25) до 6,3 (63)	Выше +250 до +360	Выше 1,6 (16) до 2,5 (25)	Выше +120 до +250	До 1,6 (16)	От —40 до +120	—	—
		Вакуум ниже 0,003 (0,03)	То же	Вакуум ниже 0,008 (0,08) до 0,003 (0,03)	То же	Вакуум ниже 0,095 (0,95) до 0,008 (0,08)	От —40 до +250	—	—	—	—
В	Трудногорючие (ТГ) и негорючие (НГ) вещества по ГОСТ 12.1.004—76:	Независимо	От +450 до +700 и ниже —40	От 6,3 (63) до 10,0 (100)	От +350 до +450	От 2,5 (25) до 6,3 (63)	От +250 до 350	От 1,6 (16) до 2,5 (25)	От +120 до +250 и от 0 до —40	До 1,6 (16)	От 0 до +120
	а) азот, воздух, инертные газы, рассол, растворы щелочей, содержащие до 10%	Вакуум ниже 0,003 (0,03)	От +450 до +700 и ниже —40	Вакуум ниже 0,08 (0,8) до 0,003 (0,03)	От +350 до +450	Вакуум ниже 0,095 (0,95) до 0,08 (0,8)	От —40 до +350	—	—	—	—
	б) пар водяной перегретый	Независимо	Выше +450	До 3,9 (39)	От +350 до +450	До 2,2 (22)	От +250 до +350	От 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	От +115 до +250	До 0,07 (0,7)	До +115
		Выше 3,9 (39)	До +450	От 2,2 (22) до 3,9 (39)	До +350	От 1,6 (16) до 2,2 (22)	До +250	—	—	—	—
	в) пар водяной насыщенный	Выше 8,0 (80)	Выше +115	От 3,9 (39) до 8,0 (80)	Выше +115	От 1,6 (16) до 3,9 (39)	Выше +115	От 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	От +115 до +250	До 0,07 (0,7)	До +115
	г) горячая вода	Выше 8,0 (80)	Выше +115	От 3,9 (39) до 8,0 (80)	Выше +115	От 1,6 (16) до 3,9 (39)	Выше +115	До 1,6 (16)	Выше +115	До 1,6 (16)	До +115

Примечания: 1. Давление $P_{раб}$, МПа (кгс/см²), температура $t_{раб}$, °С.

2. Классы опасности вредных веществ следует определять по ГОСТ 12.1.005—76 и ГОСТ 12.1.007—76; взрыво- и пожароопасные вещества — по ГОСТ 12.1.004—76.

3. Малоопасные вещества IV класса следует относить — взрыво- и пожароопасные к группе Б, негорючие к группе В.

4. Параметры транспортируемого вещества следует принимать: рабочее давление — равным избыточному максимальному давлению, развиваемому источником давления (насос, компрессор и т. п.) или давлению, на которое отрегулированы предохранительные устройства, условное давление — в зависимости от рабочего давления, температуры и материала трубопровода по ГОСТ 356—80, рабочую температуру — равной максимальной положительной или минимальной отрицательной температуре транспортируемого вещества, установленной технологическим регламентом.

Таблица 5. Выбор труб в зависимости от параметров транспортируемой среды

Предельные параметры			D_y, мм	Трубы		Материал	
P_y, МПа (кгс/см²), не более	t, °С от	t, °С до		вид	ГОСТ или ТУ	марка стали	ГОСТ
Сжиженные газы, а также вещества, относящиеся к группе А(а)							
10,0(100)	—70	—40	50—200	Горячедеформированные гр. А	550—75	10Г2	4543—71
			20—400	гр. Б			
	—70	—40	40—400	Горячедеформированные, гр. В	8731—74	10Г2	4543—71
	—70	—40	10—200	Холодно- и теплодеформированные, гр. В	8733—74 (с изм. 2)	10Г2	4543—71
	—40	+450	10—200	То же	То же 8733—74 (с изм. 2)	20	1050—74
	—40	+450	40—400	Горячедеформированные, гр. В	8731—74	20	1050—74
	—40	+450		Холодно- и теплодеформированные	550—75	20	1050—74
			20—50	гр. А			
			10—200	гр. Б			
	—40	+450		Горячедеформированные	550—75	20	1050—74
			50—200	гр. А			
			20—400	гр. В			
	—40	+550		Холодно- и тепло-деформированные	550—75	15Х5М	20073—74
			20—50	гр. А			
			10—200	гр. Б			
				Горячедеформированные	550—75	15Х5М, 15Х5М-У	20072—74
			50—200	гр. А			
			20—400	гр. Б			
	—40	+450	500	Горячекатанные	ТУ 14-3-587—77	20	1050—74
	—70	—40	20—50	Холоднодеформированные	ТУ 14-3-826—79	10Г2	4543—71
	—40	+450	20—50	»	ТУ 14-3-826—79	20	1050—74
	—40	+450	32—125	Горячекатанные	ТУ 14-3-816—79	20	1050—74
	—40	+550	350—400	»	ТУ 14-3-1080—81	15Х5М	20072—74
	—196	+600	10—200	Холодно- и теплодеформированные	9941—81 (с изм. 1)	08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т	5632—72
	—196	+600	70—300	Горячедеформированные	9940—81 (с изм. 1)	08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т	5632—72
	—196	—700	10—200	Холодно- и тепло-деформированные	9941—81 (с изм. 1)	10Х17Н13М2Т	5632—72
10,0(100)	—150	+700	70—200	Горячедеформированные	9940—81 (с изм. 2)	10Х17Н13М2Т	5632—72
	—196	+600	10—50	Холоднодеформированные	ТУ 14-3-796—79	12Х18Н12Т	5632—72
	—196	+600	10—80	»	ТУ 14-3-218—80	08Х18Н10Т	5632—72
	—196	+600	100—250	»	ТУ 14-3-597—77	08Х18Н10Т	5632—72
II. Группа А(б), Б(а), кроме сниженных газов, Б(б)							
1,6 (16)	—20	+300	10—500	Электросварные прямошовные, гр. В	10705—80	ВСт3сп4, ВСт3пс4	380—71
	—20	+300	400—1400	То же	10706—76	ВСт3сп4, ВСт3пс4	380—71
	—30	+300	10—500	»	10705—80	10, 15, 20	1050—74
	—30	+300	500, 700, 800	»	ТУ 14-3-916—80	ВСт3сп4, ВСт3пс4	380—71
	—20	+300	500—1400	Электросварные со спиральным швом	ТУ 14-3-954—80	ВСт3сп5	380—71
	—30	+300	70—100	Электросварные прямошовные	ТУ 14-3-901—79	10, 20	1050—74
	—40	400	500, 700, 800, 1000, 1200	То же	ТУ 14-3-620—77	17ГС, 17Г1С, 16Г2САФ	ТУ 14-1-1950—77
	—40	+400	500	»	ТУ 14-3-1270—84	17ГС, 17Г1С	ТУ 14-1-1950—77
	—70	+400	500	»	ТУ 14-3-1067—82	10Г2С1	19282—73
	—70	+400	500	»	ТУ 14-3-899—79	10ГНАЮ	ТУ 14-105-245—72, ТУ 14-1-1031—74
2,5 (25)	—30	+300	150—800	Электросварные прямо- и спиральношовные	20295—74	Класс 42	1050—74

Продолжение табл. 8

	—30	+350	500—1600	Электросварные со спиральным швом	ТУ 14-3-808—78	20	ТУ 14-1-2610—79, ТУ 14-1-2471—78
	—40	+400	150—800	Электросварные прямошовные и спиральношовные	20295—74	Классы 50 и 52	19281—73 19282—73
	—40	+400	1000,1200	Электросварные прямошовные	ТУ 14-3-1138—82	17Г1СУ	ТУ 14-1-1950—77
	—40	+400	1200	То же	ТУ 14-3-620—77	17ГС, 17Г1С, 16Г2САФ	ТУ 14-1-1950—77
	—40	+400	800,1000, 1200	Электросварные со спиральным швом	ТУ 14-3-721—78	17Г1С, 17Г2СФ	
	—196	+600	10—100	Электросварные прямошовные	11068—81	12Х18Н10Т	5632—72
Более 2,5 (25)	По рекомендации раздела I настоящей таблицы			III группа Б(в), В(а, б, в, г)			
1,0 (10)	—	+200	10—50	Водогазопроводные обыкновенные	3262—75	Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс	380—71
	—	+300	10—400	Электросварные прямошовные, гр. А	10705—80	Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс	380—81
	—	+300	400—1400	То же	10706—76	Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс	380—71
⩽1,0(10)	—20	+200	10—50	Водогазопроводные, обыкновенные	3262—75	10, 20	1050—74
	—30	+300	10—400	Электросварные прямошовные, гр. А	10705—80	10, 15, 20	1050—74
⩽1,6(16)	—20	+300	150—1400	Электросварные со спиральным швом, гр. В	8696—74	Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс	380—71
	—20	+300	500—1400	Электросварные со спиральным швом	ТУ 14-3-684—77	Класс 38	
	—40	+300	500—1400	То же	ТУ 14-3-684—77	Класс 45	
	—40	+400	500—1400	»	ТУ 14-3-684—77	Класс 52	
	—40	+400	150—1400	Электросварные со спиральным швом, гр. В	8696—74	17ГС	19282—73
Более 1,6(16,0)	По рекомендации раздела II настоящей таблицы						

Примечания: 1. Для трубопроводов с $Д_у$ более 40 мм, транспортирующих сжиженные газы, в порядке исключения допускается применение электросварных труб из числа рекомендованных в настоящей таблице на P_y 2,5 МПа (25 кгс/см²). 2. Трубы водогазопроводные (ГОСТ 3262—75) для трубопроводов, транспортирующих среды группы Б (а), применять не разрешается.

Таблица 6. Выбор типа и материала фланцев в зависимости от параметров среды

Тип фланцев, стандарт	P_y, МПа (кгс/см²)	Температурные пределы применения сталей, °С							
		ВСт3сп3 ВСт3пс3 ВСт3Гпс3 (ГОСТ 380—71)	ВСт3сп4 ВСт3пс4 ВСт3Гпс4 (ГОСТ 380—71)	20, 25 (ГОСТ 1050—74)	16ГС (ГОСТ 5520—79)	09Г2С 10Г2С1 (ГОСТ 19530—79)	15ХМ (ГОСТ 4543—71)	15Х5М (ГОСТ 5632—72)	12Х18Н10Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т* (ГОСТ 5632—72)
Стальной плоский приварной** по ГОСТ 12820—80	1,0 (10) 1,6 (16) 2,5 (25)	От 0 до +300	От —20 до +300	От —30 до +300	От —40 до +300	От —70 до +300	—	—	От —70 до +300
Стальной приварной встык по ГОСТ 12821—80	1,0 (10) 1,6 (16) 2,5 (25) 4,0 (40) 6,3 (63) 10 (100)	От —30 до +300	—	От —30 до +425	—	От —70 до +350	От —40 до +450	От —40 до +510	От —80* до +600
Стальной приварной встык по ОСТ 26-839—73	1,0 (10) 2,5 (25) 1,6 (16)	—	—	От —30 до +450	—	От —70 до 450	От 0 до +550	От —40 до +550	От —70 до +550
Стальной приварной встык по ОСТ 26-840—73 и ОСТ 26-841—73	1,0 (10) 1,6 (16) 2,5 (25) 4,0 (40) 6,3 (63)	—	—	То же	—	То же	То же	То же	То же
Стальной приварной встык по ОСТ 26-843—73	6,4 (64) 10,0(100) 16,0(160)	—	—	От —30 до +450	—	От —70 до +450	От 0 до +560	От —40 до +600	От —70 до +600

* Для фланцев из стали марки 10Х17Н13М3Т (ГОСТ 12816—80) нижний температурный предел применения минус 253 °С.
** Уплотняемая поверхность — по ГОСТ 12815—80; ОСТ 26-830—73, ОСТ 26-831—73, ОСТ 26-832—73.

Примечания: 1. Возможность применения фланцев для температур ниже —70 °С в каждом конкретном случае должна быть согласована с головной конструкторской организацией по данному виду оборудования.
2. Марки полуспокойных сталей могут применяться для изготовления фланцев толщиной не более 25 мм.
3. В случае изготовления плоских приварных фланцев методом холодной гибки температурный предел применения сталей марок ВСт3сп3, ВСт3пс3, ВСт3Гпс3 следует принимать +200 °С.
4. Допускается изготовление фланцев из сталей, не указанных в настоящей таблице, если по техническим требованиям они не хуже приведенных.

Таблица 7. Арматура трубопроводная,

P_y, МПа (кгс/см²) трубопровода	P_y, МПа (кгс/см²) арматуры	$t_{доп}$, °С от	$t_{доп}$, °С до	Арматура	D_y, мм 15
Среда — чрезвычайно, высоко- и умеренно опасные					
1,0(10)	1,0(10)	—40	+200	Вентили запорные	14нж17п28-1
1,0(10)	1,0(10)	—40	+200	То же	—
1,0(10)	1,0(10)	—40	+350	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—40	+350	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—40	+350	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—40	+350	»	—
1,0(10)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	—
1,0(10)	1,6(16)	См. табл. 8		»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	Клапаны предохранительные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	То же	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+225	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+400	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+300	Вентили запорные	К321108,02
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	То же	15нж65п5
1,6(16)	1,6(16)	—40	+50	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	»	15нж65нж2
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	»	15нж65нж12
2,5(25)	2,5(25)	—40	+200	Вентили трехходовые	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	То же	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+420	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	»	—
4,0(40)	16,0(160)	—40	+450	Задвижки	ЗКС
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+350	Клапаны регулирующие	—
4,0(40)	16,0(160)	См. табл. 8		Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	Клапаны предохранительные	—

P_y, МПа (кгс/см²) трубопровода	P_y, МПа (кгс/см²) арматуры	$t_{доп}$, °С от	$t_{доп}$, °С до	Арматура	D_y, мм 150
Среда — чрезвычайно, высоко- и умеренно опасные					
1,0(10)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	ЗКЛ2
1,0(10)	1,6(16)	См. табл. 8		»	ЗКЛПЭ
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	Клапаны предохранительные	СППК4
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	Вентили запорные	15нж65п1
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	Вентили запорные	15нж65нж10
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	»	15нж40п1
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	То же	15нж940п1
4,0(40)	4,0(40)	—40	420	»	15нж22нж6
4,0(40)	4,0(40)	—40	450(425*)	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	»	ЗКЛ2
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	»	ЗКЛПЭ
4,0(40)	4,0(40)	—40	+350	Клапаны регулирующие	25нж90-92нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	Клапаны предохранительные	СППК4

* Указано рабочее давление $P_{раб}$.

Примечания: 1. Применение арматуры из серого и ковкого чугуна для данных сред не допускается.
2. Для данных сред следует преимущественно применять сильфонную арматуру.
3. Для хлора применяют специальную арматуру (ПВХ-83).

рекомендуемая для различных сред

D_y, мм 20	25	40	50	80	100
вещества (классы 1, 2 и 3 по ГОСТ 12.1.007—76)					
14нж17п28-1	14нж17п28-1	14нж17п28-1	14нж17п28-1	14нж17п28-1	14нж17п28-1
14с17п30-1	14с17п30-1	14с17п30-1	14с17п30-1	14с17п30-1	14с17п30-1
14с17ст12	14с17ст12	14с17ст12	14с17ст12	14с17ст12	14с17ст12
14нж17ст10	14нж17ст10	14нж17ст10	14нж17ст10	14нж17ст10	14нж17ст10
14с917ст18	—	14с917ст18	14с917ст18	14с917ст18	14с917ст18
14с917ст27	14с917ст27	—	14с917ст27	14с917ст27	14с917ст27
—	—	—	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2
—	—	—	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ
—	—	—	СППК4	СППК4	СППК4
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	17с12нж	—	—
—	—	—	17с22нж	17с22нж	—
К321108,02	К321108,02	К321108,02	—	—	—
15нж65п5	15нж65п5	15нж65п1	15нж65п1	15нж65п1	15нж65п1
—	—	—	13с7ми1	—	—
15нж65нж2	15нж65нж2	15нж65нж4	15нж65нж4	15нж65нж4	15нж65нж4
15нж65нж12	15нж65нж12	15нж65нж10	15нж65нж10	15нж65нж10	15нж65нж10
Е29139	Е29139	—	Е29139	Е29139	Е29139
—	—	15нж22п1	15нж40п1	15нж22п1	15нж40п1
—	—	—	15нж940п1	—	15нж940п1
—	—	—	15нж22нж4	15нж22нж4	—
—	—	15нж39п3	15нж39п3	—	15нж22п1
ЗКС	ЗКС	ЗКС	—		—
—	—	—	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2
—	—	—	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ
—	25нж90нж	—	25нж90-92нж	25нж90-92нж	25нж90-92нж
КП	КП	КП	КП	—	—
—	СППКЧР	—	СППК4	СППК4	СППК4

D_y, мм 200	250	300	400	500	600
вещества (классы 1, 2 и 3 по ГОСТ 12.1.007—76)					
ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2
ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ	ЗКЛПЭ
СППК4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
15нж22нж6	—	—	—	—	—
—	—	—	—	30с515нж	—
30с15нж	30с15нж	—	—	—	—
30с915нж	—	ЗКЛПЭ	—	30с915нж6	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
Среда — жидкий					
0,25(2,5)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	—
0,25(2,5)	1,6(16)	См. табл. 8		»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	450	Клапаны предохранительные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	То же	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+225	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+400	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—30	+150	Вентили запорные	—
2,5(25)	2,5(25)	—30	+150	Вентили угловые	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	К322011
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	То же	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+200	Вентили трехходовые	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили регулирующие	К327083
2,5(25)	2,5(25)	—30	+150	Клапаны обратные	—
2,5(25)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	КП-160
2,5(25)	16(160)	—50	600	»	—
2,5(25)	4,0(40)	—40	+450	Задвижки	—
2,5(25)	4,0(40)	—40	+425	»	—
2,5(25)	16(160)	—41	+450	Задвижки	3КС
2,5(25)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
Среда — жидкий					
0,25(2,5)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	3КЛ-2
0,25(2,5)	1,6(16)	См. табл. 8		»	3КЛПЭ
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	Клапаны предохранительные	СППК4
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	»	15с18п
2,5(25)	4,0(40)	—50	600	»	19нж11бк
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Задвижки	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	»	—
2,5(25)	4,0(40)	—40	+425	»	—
2,5(25)	4,0(40)	—40	+450	»	3КЛ2-40
2,5(25)	4,0(40)	—40	+425	»	3КЛПЭ-40
2,5(25)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4Р-40

Примечания: 1. Применение арматуры из серого чугуна для данных сред не допу
2. Для аммиака применение арматуры с бронзовым уплотнением в затворе не допу

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
и газообразный аммиак					
—	—	—	3КЛ2	3КЛ2	3КЛ2
—	—	—	3КЛПЭ	3КЛПЭ	3КЛПЭ
—	—	—	СППК4	СППК4	СППК4
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	17с12нж	—	—
—	—	—	17с22нж	17с22нж	—
15кч12п	15кч12п	15кч16п	15кч16п	15кч16п	15кч16п
КС7145.000.00	—	—	—	—	—
К322010.04	К322010.04	—	—	—	—
—	—	15с18п	15с18п	15с18п	15с18п
Е29139	Е29139	—	Е29139	Е29139	Е29139
К327002.04	К327002.04	—	—	—	—
—	—	16кч9п	16кч9п	16кч9п	—
КП-160	КП-160	КП-160-1	КП-160-1	—	—
—	—	—	19нж11бк	19нж11бк	19нж11бк
—	—	—	3КЛ2-40	3КЛ-2-40	3КЛ-2-40
—	—	—	3КЛПЭ-40	3КЛПЭ-40	3КЛПЭ-40
3КС	3КС	3КС	—	—	—
	СППК4Р-40		СППК4Р-40	СППК4Р-40	СППК4Р-40

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
и газообразный аммиак					
3КЛ-2	3КЛ-2	3КЛ-2	3КЛ-2	3КЛ-2	3КЛ-2
3КЛПЭ	3КЛПЭ	3КЛПЭ	3КЛПЭ	3КЛПЭ	3КЛПЭ
—	—	—	—	—	—
15с18п	—				
—					
19нж11бк	—	—	—	—	—
—	—	МА11022.07	МА11022.10	—	—
—	—	МА11022.01	МА11022.07	—	—
—	—	—	—	30с51бнж	—
30с15нж	30с15нж	3КЛ-2-40	—	—	—
30с915нж	—	—	—	30с915нж6	—
—	—	—	—	—	—

скается.
скается.

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
					Среда —
1,6(16)	1,6(16)	—30	+120	Вентили запорные	—
1,6(16)	1,6(16)	—30	+120	Вентили угловые	—
1,6(16)	1,6(16)	—20	+45	Вентили мембранные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	СА22014.00
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили угловые	СА24014.01
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили регулирующие	СА27055.01
2,5(25)	2,5(25)	—40	+200	Вентили трехходовые	—
2,5(25)	2,5(25)	—100	+150	Вентили запорные	СА22014.02
2,5(25)	4,0(40)	—100	+150	То же	—
2,5(25)	2,5(25)	—100	+150	Вентили угловые	СА24014.02
2,5(25)	2,5(25)	—100	+150	Вентили регулирующие	СА27055.02
2,5(25)	4,0(40)	—80	—	Задвижки	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	Клапаны предохранительные	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+225	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	»	—
2,5(25)	4,0(40)	См. табл. 8		»	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150
					Среда —
2,5(25)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	14с20п5
2,5(25)	2,5(25)	—100	+150	Вентили запорные	P_y40
2,5(25)	4,0(40)	—100	+150	То же	15нж40п4
2,5(25)	4,0(40)	—80	—	Задвижки	ЗКЛХ-40
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	Клапаны предохранительные	СППК4
2,5(25)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	СППК4Р-40

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
		Среда — олеум и концентрированная серная кислота			
0,25(2,5)	1,6(16)	—	—	Задвижки	—
0,25(2,5)	1,6(16)	—	—	Клапаны предохранительные	—
1,6(16)	1,6(16)	—	•	Вентили запорные	—
1,6(16)	1,6(16)	—	•	То же	СА21096.08
1,6(16)	1,6(16)	—	—	»	СА21096.26
1,6(16)	1,6(16)	—	—	Вентили запорные	—
1,6(16)	4,0(40)	—	—	То же	—
2,5(25)	4,0(40)	—	—	»	—
2,5(25)	4,0(40)	—	—	»	—
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Задвижки	—
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Клапаны обратные	—
2,5(25)	16(160)	—	—	То же	КП-160
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Клапаны предохранительные	—

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
хладон					
15кч32п	15кч32п	15кч80п	15кч80п	—	15кч80п
15кч37п	15кч37п	—	—	—	—
—	15кч888р	15кч888р	15кч888р	—	—
СА22014.01	СА22012.01	14с20п5	14с20п5	14с20п5	14с20п5
СА24014.01	СА24012.	—	—	—	—
СА27055.01	СА27048.01	У27048.02	—	—	—
Е29139	Е29139	—	Е29139	Е29139	Е29139
СА22014.02	СА22012.02	14нж20п	—	—	—
			15нж85п		15нж40п4
—	—	—	—	—	—
СА24014.02	СА24012.02	—	—	—	—
—	СА27048.02	14нж99п	—	—	—
—	—	—	ЗКЛХ-40	ЗКЛХ-40	ЗКЛХ-40
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	17с12нж	—	—
—	—	—	СППК4	СППК4	СППК4
—	СППК4Р-40	—	СППК4Р-40	СППК4Р-40	СППК4Р-40

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
хладон					
14с20п1	—	—	—	—	—
14нж20п3	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
(в зависимости от концентрации)					
—	—	—	ЗКЛ2	ЗКЛ2	ЗКЛ2
—	—	—	СППК4	СППК4	СППК4
—	—	—	—	—	—
—	—	—	15нж916нж	15нж916нж	15нж916нж
СА21096.10	СА21096.08	—	15нж65бк	15нж65бк	15нж65бк
СА21096.26	СА21096.26	—	—	—	—
—	—	15нж65п22	15нж65п22	15нж65п22	15нж65п22
—	—	15нж22п10	15нж22п10	15нж22п10	15нж22п10
—	—	—	15нж922п1	15нж922п1	15нж922п1
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	—	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
КП-160	КП-160	—	—	—	—
—	—	—	СППК4-40	СППК4-40	СППК4-40

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопроводы	арматуры	от	до		150

Среда — олеум и концентрированная серная кислота

0,25(2,5)	1,6(16)	—	—	Задвижки	ЗКЛ2
0,25(2,5)	1,6(16)	—	—	Клапаны предохранительные	СППК4
1,6(16)	1,6(16)	—	*	Вентили запорные	15нж916нж
1,6(16)	1,6(16)	—	—	Вентили запорные	15нж65п22
2,5(25)	4,0(40)	—	—	»	15с22нж
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Задвижки	ЗКЛ2-40
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Клапаны обратные	16с13нж
2,5(25)	4,0(40)	—	—	Клапаны предохранительные	СППК4-40

* В зависимости от концентрации.

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопроводы	арматуры	от	до		15

Среда — высокотемпературные

1,0(10)	1,0(10)	—	+350	Вентили запорные	—
1,0(10)	4,0(40)	—	+380	Клапаны обратные	—
1,0(10)	1,6(16)	—	+380	Клапаны предохранительные	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150

Среда — высокотемпературные

1,0(10)	4,0(40)	—	+380	Вентили запорные	15с22нж
1,0(10)	1,6(16)	—	+380	Задвижки	—
1,0(10)	4,0(40)	—	+380	Клапаны обратные	16с13нж
1,0(10)	1,6(16)	—	+380	Клапаны предохранительные	СППК4-16

Примечания: 1. Для ВОТ следует применять стальную сильфонную арматуру.
2. Арматура для ВОТ должна иметь уплотнительную поверхность типа «паз».
3. Сальниковую арматуру и задвижки для ВОТ применяют только в исключитель
4. Перед предохранительным клапаном рекомендуется устанавливать предохраня

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600

(в зависимости от концентрации)

ЗКЛ2	ЗКЛ2	—	ЗКЛ2	ЗКЛ2	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
15с22нж	—	—	—	—	—
30с15нж	30с15нж	ЗКЛ2-40	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100

органические теплоносители (ВОТ)

14с17ст3	14с17ст3	14с17ст3	14с17ст3	14с17ст3	14с17ст3
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
—	—	—	СППК4-16	СППК4-16	СППК4-16

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600

органические теплоносители (ВОТ)

15с22нж	—	—	—	—	—
—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
СППК-16	—	—	—	—	—

ных случаях.
тельную (разрывную) мембрану.

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
Среда — горючие сжиженные газы и ЛВЖ					
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	Краны проходные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	То же с пневмоприводом	—
1,6(16)	1,6(16)	40	300	Вентили запорные	15нж65нж14
1,6(16)	1,6(16)	—40	420	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	150	»	14с26п1
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	Клапаны предохранительные	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		То же	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Вентили запорные	15нж6бк
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Задвижки	—
2,5(25)	2,5(25)	—30	+300	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	Вентили сильфонные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	425	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—50	+600	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+50	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	—
6,4(64)	16(160)	—40	+300	Вентили запорные	ВФ-160
6,4(64)	16(160)	—40	+300	То же	ВМ-160
6,4(64)	16(160)	См. табл. 8		Вентили запорные	ВВД
6,4(64)	16(160)	—40	+300	Клапаны обратные	КП-160
6,4(64)	16(160)	—40	+450	То же	—
6,4(64)	16(160)	См. табл. 8		»	—
6,4(64)	16(160)	—40	+450	Задвижки	ЗКС
6,4(64)	6,4(64)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
6,4(64)	10(100)	См. табл. 8		То же	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150
Среда — горючие сжиженные газы и ЛВЖ					
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	Вентили запорные	15нж65нж4
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	»	14с20п5
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	ЗКЛ2-16
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		»	ЗКЛПЭ-16
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	Предохранительные клапаны	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		То же	СППК4-16
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Вентили запорные	—
2,5(25)	2,5(25)	—30	+425	Задвижки	—

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
с температурой кипения ниже +45 °С					
—	—	—	КСР-16	КСР-16	КСР-16
—	—	—	КСП-16	КСП-16	КСП-16
15нж65нж14	15нж65нж14	—	—	—	—
—	—	15нж65нж4	15нж65нж4	15нж65нж4	15нж65нж4
14с26п1	14с20п1	14с20п5	14с20п5	14с20п5	14с20п5
—	—	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
—	—	—	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	СППК4-16	СППК4-16	СППК4-16
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3296
—	—	—	—	—	31с916нжБ
—	—	—	17с63нж	17с63нж	—
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	—	15нж40п1	—	15нж40п1
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
—	—	—	—	—	—
—	—	—	19нж116к	19нж116к	19нж116к
—	—	—	И55039.01-07	—	И55039.01-07
—	—	—	СППК4-40	СППК4-40	СППК4-40
ВФ-160	ВФ-160	—	—	—	—
ВМ-160	ВМ-160	—	—	—	—
—	—	ВКС	ВКС	—	—
КП-160	КП-160	—	—	—	—
—	—	КП-160-1	КП-160-1	—	—
—	—	—	19с10нж	19с10нж	19с10нж
ЗКС	ЗКС	ЗКС	19нж10бк	19нж10бк	19нж10бк
			ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160
—	—	—	СППК4-64	СППК4-64	СППК4-64
—	СППКМ-100 СППКМР 100	—	—	—	—

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
с температурой кипения ниже +45 °С					
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
14с20п1	—	—	—	—	—
ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
—	—	—	—	—	—
СППК4-16	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — горючие сжиженные газы и ЛВЖ	
2,5(25)	2,5(25)	—30	+300	»	31с916нжБ
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	15с22нж1
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	Вентили сильфонные	15нж40п1
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	16с13нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	425	То же	19с17нж
4,0(40)	4,0(40)	—50	+600	»	19нж11бк
4,0(40)	4,0(40)	—40	+50	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	СППК4-40
6,4(64)	6,4(64)	—40	200	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	450	То же	—
6,4(64)	16(160)	См. табл. 8		»	19с18нж
6,4(64)	16(160)	—40	+450	Задвижки	19нж10бк
					ЗКЛ2-160

Примечание. Применение арматуры из серого и ковкого чугуна для данных сред не

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда —	
1,6(16)	2,5(25)	—30	+150	Вентили запорные	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+150	То же	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+150	Клапаны обратные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	Краны	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	»	—
1,6(16)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	К322011
					14с26п1
1,6(16)	1,6(16)	—40	420	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	425	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)				
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	Клапаны предохранительные	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+225	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+400	»	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		»	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Вентили запорные	15нж6бк
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Задвижки	—
2,5(25)	10(100)	—40	+300	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	Вентили сильфонные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	200	Вентили запорные	—

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
с температурой кипения ниже +45 °С					
31с916нжБ	—	—	—	—	—
15с22нж1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
19с17нж	—	19с47нж	19с47нж	—	19с47нж
19нж11бк	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	19с42нж	—	—
КОП-64	КОП-64	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

допускается.

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
горючие газы					
15кч12п	15кч12п	—	—	—	—
—	—	15кч16п1	15кч16п1	15кч16п1	—
—	—	16кч9п	16кч9п	16кч9п	—
—	—	—	КСП-16	КСП-16	КСП-16
—	—	—	КСР-16	КСР-16	КСР-16
К322010.04	К322010.04	—	—	—	—
14с26п1	14с20п1	14с20п5	14с20п5	15с20п5	14с20п5
—	—	—	15нж65нж4	15нж65нж4	15нж65нж4
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	17с12нж	—	—
—	—	—	17с22нж	17с22нж	—
—	—	—	СППК4-16	СППК4-16	СППК4-16
—	—	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
—	—	—	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3296
—	—	—	—	—	31с916нжБ
—	—	—	17с63нж	17с63нж	—
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	—	15нж40п1	—	15нж40п1
—	—	15нж22п1	15нж22п1	15нж22п1	15нж22п1

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда —	
4,0(40)	4,0(40)	—40	+250	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+80	Краны проходные	—
6,4(64)	8,0(80)	—40	+80	Краны шаровые	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
10(100)	10(100)	»	100	Вентили регулирующие	—
10(100)	16(160)	—40	300	Вентили запорные	ПЗ22038
10(100)	16(160)	См. табл. 8		То же	ВВД
10(100)	16(160)	То же		»	ВМ-160
10(100)	16(160)	»		»	ВФ-160
10(100)	16(160)	»		Клапаны обратные	КП-160
10(100)	16(160)	—40	+450	То же	—
10(100)	10(100)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
10(100)	16(160)	См. табл. 8		То же	—
10(100)	16(160)	—40	+450	Задвижки	ЗКС-160
10(100)	16(160)	См. табл. 8		»	—
10(100)	10(100)	—40	+300	»	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда —	
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	Краны	КСП-16
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	»	КСР-16
1,6(16)	2,5(25)	—40	+150	Вентили запорные	14с20п5
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	То же	15нж65нж4
1,6(4,0) 16(40)	1,6(4,0) 16(40)	—40	+425	Клапаны обратные	16с13нж
1,6(4,0) 16(40)	1,6(4,0) 16(40)	—40	425	То же	19с17нж
1,6(4,0) 16(40)	1,6(4,0) 16(40)	—40	+450	»	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-16
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	ЗКЛ2-16
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		»	ЗКЛПЭ-16
2,5(25)	10(100)	—40	+300	Задвижки	31с916нжБ
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	15с22нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	Вентили сильфонные	15нж40п1
4,0(40)	4,0(40)	—40	+420	Вентили запорные	15нж22нжБ
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-40
6,4(64)	6,4(64)	—40	+80	Краны проходные	11с320бк1
6,4(64)	8,0(80)	—40	+80	Краны шаровые	МА30007.08

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
горючие газы					
—	—	—	17с24нж	17с24нж	—
—	—	—	СППК4-40	СППК4-40	СППК4-40
—	—	—	11с20бк	11с20бк1	11с20бк1
—	—	—	МАЗ9002.04	МАЗ9002.06	МАЗ9002.05
—	—	—	19с38нж	19с38нж	19с38нж
—	—	—	СППК4-64	СППК4-64	СППК4-64
—	ВР1-100	—	—	—	—
ПЗ22038	ПЗ22038	—	—	—	—
—	—	ВКС	ВКС	—	—
ВМ-160	ВМ-160	—	—	—	—
ВФ-160	ВФ-160	—	—	—	—
КП-160	КП-160	КП-160	КП-160	—	—
—	—	—	19с10нж	19с10нж	19с10нж
—	СППКМ-100	—	—	—	—
—	—	—	СППК4Р-160	СППК4Р-160	—
ЗКС-160	ЗКС-160	ЗКС-160	—	—	—
—	—	—	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160
—	—	—	—	—	31с916нжБ

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
горючие газы					
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
14с20п1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
19с17нж	—	—	—	—	—
—	—	19с47нж	19с47нж	—	19с47нж
СППК4-16	—	—	—	—	—
ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
31с916нжБ	—	—	—	—	—
15с22нж	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
15нж22нжБ	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
11с320бк1	—	11с320бк1	11с320бк1	—	—
МА39002.08	—	МА39003.09	МА30008.07	МА39004.07	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда —	
6,4(64)	6,4(64)	—40	200	Клапаны обратные	—
10(100)	16(160)	—40	+450	То же	19с10нж
10(100)	10(100)	—40	+600	Клапаны обратные	—
10(100)	10(100)	—40	+350	То же	—
10(100)	16(160)	См. табл. 8		Задвижки	ЗКЛ1-2-160
10(100)	10(100)	—40	+300	»	31с916нжБ

Примечание. Применение арматуры из серого чугуна для данных сред не рекомендуется.

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — ЛВЖ с температурой кипения	
0,6(6)	1,0(10)	—10	+100	Краны	11ч6бк2
0,6(6)	1,6(16)	—10	+100	Клапаны обратные	—
0,6(6)	1,0(10)	—10	+90	Задвижки	—
0,6(6)	1,0(10)	—10	+100	»	—
1,0(10)	1,6(16)	—30	+200	Вентили запорные	15кч18п2
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	Краны	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	»	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+150	Вентили запорные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	Вентили запорные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	То же	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+150	Клапаны обратные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+420	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+150	Клапаны предохранительные	17с11нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+400	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		»	—
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Задвижки	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Вентили запорные	15нж6бк
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	То же	Е2282Сп2
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Клапаны предохранительные	—
2,5(25)	2,5(25)	—15	+120	Клапаны отсечные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+50	Клапаны дренажные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	То же	ВПД
4,0(40)	4,0(40)	—40	+420	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	То же	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+250	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		То же	—

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
горючие газы					
—	—	—	19с42нж2	—	—
—	—	—	—	—	—
КОП-100нж	КОП-100нж	—	—	—	—
—	—	19нж46нж	—	—	—
—	—	—	—	—	—
31с916нжБ	—	—	—	—	—

дуется.

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
выше +45 °С и горючие жидкости					
11ч6бк2	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк
—	16ч3бр	16ч3бр	16ч3бр	16ч3бр	19ч21бр
—	—	—	30ч6бк	30ч6бк	30ч6бк
—	—	—	30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр
15кч18п2	15кч18п2	15кч18п2	15кч18п2	—	—
—	—	—	КСП-16	КСП-16	КСП-16
—	—	—	КСР-16	КСР-16	КСР-16
—	—	15кч16п1	15кч16п1	15кч16п1	—
—	—	—	15с58нж23	15с58нж23	15с58нж23
—	—	15нж65нж4	15нж85нж4	15нж65нж4	15нж65нж4
—	—	15нж65п1	15нж65п1	15нж65п1	15нж65п1
—	—	—	15нж58нж6	15нж58нж6	15нж58нж6
—	—	—	15нж58п1М	15нж58п1М	15нж58п1М
—	—	16кч9п	16кч9п	16кч9п	—
—	—	16нж10бк7	16нж10бк7	16нж10бк7	—
—	—	16нж10бк15	16нж10бк15	—	16нж10бк15
—	17с11нж	—	—	—	—
—	—	—	17с22нж	17с22нж	—
—	—	—	СППК4-16	СППК4-16	СППК4-16
—	—	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	17с63нж	17с63нж	—
—	У96503.02	У96503.02	У96503.02	У96503.02	—
—	—	—	КДН-25	—	—
—	—	—	—	—	3296
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	—	—	—	—
—	—	15нж22нж4	15нж22нж4	—	—
—	—	15нж22п1	15нж22п1	15нж22п1	15нж22п1
—	—	—	15нж40п1	—	15нж40п1
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
—	—	—	17с24нж	17с24нж	—
—	—	—	СППК4-40	СППК4-40	СППК4-40

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
Среда — ЛВЖ с температурой кипения					
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		»	—
4,0(40)	4,0(40)	»		»	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
6,4(64)	6,4(64)	То же		То же	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	Задвижки	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	»	—
10(100)	16(160)	—40	+300	Вентили запорные	ПЗ22038
10(100)	10(100)	—40	+100	Вентили регулирующие	—
10(100)	16(160)	См. табл. 8		Вентили запорные	ВВД
10(100)	16(160)	То же		То же	ВМ-160
10(100)	16(160)	»		»	ВФ-160
10(100)	16(160)	»		Клапаны обратные	—
10(100)	16(160)	»		То же	—
10(100)	10(100)	»		Клапаны предохранительные	—
10(100)	10(100)	»		То же	—
10(100)	16(160)	»		»	—
10(100)	10(100)	—40	+300	Задвижки	—
10(100)	16(160)	»		Задвижки	—
10(100)	16(160)	—40	+450	»	ЗКС-160

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
Среда — ЛВЖ с температурой кипения					
0,6(6)	1,0(10)	—10	+100	Клапаны обратные	—
0,6(6)	1,6(16)	—10	+100	То же	19ч21бр
0,6(6)	1,0(10)	—10	+90	Задвижки	30ч6бк
0,6(6)	1,0(10)	—10	+100	»	30ч6бр
1,0(10)	1,0(10)	—40	+300	Задвижки	ПТ11095.32
1,0(10)	1,0(10)	—40	+300	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	Краны	КСП-16
1,6(16)	1,6(16)	—40	+120	»	КСР-16
1,6(16)	1,6(16)	—40	420	Вентили запорные	15нж65нж4
1,6(16)	1,6(16)	—40	+200	»	15нж65п1
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-16
1,6(16)	1,6(16)	То же		Задвижки	ЗКЛ2-16
1,6(16)	1,6(16)	—60	+600	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—60	+600	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+225	Задвижки	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	»	30с97нж
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	15с22нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+420	То же	15нж22нж6
4,0(40)	4,0(40)	—40	+200	»	15нж40п1

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
выше +45 °С и горючие жидкости					
—	—	—	СППК4Р-40	СППК4Р-40	СППК4Р-40
—	—	—	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40
—	—	—	19с38нж	19с38нж	19с38нж
—	—	—	СППК4-64	СППК4-64	СППК4-64
—	—	—	СППК4Р-64	СППК4Р-64	СППК4Р-64
—	—	—	30с76нжМ	30с76нжМ	30с76нжМ
—	—	—	30нж76бк3	30нж76бк3	30нж76бка
ПЗ22038	ПЗ22038	—	—	—	—
—	БР1-1-100	—	—	—	—
—	—	ВКС	ВКС	—	—
ВМ-160	ВМ-160	—	—	—	—
ВФ-160	ВФ-160	—	—	—	—
КП-160	КП-160	КП-160	КП-160	—	—
—	—	—	19с10нж	19с10нж	19с10нж
—	СППКМ-100	—	—	—	19нж10бк
—	СППКМР-100	—	—	—	—
—	—	—	СППК4-160	СППК4-160	—
—	—	—	—	—	31с916нжБ
—	—	—	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160
ЗКС-160	ЗКС-160	ЗКС-160	—	—	—

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
выше +45 °С и горючие жидкости					
19ч21бр	19ч21бр	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
30ч6бк	30ч6бк	30ч6бк	—	—	—
30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр	—	—	—
ПТ11095.32	ПТ11095.32	ПТ11095.32	—	—	—
ПТ11095.16	—	—	—		
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—		—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
СППК4-16	—	—	—	—	—
ЗКЛ2-16	—	—	—	—	—
—	МА11071.10	МА11071.10	МА11031.10	—	МА11021.10
—	МА11071.07	МА11071.07	МА11031.07	—	МА11021.07
30с64нж	—	—	—	—	—
30с97нж	30с97нж	—	—	30с507нж	30с507нж
—	—	МА11022.04	—	—	—
30нж97бк	30нж97бк	—	—	—	—
15с22нж	—	—	—	—	—
15нж22нж6	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда — ЛВЖ с температурой кипения	
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	16с13нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	»	19с17нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	450	»	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-40
4,0(40)	4,0(40)	»		То же	СППК4Р-40
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		»	3КЛ2-40
6,4(64)	6,4(64)	—40	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	Задвижки	30с76нжМ
6,4(64)	6,4(64)	—40	300	»	30нж76бк3
10(100)	16(160)	См. табл. 8		Клапаны обратные	19с10нж
					19нж10бк
10(100)	16(160)	—40	+600	»	—
10(100)	10(100)	—40	+300	Задвижки	31с916нжБ
10(100)	16(160)	См. табл. 8		Задвижки	3КЛ2-160

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — темные и тяжелые нефтепродукты,	
0,6(6)	1,6(16)	—	+100	Краны трехходовые	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	Краны проходные	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	То же	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	Задвижки	—
0,6(6)	1,6(16)	—	+100	»	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	Задвижки	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	—
0,6(6)	1,6(16)	—	+100	Клапаны обратные	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	То же	—
1,0(10)	1,0(10)	—	400	Краны проходные	—
1,0(10)	1,0(10)	—	+400	Краны трехходовые	—
1,6(16)	1,6(16)	—	+300	Краны проходные	—
1,6(16)	1,6(16)	—	+100	Вентили запорные	—
1,6(16)	1,6(16)	—	+100	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—	200	Клапаны обратные	—
1,6(16)	1,6(16)	—	420	То же	—
0,6(6)	1,6(16)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
0,6(6)	1,6(16)	То же		Задвижки	—
1,6(16)	1,6(16)	»		»	—
2,5(25)	10(100)		+450	Клапаны предохранительные	—
2,5(25)	2,5(25)	—	+300	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—	+600	То же	—

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
выше +45 °С и горючие газы					
16с13нж	—	—	—	—	—
19с17нж	—	—	—	—	—
19с47нж	—	19с47нж	19с47нж	—	19с47нж
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
30с15нж	30с15нж	—	—	30с515нж	—
—	—	3КЛ2-40нж	—	—	—
КОП-64	КОП-64	—	—	—	—
30с76нж	30с76нж	30с576нж	30с576нж	30с375нж	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
КОП-100нж	КОП-100нж	—	—	—	—
31с916нжБ	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
застывающие горючие жидкости					
—	—	—	11ч25бк	—	11ч25бк
—	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк	11ч8бк
—	11ч38п	11ч38п	11ч38п	11ч38п	11ч37п
—	—	—	—	31ч6нж	31ч6нж
—	—	—	31ч11нж	—	—
—	—	—	31ч6бр	31ч6бр	31ч6бр
—	—	—	AC12004	AC12004	AC12004
—	—	—	30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр
—	16ч3бр	16ч3бр	16ч6бр	16ч6бр	16ч6бр
—	—	—	—	—	КА44075
—	—	—	11с7бк	11с7бк	—
—	—	—	11с17бк	11с17бк	—
—	—	—	КЦО-16	КЦО-16	КЦО-16
—	13нж18п	13нж18п1	13нж18п1	13нж18п1	13нж18п1
—	—	—	—	У21037.01	—
—	—	16нж10бк7	16нж10бк7	16нж10бк7	—
—	—	16нж10бк15	16нж10бк15	—	16нж10бк15
—	—	—	СППК4-16	СППК4-16	СППК4-16
—	—	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
—	—	—	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
—	СППКМР-100	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3296
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
—	—	—	19нж11бк	19нж11бк	19нж11бк

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
Среда — темные и тяжелые нефтепродукты,					
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	То же		То же	—
4,0(40)	4,0(40)	»		Задвижки	—
6,4(64)	6,4(64)	—	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
6,4(64)	6,4(64)	То же		То же	—
6,4(64)	6,4(64)	—	+300	Задвижки	—
6,4(64)	6,4(64)	—	+300	Задвижки	—
10(100)	10(100)	—30	+300	»	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150
Среда — темные и тяжелые нефтепродукты,					
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	Задвижки	31ч6нж
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	АС12004
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	»	30ч6бр
0,6(6)	1,6(16)	—	+100	Клапаны обратные	—
0,6(6)	1,0(10)	—	+100	То же	КА44075
1,0(10)	1,0(10)	—	+300	Задвижки	ПТ11095.32
1,0(10)	1,0(10)	—	+300	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—	+300	Краны проходные	КЦО-16
1,6(16)	1,6(16)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-16
0,6(6)	1,6(16)	То же		Задвижки	ЗКЛ2-16
1,6(16)	1,6(16)	»		»	ЗКЛПЭ-16
2,5(25)	2,5(25)	—	+300	Задвижки	30с97нж
2,5(25)	2,5(25)	—	+300	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—	+425	»	—
2,5(25)	2,5(25)	—	+200	»	30с65нж
2,5(25)	2,5(25)	—	+200	»	30нж65нж
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	Вентили запорные	15с22нж
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	Клапаны обратные	16с13нж
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	То же	19с17нж
4,0(40)	4,0(40)	—	+450	»	—
4,0(40)	4,0(40)	—	+600	»	19нж11бк
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	»	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	СППК4-40
4,0(40)	4,0(40)	То же		То же	СППК4Р-40
4,0(40)	4,0(40)	—	+425	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	См. табл. 8		»	ЗКЛ2-40
6,4(64)	6,4(64)	—	+510	Краны проходные	КППК-64
6,4(64)	6,4(64)	—	+510	Краны четырехходовые	КЧК-64

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
застывающие горючие жидкости					
—	—	—	СППК4-40	СППК4-40	СППК4-40
—	СППК4Р-40	—	СППК4Р-40	СППК4Р-40	СППК4Р-40
—	—	—	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40	ЗКЛ2-40
—	—	—	19с38нж	19с38нж	19с38нж
—	—	—	СППК-64	СППК-64	СППК-64
—	—	—	СППК4Р-64	СППК4Р-64	СППК4Р-64
—	—	—	30с76нжМ2	30с76нжМ1	30с76нжМ1
—	—	—	30нж76бк3	30нж76бк3	30нж76бк3
—	—	—	—	—	31с916нжБ

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
застывающие жидкости					
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	30ч15бр	30ч515бр
—	31ч6бр	—	—	—	ПТ12006.01
31ч6бр	—	—	—	—	—
АС12004					
30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр	—	—
—	—	—	—	—	—
Л44075.03	Л44075.03	—	—	—	—
ПТ11095.32	ПТ11095.32	ПТ11095.32	—	—	—
ПТ11095.16	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
СППК4-16	—	—	—	—	—
ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16	ЗКЛПЭ-16
30с97нж	30с97нж	—	30с572нж	—	—
—	—	—	30с507нж	30с507нж	30с507нж
—	—	МА11022.04	—	—	—
30с65нж	30с65нж	—	—	—	—
30нж65нж	30нж65нж	30нж65нж	—	—	—
15с22нж	—	—	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
19с17нж	—	—	—	—	—
19с47нж	—	19с47нж	19с47нж	—	19с47нж
19нж11бк	—	—	—	—	—
19нж47нж	—	19нж47нж	—	—	19с47нж
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
30с15нж	30с15нж	—	—	30с515нж	—
—	—	3КЛ2-40нж	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда — темные и тяжелые	
6,4(64)	6,4(64)	—	+450	Краны обратные	
6,4(64)	6,4(64)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
6,4(64)	6,4(64)	—	+300	Задвижки	30с76нжМ1
6,4(64)	6,4(64)	—	+300	Задвижки	30нж76бк3
10(100)	10(100)	—30	+300	»	31с916нжБ

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — жидкие и газообразные среды всех групп	
1,6(16)	4,0(40)	—	—100	Вентили запорные	СА22014.02
2,5(25) (16)(25)	2,5(25)	—	—100	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—	—70	Клапаны обратные	—
2,5(25)	2,5(25)	—	—100	Вентили регулирующие	14нж98п2
2,5(25)	2,5(25)	—	—100	Вентили угловые	СА24014.02
			—50	То же	Е24010.00
4,0(40)	4,0(40)	—	—50	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—	При срабатывании до (—200)	Клапаны предохранительные	—
4,0(40)	4,0(40)	—	—80	Задвижки	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда — жидкие и газообразные среды всех групп	
2,5(25)	2,5(25)	—	—100	Вентили запорные	—
1,6(16)	4,0(40)	—	—100	То же	15нж40п4
1,6(16)	1,6(16)	—	—70	Клапаны обратные	—
4,0(40)	4,0(40)	—	—80	Задвижки	ЗКЛХ-40

Примечание. Для низких температур применяют специальную арматуру.

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
нефтепродукты, застывающих жидкости					
КОП-64	КОП-64	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
30с76нж	30с76нж	30с576нж	—	—	—
—	—	—	—	—	—
31с916нжБ	—	—	—	—	—

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
при рабочей температуре ниже —40 °С					
СА22014.02	СА22014.02	14нж20п	—	—	—
—	—	—	15нж40п4	—	15нж40п4
—	—	16нж10бк7	16нж10бк7	16нж10бк7	—
—	14нж99п3	14нж99п			
СА24014.02	СА24012.02	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	19нж11бк	19нж11бк	19нж11бк
—	—	—	И55039.01-07	—	И55039-01.07
—	—	—	ЗКЛХ-40	ЗКЛХ-40	ЗКЛХ-40

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
при рабочей температуре ниже —40 °С					
14нж20п3	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{раб}$, °C		Арматура	D_y, мм
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — трудногорючие (ТГ)	
0,6(6)	0,6(6)	—10	+100	Краны проходные	—
0,6(6)	1,0(10)	—10	+100	То же	11ч6бк2
0,6(6)	0,6(6)	—10	+100	Краны трехходовые	—
0,6(6)	0,6(6)	—15	+100	Вентили запорные	—
0,6(6)	0,6(6)	—15	+120	То же	—
0,6(6)	0,6(6)		+65	Клапаны обратные	—
0,6(6)	1,6(16)	—10	+200	То же	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+100	Краны проходные	11ч6бк
1,0(10)	1,0(10)	—10	+100	То же	—
1,0(10)	1,0(10)		+50	Вентили запорные	15ч8р2
1,0(10)	1,0(10)	—15	+65	То же	—
1,0(10)	1,6(16)	—15	+120	»	15ч93эм
1,0(10)	1,0(10)	—15	+120	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	Клапаны обратные	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	Задвижки	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	—
1,0(10)	1,0(10*)	—10	+200	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	—
1,0(10)	1,0(10)	—40	+300	»	—
1,0(10)	1,6(16)	—10	+225	Вентили запорные	15ч8бр
1,0(10)	1,6(16)	—10	+225	То же	15ч8п2
1,0(10)	1,6(16)	—10	+50	»	15кч18р2
1,6(16)	1,6(16)	—30	+200	»	15кч18п
1,6(16)	1,6(16)	—30	+225	Вентили запорные	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+225	То же	—
1,6(16)	2,5(25)	—30	+300	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—10	+50	Клапаны обратные	16кч11р
1,6(16)	2,5(25)	—30	+300	То же	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+400	Клапаны предохранительные	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	Задвижки	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Клапаны предохранительные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	То же	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Задвижки	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+400	То же	—
4,0(40)	4,0(40)	—	+100	Вентили регулирующие	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+400	Вентили запорные	К321168
6,4(64)	6,4(64)	—40	+425	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+200	Клапаны регулирующие	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+200	То же	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+225	»	ПОУ-7 ПОУ-10
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	Задвижки	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	»	—
10(100)	16(160)	—40	+300	Вентили запорные	П322038
10(100)	16(160)	—40	+450	То же	—

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
и негорючие (НГ) вещества					
—	—	—	—	11ч12бк	11ч12бк
11ч6бк2	11ч6бк2	11ч6бк2	11ч6бк2		
11ч18бк	11ч18бк	11ч18бк	11ч18бк	11ч18бк	11ч18бк
—	15ч64п	—	15ч64п	15ч64п	15ч64п
—	—	—	—	15ч95эм	15ч95эм
—	—	—	19ч15гм	19ч15гм	19ч15гм
—	—	—	19ч16бр	19ч21бр	19ч21бр
11ч6бк	11ч6бк	11ч6бк	11ч6бк	11ч6бк	—
—	11ч38п	11ч38п	11ч38п	11ч38п	11ч37п
15ч8р2	15ч8р2	15ч8р2	15ч8р2	15ч8р	—
—	15ч75гм1	15ч75гм1	15ч75гм1	—	—
15ч93эм	15ч94эм	—	—	—	—
—	—	15ч94эм	15ч94эм	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр
—	—	—	—	—	30ч906бр
—	—	—	АС12004	АС12004	АС12004
—	—	—	31ч6бр	31ч6бр	31ч6бр
—	—	—	31ч11нж*	31ч6нж	31ч6нж
—	—	—	—	—	31ч906нж
—	—	—	—	—	—
15ч8бр	—	15ч8бр	15ч8бр	—	—
15ч8п2	15ч8п2	15ч8п2	15ч8п2	—	—
15кч18р2	15кч18р2	15кч18р2	15кч18р2	—	—
15кч18п	15кч18п	15кч18п	15кч18п	—	—
—	15кч19п1	15кч19п1	15кч19п1	—	—
—	—	15кч16п1	15кч16п1	15кч16п1	—
—	—	15кч16нж	15кч16нж	15кч16нж	—
16кч11р	16кч11р	16кч11р	16кч11р	—	—
—	—	16кч9нж	16кч9нж	16кч9нж	—
—	—	—	17с22нж	17с22нж	—
—	—	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16
—	—	—	17с63нж	17с63нж	—
—	—	—	—	17с64нж	—
—	—	—	—	—	3296
—	—	15с22нж	15с22нж	15с22нж	15с22нж
—	—	—	15с922нж	15с922нж	15с922нж
—	ВР1-1-40	—	—	—	—
—	—	16с13нж	16с13нж	16с13нж	16с13нж
К321168	К321168	К321168	—	—	—
—	—	—	19с38нж	19с38нж	19с38нж
—	25с48нжМ1	25с48нжМ1	—	—	—
	25с50нжМ1	25с50нжМ1			
—	—	—	25с50нжМ1	25с50нжМ1	25с50нжМ1
ПОУ-7			25с48нжМ1	25с48нжМ1	25с48нж
ПОУ-10					
—	—	—	30с76нжМ	30с76нжМ	30с76нжМ
—	—	—	—	—	—
П322038	П322038	—	—	—	—
—	—	ВКС	ВКС	—	—

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		15
				Среда — трудногорючие (ТГ)	
10(100)	10(100)	—	+100	Вентили регулирующие	—
10(100)	16(160)	—40	+450	Клапаны обратные	—
10(100)	16(160)	—40	—	То же	КП-160
10(100)	10(100)	См. табл. 8		Клапаны предохранительные	—
10(100)	10(100)	То же		То же	—
10(100)	16(160)	—40	+450	»	—
10(100)	16(160)	—40	225	Клапаны регулирующие	ПОУ-8-9 ПОУ-11-12
10(100)	16(160)	—40	+450	То же	ЗКС-160

P_y, МПа (кгс/см²)		$t_{доп}$, °С		Арматура	
трубопровода	арматуры	от	до		150
				Среда — трудногорючие (ТГ)	
0,6(6)	0,6(6)	—10	+100	Краны проходные	11ч12бк
0,6(6)	0,6(6)	—10	+90	Вентили запорные	15ч91эм2
0,6(6)	0,6(6)	—	+65	Клапаны обратные	19ч15гм
0,6(6)	1,0(10)	—10	+200	То же	—
0,6(6)	1,6(16)	—10	+200	»	19ч21бр
0,6(6)	0,6(6)	—40	+300	Задвижки	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	Клапаны обратные	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+120	То же	—
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	Задвижки	30ч6бр
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	30ч906бр
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	АС12004
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	31ч6бр
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	31ч6нж
1,0(10)	1,0(10)	—10	+200	»	31ч906нж
1,0(10)	1,0(10)	—40	+300	»	30с42нж
1,6(16)	1,6(16)	—40	+425	»	—
1,6(16)	1,6(16)	—40	+450	»	ЗКЛ2-16
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	Клапаны предохранительные	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+425	То же	—
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Задвижки	30с98нж
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	»	30с97нж
2,5(25)	2,5(25)	—40	+300	Задвижки	30с997нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Вентили запорные	15с22нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	Клапаны обратные	16с13нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+300	Клапаны регулирующие	—
4,0(40)	4,0(40)	—40	+425	То же	19с17нж
4,0(40)	4,0(40)	—40	+450	»	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+400	Вентили запорные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+200	Клапаны обратные	—
6,4(64)	6,4(64)	—40	+200	Клапаны регулирующие	25с50нжМ1 25с48нж
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	Задвижки	30с76нжМ
6,4(64)	6,4(64)	—40	+300	»	—
10(100)	16(160)	—40	+450	Клапаны обратные	19с10нж
10(100)	16(160)	—40	+450	Клапаны регулирующие	—

Продолжение табл. 7

D_y, мм					
20	25	40	50	80	100
и негорючие (НГ) вещества					
—	ВРЭ-1	—	—	—	—
—	—	КП-160-1	19с10нж	19с10нж	19с10нж
КП-160	КП-160	—	—	—	—
—	СППКМ-100	—	—	—	—
—	СППКМ-100	—	—	—	—
—	—	—	СППК4Р-160 СППК4-160	СППК4Р-160 СППК4-160	—
ПОУ-8-9 ПОУ-11-12	—	—	—	—	—
ЗКС-160	ЗКС-160	ЗКС-160	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160	ЗКЛ2-160

D_y, мм					
200	250	300	400	500	600
и негорючие (НГ) вещества					
11ч12бк	—	—	—	—	—
15ч91эм2	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
19ч21бр	19ч21бр	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	ПГ11096	30с14нж1	30с14нж1
—	—	19ч21бр	19ч21бр	19ч21бр	19ч21бр
—	—	19ч21р	19ч21р	19ч21р	19ч21р
30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр	30ч6бр	—	—
30ч906бр	30ч906бр	30ч906бр	30ч6бр	—	—
АС12004	—	—	—	—	—
31ч6бр	31ч6бр	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
31ч906бр	31ч906бр	—	—	—	—
30с42нж	30с42нж	30с42нж	—	—	—
—	—	МА11021.10	—	—	—
ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	—	ЗКЛ2-16	ЗКЛ2-16	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	30с572нж	30с527нж	—
30с97нж	30с97нж	—	30с972нж	30с927нж1	—
30с997нж	30с997нж	—	—	—	—
15с22нж	—	—	—	—	—
16с13нж	—	—	—	—	—
—	25с40нжМ 25с42нжМ	25с42нжМ 25с40нжМ	—	—	—
18с17нж	—	—	—	—	—
—	—	19с47нж	19с47нж	—	18с47нж
—	—	—	—	—	—
—	—	—	19с42нж	—	—
25с50нж1 25с48нж	—	—	—	—	—
30с76нж	30с76нж	30с576нж	—	30с375нж	—
30с976нж	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

Таблица 8. Допускаемые температуры применения трубопроводной арматуры, °С, в зависимости от материального исполнения

Тип и марка арматуры	Марка стали		
	углеродистая сталь	12Х18Н9ТЛ	12Х18Н12М3ТЛ
Предохранительные клапаны			
СППК4-16	450	600	200
СППК4-40	450	600	—
СППК4Р-40	450	600	200
СППК4-64	450	600	—
СППК4Р-64	450	600	—
СППК4-160	450	600	200
СППК4Р-160	450	600	—
Обратные клапаны КП-160	300	600	—
Вентили ВМ	300	—	—
Задвижки			
ЗКЛ2-16	450	510	—
ЗКЛПЭ-16	450	510	—
ЗКЛ2-40	450	—	600
ЗКЛ2-160	—	600	200

Примечание. Допускаемая температура для КП-160 из стали 15Х5М — 300 °С; для ВМ из сталей 15Х5М, 12Х18Н10Т — 300 °С, а из стали 10Х17Н13М2Т — 100 °С.

Таблица 9. Нормы герметичности затворов арматуры (кроме вентилей) при испытании водой

Условный проход D_y, мм	Пропуск воды, см³/мин, для классов герметичности			Условный проход D_y, мм	Пропуск воды, см³/мин, для классов герметичности		
	I	II	III		I	II	III
25	0,02	0,06	0,2	150	0,30	0,90	3,0
32	0,03	0,10	0,3	200	0,45	1,30	4,5
40	0,04	0,12	0,4	250	0,65	2,00	6,5
50	0,06	0,18	0,6	300	0,80	2,50	8,0
65	0,09	0,25	0,9	350	1,10	3,50	11,0
80	0,11	0,35	1,1	400	1,30	4,00	13,0
100	0,16	0,50	1,6	500	1,70	5,00	17,0
125	0,22	0,65	2,2	600	2,40	7,00	24,0

Таблица 10. Нормы герметичности затворов вентилей при испытании водой

Условный проход D_y, мм	Пропуск воды, см³/мин, для классов герметичности:			Условный проход D_y, мм	Пропуск воды, см³/мин, для классов герметичности:		
	I	II	III		I	II	III
25	0,01	0,02	0,06	125	0,06	0,20	0,60
32	0,01	0,03	0,09	150	0,10	0,25	1,00
40	0,01	0,04	0,10	200	0,15	0,40	1,50
50	0,02	0,05	0,20	250	0,20	0,60	2,00
65	0,03	0,08	0,30	300	0,25	0,80	2,50
80	0,04	0,10	0,40	350	0,30	1,00	3,00
100	0,05	0,15	0,50	400	0,40	1,20	4,00

Таблица 11. Нормы герметичности затворов арматуры (кроме вентилей) при испытании воздухом

Давление условное, P_y, МПа (кгс/см²)	Класс герметичности затвора	Пропуск воздуха, см³/мин при D_y, мм, арматуры																					
		25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600						
0,25(2,5)	I	1,5	2,0	3	4	6	8	11	15	22	30	45	60	70	90	120	160						
	II	4,5	6,0	9	12	18	25	35	45	60	90	140	180	200	250	350	500						
0,6(6,0)	I	2,5	4,0	5	7	10	13	20	26	40	55	80	110	130	150	220	320						
	II	8,0	12,0	15	20	30	40	60	80	120	150	250	350	400	450	650	800						
1,0(10,0)	I	4,0	5,5	7	10	15	20	30	40	55	80	120	160	200	230	320	440						
	II	12,0	16,0	20	30	45	60	90	120	150	250	350	500	600	800	1000	1300						
1,6(16,0)	I	5,0	8,0	11	15	24	30	45	60	90	120	180	250	300	350	500	650						
	II	15,0	25,0	30	45	70	90	140	180	250	350	550	800	900	1000	1500	2000						
2,5(25,0)	I	8	12	15	24	32	45	60	90	120	180	250	350	450	500	700	1000						
	II	25	35	45	70	100	140	180	250	350	550	800	1000	1400	1500	2000	3000						
4,0(40,0)	I	12	20	25	35	50	65	100	130	180	270	400	550	700	800	1100	1500						
	II	35	60	80	100	150	200	300	400	550	800	1200	1500	2000	2500	3500	4500						
6,4(64,0)	I	20	30	40	60	90	120	150	220	300	450	650	900	1200	1300	1800	2400						
	II	60	90	120	180	250	350	450	700	900	1400	2000	2500	3500	4000	5500	7000						
16,0(160,0)	I	30	45	60	90	130	170	250	350	500	700	1000	1300	1700	2000	2900	4000						
	II	90	140	180	250	400	500	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	9000	12000						
	I	50	65	90	130	200	260	400	550	700	1100	1500	2200	2600	3000	4500	6000						
	II	150	200	250	400	600	800	1200	1500	2000	3000	4500	6500	8000	9000	14000	18000						

Таблица 12. Нормы герметичности затворов вентилей при испытании воздухом

P_y, МПа (кгс/см²)	Класс герметичности затвора	Пропуск воздуха, см³/мин, при D_y, мм, вентилей													
		25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
0,25(2,5)	I	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	2	3	4	6	9	13	18	20	25
	II	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7	10	13	18	25	40	50	60	75
0,6(6,0)	I	0,8	1,2	1,5	2,0	3,0	4	6	8	12	16	25	30	40	45
	II	2,5	3,5	4,5	6,0	9,0	12	18	25	35	45	75	100	120	130
1,0(10,0)	I	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6	9	12	16	25	35	45	60	65
	II	3,5	5,0	6,0	9,0	13,0	18	25	35	45	75	100	150	180	200
1,6(16,0)	I	1,5	2,0	3,0	4,0	7,0	8	13	18	25	35	50	70	90	100
	II	4,5	7,0	9,0	13,0	20,0	25	40	50	80	100	160	200	250	300
2,5(25,0)	I	2	3,5	4	7	10	13	18	25	35	50	70	100	120	150
	II	7	10,0	13	20	30	40	50	80	100	160	200	300	400	450
4,0(40,0)	I	3	6,0	7	10	15	20	30	35	50	80	120	150	200	250
	II	10	18,0	25	30	45	60	90	120	150	250	350	450	600	800
6,4(64,0)	I	6	8,0	13	17	25	35	45	65	90	130	200	250	350	400
	II	18	25,0	35	50	80	100	130	200	250	400	600	750	1000	1200
10,0(100,0)	I	10	12,0	18	26	40	50	70	100	150	200	300	400	500	600
	II	25	40,0	50	80	120	150	220	300	450	600	900	1300	1500	1800
16,0(160,0)	I	15	18,0	26	30	55	70	120	170	200	320	450	600	750	900
	II	45	60,0	80	120	180	250	360	450	600	900	1200	2000	2000	2500

Таблица 13. Пределы применения чугунной арматуры

$P_{изб}$, МПа (кгс/см²)	t среды, °С, не более	D_y, мм, не более	Марка чугуна (ГОСТ)	
1,6(16)	300	80	Не ниже КЧ (ГОСТ 1215—79)	30-6
1,0(10)	200	300	Не ниже СЧ (ГОСТ 1412—79)	18-36
0,6(6,0)	120	600	То же	
0,25(2,5)	120	1600	»	

Таблица 14. Выбор материала для изготовления крепежных деталей

Марка стали	ГОСТ или ТУ	Шпильки (болты)		
		t, °С		P_y, МПа (кгс/см²)
		от	до	
ВСт3сп4	380—71	—20	+300	До 2,5(25)
10	1050—74	—	—	—
20, 25	1050—74	—40	+425	До 2,5(25)
30, 35, 40, 45	1050—74	—40	+425	До 10,0(100)
35Х, 40Х, 38ХА	4543—71	—40	+425	До 20,0(200)
30ХМА, 35ХМ	4543—71	—40	+450	
20Х13(2Х13)	18968—73	—40	+450	Не ограничено
25Х1МФ	20072—74	—40	+510	»
25Х2М1Ф	20072—74	—40	+535	»
20Х1М1Ф1ТР	20072—74	—40	+580	»
20ХН3А, 10Г2	4543—71	—70	+425	»
12Х18Н10Т	5632—72	—	—	—
45Х14Н14В2М	5632—72	—80	+600	»
08Х14Н20В2ТР	ТУ 14-1-1032—74			
10Х17Н13М3Т	5632—72	—253	+600	»

Примечание. Допускается изготовление крепежных деталей из сталей других марок,

Таблица 15. Механические свойства

Марка стали	ГОСТ или ТУ	Размер профиля, мм	σ_t, кгс/мм², не менее	$\sigma_в$, кгс/мм², не менее	δ_5, %, не менее
ВСт3сп4	380—71	⩽40	24	38	25
20	1050—74		25	42	25
25	1050—74	⩽60	28	46	23
35	1050—74		32	54	20
10Г2	1050—74	—	25	43	22
35Х, 38ХА	4543—71	100	60	75	14
38ХМ, 30ХМА	4543—71	100	65	80	13
20ХН3А	4543—71	100	65	80	13
25Х1МФ	20072—74	200	68	80	16
25Х2М1Ф	20072—74	200	68	80	12
20Х1М1Ф1ТР	20072—74	200	68	80	15
12Х18Н10Т	5632—72	60	20	52	40
45Х14Н14В2М	5632—72	—	32	72	20
08Х14Н20В2ТР	ТУ 14-1-1032—74	—	60	80	18

Примечания: 1. В таблице приняты следующие обозначения: σ_t — предел текучести; ния; $a_н$ — ударная вязкость.

2. Для стали марки ВСт3сп4 механические свойства приведены в горячекатаном

в зависимости от условий применения

Гайки			Шайбы		
t, °С		P_y, МПа (кгс/см²)	t, °С		P_y, МПа (кгс/см²)
от	до		от	до	
—20	+300	До 2,5(25)	—20	+300	До 10,0(100)
—	—	—	—40	+450	До 10,0(100)
—40	+425	До 2,5(25)	—40	+450	До 10,0(100)
—40	+425	До 20,0(200)	—40	+450	До 20,0(200)
—40	+450	До 20,0(200)	—70	+450	Не ограничено
—40	+510	Не ограничено	—70	+450	То же
То же		То же	То же		»
—40	+540	»	—70	+540	»
—40	+565	»	—	—	
—50	+580	»	—	—	
—70	+425	»	—70	+425	Не ограничено
—80	+600	»	—80	+600	То же
—70	+600	»	—70	+600	»
—253	+600	»	—253	+600	»

если по техническим требованиям они не хуже приведенных.

сталей для крепежных деталей

ψ, %, не менее	$a_н$ при 20 °С, кгс/см², не менее	Шпильки (болты)		Гайки	
		диаметр отпечатка, d, мм	твердость по Бринеллю, НВ	диаметр отпечатка, d, мм	твердость по Бринеллю, НВ
—	9 (3—при —20°С)	—	—	—	—
55	9	5,00—4,60	143	⩽5,1	137
50	9	4,90—4,50	149	⩽5,0	143
45	7	4,80—4,40	156—187	⩽4,9	149
50	6 (3—при —70 °С)	—	—	—	—
45	6	3,95—3,65	235—277	4,1—4,3	217—197
42	6	4,00—3,60	229—285	4,1—4,4	217—187
50	6 (3—при —70 °С)	3,80	225	4,0	229
50	6	3,90—3,65	241—277	4,0—4,3	229—197
50	5	3,90—3,65	241—277	4,0—4,3	229—197
50	6	3,90—3,65	241—277	4,3	229—197
55	—	—	—	—	—
35	5	—	250	—	—
30	8	—	—	—	—

$\sigma_в$ — предел прочности; δ_5 — относительное удлинение; Ψ — сужение поперечного сече- состоянии, для остальных — в термообработанном.

Таблица 16. Режимы термической обработки заготовок или готовых крепежных изделий

Марка стали	ГОСТ или ТУ	Температура, °С	
		закалки (З), нормализации (Н)	отпуска
20, 25, 30	1050—74	870—890 (Н)	620—680
35, 40, 45	1050—74	850—890 (Н)	600—680
10Г2	4543—71	910—930 (Н)	—
35Х, 40Х	4543—71	820—840 (З), масло	500—560, масло
30ХА	4543—71	850—870 (З), вода или масло	550—580, вода или масло
30ХМ, 30ХМА	4543—71	870—890 (З), вода или масло	540—560
35ХМ	4543—71	850—870 (З), масло	560—600
20ХН3А	4543—71	820—840 (З), масло	500—560, масло
25Х1МФ	20072—74	930—950 (З), масло	620—660
25Х2М1Ф	20072—74	1030—1050 (Н), 950—970 (Н)	680—700
20Х1М1Ф1ТР	20072—74	970—990 (З), масло	680—720
12Х11Н10Т	5949—75	1020—1100 (З), воздух, масло или вода	—
45Х14Н14В2М	5949—75	1090—1110 (З), вода	730—770, старение, воздух
08Х14Н20В2ТР	ТУ 14-1-1032—74	—	700, старение 16 ч

Таблица 17. Применение материалов прокладок

Прокладки: материал	Прокладки: ГОСТ, нормаль, ТУ	Предельная температура, °С: ст	Предельная температура, °С: ир	Предел длительного давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев: гладкой	Предел длительного давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев: выступ-впадина	Предел длительного давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев: шип-паз	Предел длительного давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев: под кольцевую прокладку овального сечения	Среда
Пластины резиновые и резинотканевые тепломорозокислотощелочестойкие (ТКМЩ)	7338—77, классы: М, $С_1$, П, $С_1$, $П_1$, $С_2$, $П_2$	—45	+90	0,1(1,0)	1,0(10,0)	1,0(10,0)	—	Вода техническая и сточная, растворы солей с концентрациями до предела насыщения, морская вода, щелочи, содержащем растворенного вещества не более 20%, кислота — не более 20%, воздух, инертные газы и азот
		—30	+80					
		—45	+80					
		—60	+80					
Пластины резиновые и резинотканевые маслостойкие (МС)	7338—77, классы: М, $С_1$, $П_1$, $М_1$, $С_1$, $П_1$	—30	+80	0,1(1,0)	1,0(10,0)	1,0(10,0)	—	Жиры, масла, эмульсии, масла нефтяные, газы, пары
		—40	+80					
Пластины резинотканевые маслобензостойкие (МБС)	7338—77, классы: М, $С_1$, П, $М_1$, $С_1$, $П_1$	—30	+80	0,1(1,0)	1,0(10,0)	1,0(10,0)	—	Жиры, масла, эмульсии, масла нефтяные, жидкие углеводороды, бензин, газы и пары
		—40	+80					
Паронит общего назначения (ПОН)	481—80	—	+250	2,5(25,0)	6,4(64)	—	—	Пресная перегретая вода
		—	+450	2,5(25,0)	6,4(64)	—	—	Насыщенный и перегретый пар
		—50	+100	1,6(10,0)	—	—	—	Воздух
		—50	+450	2,5(25,0)	6,4(64)	—	—	Сухие нейтральные и инертные газы
		—15	+100	2,5(25,0)	—	—	—	Водные растворы солей
		—40	+150	1,6(16,0)	2,5(25,0)	—	—	Жидкий и газообразный аммиак
		—	+150	1,6(16,0)	—	—	—	Спирт

Продолжение табл. 17

Прокладки		Предельная температура, °С		Предел давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев				Среда
материал	ГОСТ, нормаль, ТУ	от	до	гладкой	выступ-впадина	шип-паз	под кольцевую прокладку овального сечения	
		—	+200	2,5(25,0)	6,4(64)	—	Вакуум от 50 до 99%	Тяжелые нефтепродукты (соляровое масло, дизельное топливо, мазут, парафин, гудрон, асфальт, битум)
		—	+150	2,5(25,0)	—	—	—	Легкие нефтепродукты (газойль, рефлюкс, бензин, керосин)
		—182	—	0,25(2,5)	—	—	—	Жидкий кислород
Паронит маслобензостойкий (ПМБ)	481—80	—	+50	2,5(25,0)	4,0(40,0)	—	—	Морская вода
		—40	+150	2,5(25,0)	10,0(100,0)	10,0 (100,0)	—	Рассолы
		—40	+150	1,6(16,0)	2,5(25,0)	2,5(25,0)	—	Аммиак жидкий и газообразный
		—	+490	2,5(25,0)	6,4(64,0)	6,4(64,0)	—	Коксовый газ
		—182	—	0,25(2,5)	—	—	—	Жидкий кислород и азот
		—	+150	2,5(25,0)	5,0(50)	5,0(50)	—	Газообразный кислород и азот
		—40	+60	1,6(16,0)	—	—	—	Сжиженные и газообразные углеводороды (C_1—C_5)
		—	+150	1,0(10,0)	—	—	—	Расплав воска
		—	+300	2,0(20,0)	—	—	—	Тяжелые нефтепродукты (соляровое масло, дизельное топливо, мазут, парафин, гудрон, асфальт, битум)
ПОН-1		+250	—	4,5(45)	—	—	—	Пресная перегретая вода
		+450	—	4,5(45)	—	—	—	Насыщенный и перегретый пар
		—40	+150	2,5(25)	—	—	—	Жидкий и газообразный аммиак

		+120	—	2,3(23)	—	—	—	Тяжелые нефтепродукты (соляровое масло, дизельное топливо, мазут, парафин, гудрон, асфальт, битум)
		+175	—	1,2(12)	—	—	—	Легкие нефтепродукты (газойль, рефлюкс, бензин, керосин)
		—182	—	2,5(25)	—	—	—	Жидкий кислород
		—15	+100	2,5(25)				Водные растворы солей
		—	+200	2,5(25,0)	—	Вакуум от 50 до 99%	—	Легкие нефтепродукты (газойль, рефлюкс, бензин, керосин)
		—	+150	2,5(25,0)	—	То же	—	Масла (дизельное, автомобильное, авиационное, индустриальное, турбинное, трансформаторное)
Паронит маслобензостойкий (ПМБ-1)	481—80	—40	+250	2,5(25,0)	16,0(160)	16,0(160)	—	Тяжелые нефтепродукты (соляровое масло, дизельное топливо, мазут, парафин, гудрон, асфальт, битум)
		—40	+250	2,5(25,0)	16,0(160)	16,0(160)	—	Легкие нефтепродукты (газойль, рефлюкс, бензин, керосин)
		—40	+250	2,5(25,0)	16,0(160)	16,0(160)	—	Масла (дизельное, автомобильное, авиационное, индустриальное, турбинное, трансформаторное)
		—50	+150	—	2,5(25,0)	—	—	Хладоны 12, 22, 114В-2
Паронит кислотостойкий (ПК)	481—80	—	+200	2,5(25,0)	2,5(25,0)	—	—	Минеральные кислоты (серная, азотная, соляная)
		—	+150	1,0(10,0)	—	—	—	Органические растворители (скипидар, дихлорэтан, бензол, толуол, ксилол)
Паронит армированный сеткой (ПА)	481—80	—	+450	4,0(40,0)	10,0(100)	—	—	Пар водяной насыщенный и перегретый

Продолжение табл. 17

Прокладки		Предельная температура, °С		Предел давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев				Среда
материал	ГОСТ, нормаль, ТУ	от	до	гладкой	выступ-впадина	шип-паз	под кольцевую прокладку овального сечения	
		—	+250	4,0(40,0)	7,5(75)	—	—	Сухие газы (нейтральные, инертные), воздух
		—	+400	2,5(25)	7,5(75)	Вакуум от 50 до 99%	—	Тяжелые нефтепродукты (соляровое масло, дизельное топливо)
		—	+200	2,5(25,0)	7,5(75)	То же	—	Легкие нефтепродукты (газойль, рефлюкс, бензин, керосин)
Паронит электролизерный (ПЭ)	481—80	—	+180	2,5(25,0)	—	—	—	Щелочи концентрацией 300—400 г/л, водород, кислород
		—15	+150	1,6(16,0)	2,5(25,0)	—	—	Жидкий и газообразный аммиак
		—	+200	0,6(6,0)	—	—	—	
		—	+100	2,5(25,0)	2,5(25,0)	—	—	Азотная кислота, 10%-ный раствор
Картон прокладочный пропитанный марки А	9347—74*	—	+40	1,0(10,0)	—	—	—	Вода
Картон асбестовый	2850—80	—15	+450	0,30(3,0)	—	—	—	Углеводороды жидкие и газообразные, в том числе мазут, масла, смолы и т. п.
Пластикат поливинилхлоридный	ОСТ 6-19-503—79	—15	+40	1,0(10,0)	4,0(40,0)	—	—	Жирные кислоты, аммиак, метиловый спирт, кислоты — азотная (56%), серная (75%), фосфорная (100%), а также сернистая и соляная любой концентрации; гидроксид натрия (40—60%)
Фибра листовая техническая	14613—83Е	—15	+80	1,0(10,0)	1,6(16,0)	Вакуум от 50 до 99%	—	Нейтральные газовые среды
Фторопласт-4	10007—80	—269	+250	—	—	2,5(25,0)	—	Кислоты и щелочи любой концентрации, растворители
Листы из алюминиевого сплава марки АМц, отожженные	21631—76	—196	+250	1,6(16,0)	4,0(40,0)	Вакуум от 50 до 99%	—	Углеводороды жидкие и газообразные, в том числе мазут, масла, смолы и другие неагрессивные среды
Алюминий марки А3	11069—74	—	+425	1,6(16,0)	4,0(40,0)	То же	—	То же
Медь листовая мягкая, марки М2	495—77	—196	+250	2,5(25,0)	10,0(100,0)	»	—	Вода перегретая, пар водяной, жидкие и газообразные нефтепродукты
Свинец марка С2	3778—77	—15	+50	0,6(6,0)	—	»	—	Морская вода, растворы серной кислоты 0,5—80%, сернистой кислоты, уксусной кислоты (1—60%), хлор чистый газообразный и сжиженный
Прокладки асбомедные гофрированные и плоские	ОСТ 26-844—73	—70	+315	2,5(25,0)	6,4(64,0)	—	—	Фенол, ацетон, бензол, толуол, влажный водяной пар
Прокладки асбоалюминиевые гофрированные и плоские	ОСТ 26-844—73	—70	+425	2,5(25,0)	6,4(64,0)	—	—	Легкие и тяжелые нефтепродукты, углеводороды газообразные, нефтепродукты, содержащие сероводород и меркаптаны, сухой водяной пар, двуокись углерода, доменные и дымовые газы
Прокладки спирально-навитые	ТУ 38114233—81 тип I	—	+400	2,5(25,0)	25,0(250)	—	—	Пар, вода и другие неагрессивные среды
	тип II	—	+250	1,6(16,0)	1,6(16,0)	—	—	Кислоты, щелочи, окислители и другие агрессивные среды
	тип III	—	+600	2,5(25,0)	25,0(250)	—	—	Пар, сухие газы, тяжелые нефтепродукты

Продолжение табл. 17

Прокладки		Предельная температура, °С		Предел давления $P_{раб}$, МПа (кгс/см²) при уплотнительной поверхности фланцев				Среда
материал	ГОСТ, нормаль, ТУ	от	до	гладкой	выступ-впадина	шип-паз	под кольцевую прокладку овального сечения	
Прокладки зубчатые из низкоуглеродистой стали	По специальным чертежам	—40	+470	—	10,0(100)	—	—	Углеводороды жидкие и газообразные (бензин, масла, смолы и др.), водяной пар, газы и пары нейтральные
Прокладки зубчатые из стали марки 12Х18Н10Т	По специальным чертежам	—196	+700	—	10,0(100,0)	—	—	То же
Прокладки зубчатые медные	То же	—196	+250	—	10,0(100,0)	—	—	»
Прокладки кольцевые овального сечения из низкоуглеродистой стали марки 08кп	ОСТ 26-845—73	—40	+475	—	—	—	16,0(160)	»
Прокладки кольцевые овального сечения из стали марки 08Х18Н10Т	ОСТ 26-845—73	—196	+700	—	—	—	16,0(160)	»

Таблица 18. Средний коэффициент линейного расширения углеродистых и легированных сталей, мм/м пог. длины на 100 °С)

Марка стали	Температура, °С						
	50	100	200	300	400	500	600
10	1,20	1,240	1,320	1,390	1,45	1,485	1,510
20	1,18	1,225	1,305	1,375	1,43	1,475	1,505
15ХМ	1,15	1,220	1,295	1,330	1,37	1,400	1,430
12Х1МФ	1,17	1,240	1,300	1,360	1,40	1,440	1,470
12Х18Н10Т	1,60	1,660	1,700	1,760	1,80	1,830	1,855
15Х5М	—	1,130	1,160	1,190	1,22	1,250	1,250
15Х5М-у	—	1,130	1,160	1,190	1,22	1,230	1,250

Таблица 19. Компенсирующая способность Δ, мм, осевых линзовых компенсаторов с различным числом линз (по ОСТ 34-42-309—76 — ОСТ 34-42-312—76, ОСТ 34-42-325—77 — ОСТ 34-42-328—77)

Условный проход D_y, мм	P_y=0,6 МПа (6 кгс/см²)				P_y=1,0 МПа (10 кгс/см²)				P_y=1,6 МПа (16 кгс/см²)			
	Одно-линзовый	Двухлинзовый	Трехлинзовый	Четырехлинзовый	Одно-линзовый	Двухлинзовый	Трехлинзовый	Четырехлинзовый	Одно-линзовый	Двухлинзовый	Трехлинзовый	Четырехлинзовый
100; 125; 150; 200; 250; 300; 350	3,0 3,5	6 7	9,0 10,5	12 14	2,5	5	7,5	10	2,0	4,0	6,0	8,0
400; 450; 500; 600	4,0	8	12,0	16	3,0	6,0	9,0	12,0	2,5	5,0	7,5	10
700; 800; 900; 1000; 1200; 1400	4	8,0	12,0	16	2,5	5	7,5	10	2,5	5	7,5	10
1600; 1800; 2000; 2200	4	8,0	12,0	16	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 20. Варианты материального оформления деталей сильфонных компенсаторов

Шифр варианта	Сильфон	Патрубки, труба направляющая	Кольца опорные и ограничительные	Фланец	Обечайка внутренняя	Стойка, упор, планка, щека	Допускаемые температурные пределы применения, °С
I	08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	Сталь 20, гр. В ГОСТ 8731—74, ГОСТ 8733—74	Сталь 20 ГОСТ 1577—81	Сталь 20 ГОСТ 1050—74, ГОСТ 8479—70 (гр. IV, кл. 20 и 22)	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	16ГС-17 ГОСТ 5520—79	От —30 до +475
Ic	08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	09Г2С ТУ 14-3-500—76; 10Г2 ГОСТ 550—75	09Г2, 09Г2С, ГОСТ 19281—73, ГОСТ 19282—73	09Г2С ТУ 14-3-500—76	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	09Г2С ТУ 14-3-500—76	От —60 до +475
II	08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	15Х5М, гр. А, Б ГОСТ 550—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	15Х5М ГОСТ 7350—77 гр. М26	08Х13 ГОСТ 5582—75	12ХМ ГОСТ 5520—79, ТУ 14-1-642—73, ТУ 24-10-003—70	От 0 до +550
III	08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 9940—81	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5632—72, ГОСТ 7350—77 гр. М26	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5582—75	От —70 до +600
IV	08Х18Н10Т ГОСТ 5582—75	08Х18Н10Т ГОСТ 9940—81	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77, гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	08Х18Н10Т ГОСТ 5632—72	08Х18Н10Т ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5582—75	От —70 до +600
V	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5582—75	Сталь 20, гр. В ГОСТ 8731—74, ГОСТ 8733—74	Сталь 20 ГОСТ 1577—81	Сталь 20 ГОСТ 1050—74, ГОСТ 8479—70 (гр. IV, кл. 20 и 22)	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	16ГС-17 ГОСТ 5520—79	От —30 до +475
Vc	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5582—75	09Г2С ТУ 14-3-500—76, 10Г2 ГОСТ 550—75	09Г2С, 09Г2 ГОСТ 19281—73, ГОСТ 19282—73	09Г2С ТУ 14-3-500—76	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	09Г2С ТУ 14-3-500—76	От —60 до +475
VI	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5582—75	15Х5М ГОСТ 550—75, гр. А, Б	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77, гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	15Х5М ГОСТ 7350—77, гр. М26	08Х13 ГОСТ 5582—75	12ХМ ГОСТ 5520—79, ТУ14-1-642—73, ТУ24-10-003—70	От 0 до +550
VII	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5582—75	10Х17Н13М2Т ГОСТ 9940—81	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632—72, ГОСТ 7350—77 гр. М26	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М26, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	От —70 до +700
VIII	ХН32Т ГОСТ 24982—81	Сталь 20, гр. В ГОСТ 8731—74, ГОСТ 8733—74	Сталь 20 ГОСТ 1577—81	Сталь 20 ГОСТ 1050—74, ГОСТ 8479—70 (гр. IV, кл. 20)	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	16ГС—17 ГОСТ 5520—79	От —30 до +475
VIIIc	ХН32Т ГОСТ 24982—81	09Г2С ТУ 14-3-500—76, 10Г2 ГОСТ 550—75	09Г2С, 09Г2 ГОСТ 19281—73, ГОСТ 19282—73	09Г2С ТУ 14-3-500—76	ВСт3пс2 ГОСТ 14637—79	09Г2С ТУ 14-3-500—76	От —60 до +475

Продолжение табл. 20

Шифр варианта	Сильфон	Патрубки, труба направляющая	Кольца опорные и ограничительные	Фланец	Обечайка внутренняя	Стойка, упор, планка, щека	Допускаемые температурные пределы применения, °С
IX	ХН32Т ГОСТ 24982—81	15Х5М ГОСТ 550—75, гр. А, Б	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77, гр. М2б, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	15Х5М ГОСТ 7350—77, гр. М2б	08Х13 ГОСТ 5582—75	12ХМ ГОСТ 5520—79 ТУ 14-1-642—73 ТУ 24-10-003—70	От 0 до +550
X	ХН32Т ГОСТ 24982—81	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 9940—81	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М2б, ГОСТ 5949—75, ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5632—72, ГОСТ 7350—77 гр. М2б	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 5582—75	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10 ГОСТ 7350—77 гр. М2б, ГОСТ 5582—75	От —70 до +600

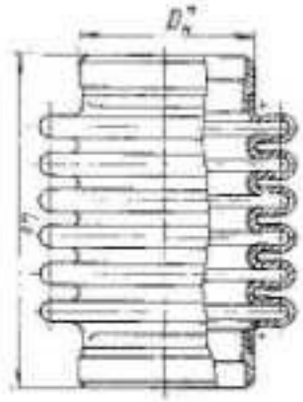
Примечания: 1. Вариант материального оформления IV предназначен для компенсаторов, применяемых для сред, вызывающих межкристаллитную коррозию.

2. Для вариантов материального оформления I, V, VIII допускается применение компенсаторов до —40 °С в случае изготовления патрубков с толщиной стенки до 12 мм.

3. Допускается изготовление патрубков из листовой стали 09Г2С—8 по ГОСТ 19282—73 для вариантов материального оформления Ic, Vc, VIIIc, из листовой стали группы М2б по ГОСТ 7350—77 соответствует: для вариантов материального оформления II, VI, IX — стали 15Х5М, III, IV — стали 08Х18Н10Т, 08Х18Н10, 12Х18Н10Т, VII — стали 10Х17Н13М2Т.

4. Компенсаторы варианта материального оформления VIII—X поставляются по предварительному согласованию с заводом-изготовителем.

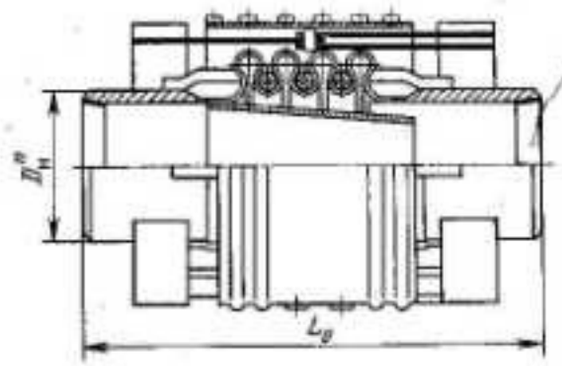
Таблица 21. Универсальные компенсаторы многоцелевые КМ-1 на условное давление 0,6 МПа (6 кгс/см²)



D_y	n	S_0	S	$D_н^п$	$D_н^э$	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$	$\Delta_ц(\pm\Delta_ц/2)$
				Размеры, мм				
150	3	2,5	6	159	237	242	21(±10,5)	21(±10,5)
	4					266	28(±14)	28(±14)
	6					374	42(±21)	42(±21)
	3					251	24(±12)	24(±12)
200	4	3,0	7	219	316	298	32(±16)	32(±16)
	6					392	48(±24)	48(±24)
	3					308	24(±12)	24(±12)
250	4	3,0	7	273	390	374	32(±16)	32(±16)
	6					506	48(±24)	48(±24)
	3					308	24(±12)	24(±12)
300	4	3,0	8	325	441	374	32(±16)	32(±16)
	6					506	48(±24)	48(±24)
	3					317	36(±18)	33(±16,5)
350	4	3,0	9	377	512	366	48(±24)	44(±22)
	6					524	72(±36)	66(±33)
	3					317	36(±18)	33(±16,5)
400	4	3,0	9	426	561	386	48(±24)	44(±22)
	6					524	72(±36)	66(±33)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 22. Угловые компенсаторы КУ-1



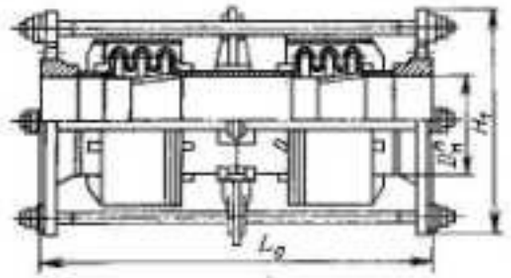
$P_у$, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм									
	$D_у$	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	α
1,0(10)	150	3	1,6	—	6	159	237	338	471	5°30′
		4							515	7 20
		6							603	11
	200	3	1,6	—	6	219	316	420	523	5 30
		4							570	7 20
		6							664	11
	250	3	2,0	—	7	273	390	507	640	5
		4							706	6 40
		6							838	10
	300	3	2,0	—	8	325	441	564	640	4 30
		4							706	6
		6							838	9
	350	3	2,5	—	9	377	512	648	711	4 30
		4							780	6
		6							918	9
	400	3	2,5	—	10	426	561	702	711	4 30
		4							780	6
		6							918	9
2,5(25)	150	3	1,6	—	6	159	238	349	471	3 15
		4							516	4 20
		6							606	6 30
	200	3	1,6	—	6	219	313	439	564	4
		4							618	5
		6							726	7 50
	250	3	1,6	—	7	273	367	493	617	4
		4							672	5
		6							782	7 50
	300	3	1,6	—	8	325	418	565	617	3 15
		4							672	4 20
		6							782	6 30
	350	3	1,6	—	9	377	493	647	303	4
		4							872	5
		6							1010	7 50
	400	3	1,6	—	9	426	542	716	803	3 15
		4							872	4 20
		6							1010	6 30

Продолжение табл. 22

$P_у$, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм									
	$D_у$	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	α
6,4(64)	150	3		2,2	10	159	238	445	540	3°
		4		(1,1×2)					584	4
	200	3		2,4	12	219	313	565	614	3
		4		(1,2×2)					668	4
	250	3		2,4	12	273	367	635	670	3
		4		(1,2×2)					724	4
	300	3		2,4	12	325	418	700	698	3
		4		(1,2×2)					752	4
	350	3		2,8	16	377	493	815	770	2°30′
		4		(1,4×2)					838	3 20
	400	3		2,8	16	426	542	880	818	2 30
		4		(1,4×2)					886	3 20

Примечание. Термины и буквенные обозначения геометрических и технических параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 23. Сдвиговые компенсаторы КС-3 с фланцами на условное давление 6,4 МПа (64 кгс/см²)

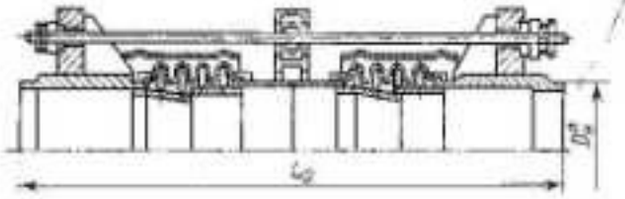


Размеры, мм

$D_у$	n	S_0	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	$\Delta_c(\pm\Delta_c/2)$
300	2×3	2,4	16	325	418	810	1430	80(±40)
	2×6	(1,2×2)					1790	200(±100)
400	2×3	2,8	16	426	542	990	1530	80(±40)
	2×6	(1,4×2)					1940	200(±100)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

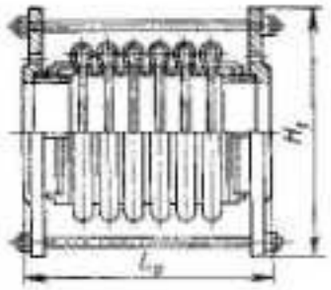
Таблица 24. Сдвиговые компенсаторы КС-2



P_y, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм									
	D_y	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	$\Delta_c(\pm\Delta_c/2)$
2,5(25)	150	2×4	1,6	—	6	159	238	480	1250	160(±80)
	200				6	219	313	570	1320	160(±80)
	250				7	273	367	630	1400	150(±75)
	300				8	325	418	670	1420	130(±65)
	350				9	377	493	775	1560	130(±65)
	400				9	426	542	820	1560	120(±60)
6,4(64)	150			2,2 (1,1×2)	8	159	238	475	1260	—
	200			2,4 (1,2×2)	9	219	313	558	1320	—
	250	2×4	1,6	2,4 (1,2×2)	10	273	367	642	1360	120(±60)
	300			2,4 (1,2×2)	12	325	418	692	1400	—
	350			2,8 (1,4×2)	14	377	493	790	1588	—
	400			2,8 (1,4×2)	14	426	542	860	1628	—

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 25. Сдвиговые компенсаторы КС-1



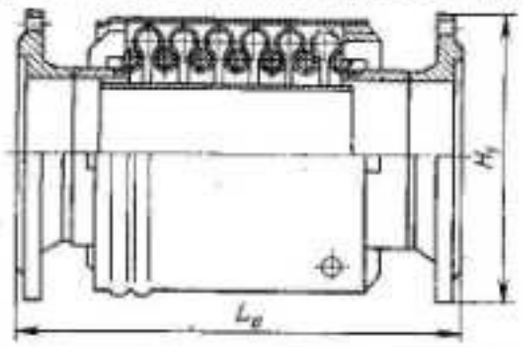
P_y, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм									
	D_y	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	$\Delta_c(\pm\Delta_c/2)$
1,6(16)	150	3	1,8	—	7	159	238	405	282	9(±4,5)
		4							326	12(±6)
		6							414	18(±9)
	200	3	2,0	—	8	219	313	460	295	12(±6)
		4							342	16(±8)
		6							436	24(±12)

Продолжение табл. 25

P_y, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм									
	D_y	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	H_1	L_0	$\Delta_c(\pm\Delta_c/2)$
1,6(16)	250	3	2,5	—	9	273	367	530	364	12(±6)
		4							430	16(±8)
		6							562	24(±12)
	300	3	2,5	—	10	325	418	630	374	12(±6)
		4							—	16(±8)
		6							572	24(±12)
	350	3	3,0	—	10	377	493	690	391	15(±7,5)
		4							460	20(±10)
		6							598	30(±15)
	400	3	3,0	—	11	426	542	750	399	15(±7,5)
		4							468	20(±10)
		6							606	30(±15)
2,5(25)	400	6	1,6	—	14	426	542	770	650	24(±12)
	150				7	159	238	410	426	10(±5)
	200				9	219	313	485	520	16(±8)
4,0(40)	250	6	1,6	—	10	273	367	600	544	16(±8)
	300				12	325	418	670	556	24(±12)
	350			2,0 (1,0×2)	14	377	493	695	650	24(±12)
	400			2,0 (1,0×2)	16	426	542	770	650	24(±12)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 26. Осевые компенсаторы КО-3 с фланцами



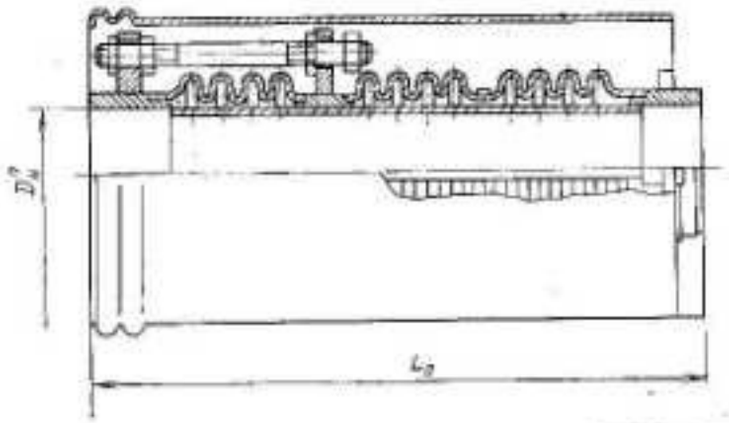
P_y, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм										
	D_y	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	$D_н^к$	H_1	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
1,0(10)	150	3	1,6	—	6	159	237	382	280	472	21(±10,5)
		4								516	28(±14)
		6								604	42(±21)
	200	3	1,6	—	6	219	316	365	335	483	33(±16,5)
		4								530	44(±22)
		6								624	66(±33)

Продолжение табл. 26

P_y, МПа (кгс/см²)	Размеры, мм										
	D_y	n	S_0	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	$D_н^к$	H_1	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
1,0(10)	250	3	2,0	—	7	273	390	440	390	566	33(±16,5)
		4								632	44(±22)
		6								764	66(±33)
	300	3	2,0	—	8	325	441	490	440	566	33(±16,5)
		4								632	44(±22)
		6								764	66(±33)
	350	3	2,5	—	9	377	512	560	500	575	39(19,5)
		4								644	52(±26)
		6								782	78(±39)
	400	3	2,5	—	10	426	561	610	563	575	39(±19,5)
		4								644	52(±26)
		6								782	78(±39)
2,5(25)	150	3	1,6	—	6	159	238	280	300	583	20(±10)
		4								578	26(±13)
		6								668	39(±19,5)
	200	3	1,6	—	6	219	313	355	360	620	28(±14)
		4								674	36(±18)
		6								782	54(±27)
	250	3	1,6	—	8	273	367	408	425	663	28(±14)
		4								718	36(±18)
		6								828	54(±27)
	300	3	1,6	—	8	325	418	460	485	675	28(±14)
		4								730	36(±18)
		6								840	54(±27)
	350	3	1,6	—	9	377	493	556	550	823	28(±14)
		4								892	(36±18)
		6								1030	54(±27)
	400	3	1,6	—	10	426	542	605	610	853	28(±14)
		4								922	36(±18)
		6								1060	54(±37)
6,4(64)	150	3		2,2 (1,1×2)	10	159	238	280	340	607	12(±6)
		4								652	16(±8)
	200	3		2,4 (1,2×2)	12	219	313	355	425	690	15(±7,5)
		4								744	20(±10)
	250	3		2,4 (1,2×2)	12	273	367	408	470	743	15(±7,5)
		4								798	20(±10)
	300	3		2,4 (1,2×2)	12	325	418	460	530	755	15(±7,5)
		4								810	20(±10)
	350	3		2,8 (1,4×2)	16	377	493	556	595	933	18(±9)
		4								1002	24(±12)
	400	3		2,8 (1,4×2)	16	426	542	605	670	963	18(±9)
		4								1032	24(±12)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

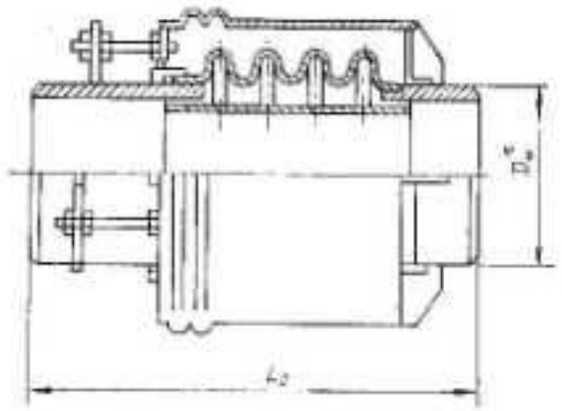
Таблица 27. *Многосекционные осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 2,5 МПа (25 кгс/см²) и S_0=1,6 мм*



Размеры, мм							
D_y	n	S	$D_н^п$	$D_н^с$	$D_н^к$	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
150	2×4	6	159	238	344	995	52(±26)
	3×4					1270	78(±39)
200	2×4	6	219	313	450	1098	72(±36)
	3×4					1414	108(±54)
250	2×4	8	273	367	504	1120	72(±36)
	3×4					1440	108(±54)
300	2×4	8	325	418	574	1135	72(±36)
	3×4					1455	108(±54)
350	2×4	9	377	493	664	1322	82(±41)
	3×4					1704	124(±62)
400	2×4	10	426	542	734	1338	82(±41)
	3×4					1718	124(±62)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 28. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 6,4 МПа (64 кгс/см²)

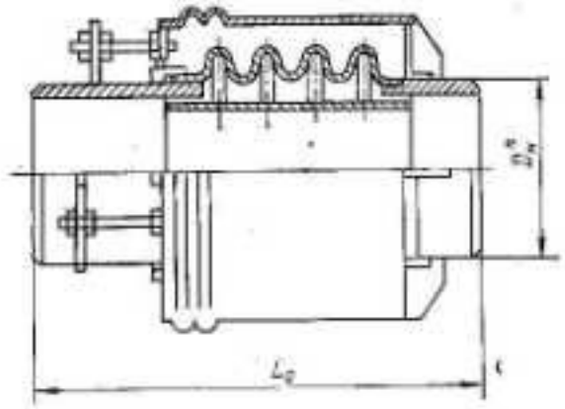


Размеры, мм

D_y	n	$S_м$	S	$D_н^п$	$D_н^с$	$D_н^к$	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
150	3	2,2	10	159	238	280	391	12(±6)
	4	(1,1×2)					436	16(±8)
200	3	2,4	12	219	313	355	518	15(±7,5)
	4	(1,2×2)						20(±10)
250	3	2,4	12	273	367	408	507	15(±7,5)
	4	(1,2×2)					562	20(±10)
300	3	2,4	12	325	418	460	507	15(±7,5)
	4	(1,2×2)					562	20(±10)
350	3	2,8	16	377	493	556	645	18(±9)
	4	(1,4×2)					714	24(±12)
400	3	2,8	16	426	542	605	645	18(±9)
	4	(1,4×2)					714	24(±12)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 29. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 2,5 МПа (25 кгс/см²)

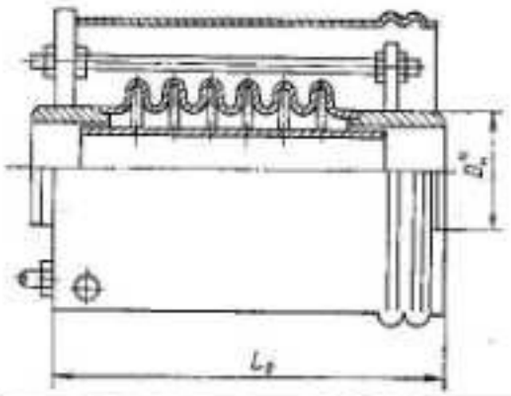


Размеры, мм

D_y	n	S_0	S	$D_н^п$	$D_н^б$	$D_н^к$	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
150	3	1,6	6	159	238	318	391	20(±10)
	4						436	26(±13)
	6						526	39(±19,5)
200	3	1,6	6	219	313	398	461	28(±14)
	4						516	36(±18)
	6						626	54(±27)
250	3	1,6	7	273	367	463	506	28(±14)
	4						561	36(±18)
	6						671	54(±27)
300	3	1,6	8	325	418	513	506	28(±14)
	4						561	36(±18)
	6						671	54(±27)
350	3	1,6	9	377	493	598	645	28(±14)
	4						714	36(±18)
	6						852	54(±27)
400	3	1,6	9	426	542	648	643	28(±14)
	4						712	36(±18)
	6						850	54(±27)

Примечание. Обозначения параметров компенсаторов приведены в примечании к табл. 30.

Таблица 30. Осевые компенсаторы КО-1 на условное давление 1,0 МПа (10 кгс/см²)



Размеры, мм								
D_y	n	S_0	S	$D_н^п$	$D_н^с$	$D_н^к$	L_0	$\Delta(\pm\Delta/2)$
150	3	1,6	6	159	237	295	452	21(±10,5)
	4						396	28(±14)
	6						484	42(±21)
200	3	1,6	6	219	316	380	361	33(±16,5)
	4						408	44(±22)
	6						502	66(±33)
250	3	2,0	7	273	390	455	438	33(±16,5)
	4						504	44(±22)
	6						636	66(±33)
300	3	2,0	8	325	441	510	438	33(±16,5)
	4						504	44(±22)
	6						636	66(±33)
350	3	2,5	9	377	512	580	447	39(±19,5)
	4						516	52(±26)
	6						654	78(±39)
400	3	2,5	10	426	561	630	447	39(±19,5)
	4						516	52(±26)
	6						654	78(±39)

Примечание. Обозначения параметров сильфонных компенсаторов (к табл. 21—30) приведены ниже:

$D_н^п$ — наружный диаметр присоединительного патрубка;

n — число волн;

S — толщина стенки патрубка;

L_0 — строительная длина компенсатора в свободном состоянии;

H_1 — высота фланца;

$D_н^с$ — наружный диаметр сильфона;

$D_н^к$ — наружный диаметр кожуха;

S_0 — толщина стенки однослойного сильфона;

$S_м$ — толщина стенки многослойного сильфона;

$\Delta(\pm\Delta/2)$ — полная осевая компенсирующая способность при температуре эксплуатации до 373 К (до 100 °С);

$\Delta_c(\pm\Delta_c/2)$ — полная сдвиговая компенсирующая способность при температуре эксплуатации до 373 К (до 100 °С).

Таблица 31. Периодичность проведения ревизий технологических трубопроводов

Транспортируемые среды	Рабочие параметры	Категория трубопровода	Периодичность проведения ревизий при скорости коррозии, мм/год			
			более 0,5	0,1—0,5	до 0,1	
Чрезвычайно, высоко и умеренно опасные вещества I, II и III классов по ГОСТ 12.1.007—76 и ВОТ [среды групп А(а), А(б)]	Независимо	I и II	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 3 года	
Взрыво- и пожароопасные вещества (ВВ), горючие газы (ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) по ГОСТ 12.1.004—76 [среды группы Б(а)]	Независимо	I	То же	То же	То же	
	P более 1,6 (16) МПа (кгс/см²) *t* выше 120 °С	II	»	»	»	
	P до 1,6 (16) МПа (кгс/см²) *t* от —40 до +120 °С	III	»	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 4 года	
	То же		»	То же	То же	
Горючие жидкости (ГЖ) по ГОСТ 12.1.004—76 [среды группы Б(в)]	Независимо	I и II	Не реже одного раза в год	Не реже одного раза в 2 года	Не реже одного раза в 3 года	
	Независимо	III и IV	То же	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 4 года	
Трудногорючие (ТГ) и негорючие (НГ) вещества по ГОСТ 12.1.004—76 [среды группы В(а)]	Независимо	III, IV и V	Не реже одного раза в 3 года	Не реже одного раза в 6 лет	Не реже одного раза в 8 лет	

Таблица 32. Механические характеристики трубопроводных сталей

ГОСТ на трубы	Марка стали	$R_1^н$ МПа (кгс/мм²)	$R_2^н$ МПа (кгс/мм²)
8731—74	10	353(36)	216(22)
	20	412(42)	245(25)
	10Г2	471(48)	265(27)
8733—74	10	350(35)	206(21)
	20	412(42)	245(25)
	10Г2	421(43)	245(25)
10705—80 (в термообработанном состоянии)	10	333(34)	206(21)
	ВСт3сп	372(38)	225(23)
	20	412(42)	245(25)
10705—80 (без термообработки)	10	333(34)	Согласно сертификату или результатам испытаний
	ВСт3сп	392(40)	
	15, 20	372(38)	
550—75	20	431(44)	255 (26)
	10Г2	470(48)	260 (27)
	15Х5	392(40)	216 (22)
	15Х5М	392(40)	216 (22)
	15Х5ВФ	392(40)	216 (22)
	15Х5М-У	588(60)	412 (42)
	12Х8ВФ	392(40)	167 (17)
9940—81	08Х18Н10Т	520(52)	Согласно сертификату или результатам испытания
	12Х18Н10Т	529(54)	
	10Х17Н13М2Т	529(54)	
9941—81	08Х18Н10Т	549(56)	То же
	12Х18Н10Т	549(56)	
	10Х17Н13М2Т	529(54)	
ТУ 14-3-460—75	12Х1МФ	441(45)	260 (26)

Примечание. Характеристики сталей, указанные в таблице, взяты из соответствующих государственных стандартов и технических условий на трубы.

Таблица 33. Допускаемые напряжения для углеродистых и низколегированных сталей

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение [σ], МПа (кгс/см²), для сталей марок			
	ВСт3	20 и 20К	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 16Г1С, 10Г2С1	10Г2
20	140 (1400)	147 (1470)	183(1830)	180(1800)
100	134 (1340)	142 (1420)	160(1600)	160(1600)
150	131 (1310)	139 (1390)	154(1540)	154(1540)
200	126 (1260)	136 (1360)	148(1480)	148(1480)
250	120 (1200)	132 (1320)	145(1450)	145(1450)
300	108 (1080)	119 (1190)	134(1340)	134(1340)
350	98 (980)	106 (1060)	123(1230)	123(1230)
375	93 (930)	98 (980)	116(1160)	108(1080)
400	85 (850)	92 (920)	105(1050)	92(920)
410	81 (810)	86 (860)	104(1040)	86(860)
420	75 (750)	80 (800)	92(920)	80(800)
430	71*(710)	75 (750)	86(860)	75(750)

Продолжение табл. 33

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение [σ], МПа (кгс/см²), для сталей марок			
	ВСт3	20 и 20К	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 16Г1С, 10Г2С1	10Г2
440	—	67 (670)	78(780)	67(670)
450	—	61 (610)	71(710)	61(610)
460	—	55 (550)	64(640)	55(550)
470	—	49 (490)	56(560)	49(490)
480	—	46**(460)	53(530)	46(460)**

* Для расчетной температуры стенки 425 °С.
** То же 475 °С.

Примечания: 1. Допускаемое напряжение для сталей в данной таблице соответствует ГОСТ 14249—80.

2. При расчетной температуре ниже 20 °С допускаемое напряжение принимают таким же, как и при температуре 20 °С, если допускается применять материал при данной температуре.

3. Для промежуточных значений расчетных температур стенки допускаемое напряжение определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,5 МПа (5 кгс/см²) в сторону меньшего значения.

4. Для стальных отливок номинальное допускаемое напряжение принимают равным 80% от номинального допускаемого напряжения, определенного по данной таблице для одноименной марки катаной или кованой стали, если отливки подвергают 100%-ному контролю неразрушающими методами, и 75% от указанных выше значений для остальных отливок.

Таблица 34. Допускаемые напряжения для жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких аустенитных сталей

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение [σ], МПа (кгс/см²), для сталей марок	
	08Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т	12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т
20	140(1400)	160(1600)
100	130(1300)	152(1520)
150	120(1200)	146(1460)
200	115(1150)	140(1400)
250	110(1100)	136(1360)
300	100(1000)	130(1300)
350	91(910)	126(1260)
375	89(890)	124(1240)
400	86(860)	121(1210)
410	86(860)	120(1200)
420	85(850)	120(1200)
430	85(850)	119(1190)
440	84(840)	118(1180)
450	84(840)	117(1170)
460	83(830)	116(1160)
470	83(830)	115(1150)
480	82(820)	115(1150)
490	82(820)	114(1140)
500	81(810)	113(1130)
510	80(800)	112(1120)
520	79(790)	112(1120)
530	79(790)	111(1110)
540	78(780)	111(1110)

Продолжение табл. 34

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение |σ|, МПа (кгс/см²), для сталей марок	
	08Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т	12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т
550	76(760)	111(1110)
560	73(730)	101(1010)
570	69(690)	97(970)
580	65(650)	90(900)
590	61(610)	81(810)
600	57(570)	74(740)
610	—	68(680)
620	—	62(620)
630	—	57(570)
640	—	52(520)
650	—	48(480)
660	—	45(450)
670	—	42(420)
680	—	38(380)
690	—	34 340)
700	—	30(300)

Примечания: 1. Допускаемое напряжение для сталей соответствует ГОСТ 14249—80.

2. При значениях расчетной температуры ниже 20 °С допускаемое напряжение принимают такими же, как и при температуре 20 °С при условии, если допустимо применение материала при данной температуре.

3. Для промежуточных значений расчетной температуры стенки допускаемое напряжение определяют интерполяцией двух ближайших значений с округлением результатов до 0,5 МПа (5 кгс/см²) в сторону меньшего значения.

4. Стали марок 10Х17Н13М3Т, 12Х18Н10Т и 12Х18Н12Т при расчетной температуре свыше 600 °С применять не следует.

5. Для стальных отливок номинальное допускаемое напряжение принимают равным 80% от значения номинального допускаемого напряжения, определенного по данной таблице для одноименной катаной или кованой стали, если отливки подвергают 100%-ному контролю неразрушающими методами, и 75% от указанных выше значений для остальных отливок.

Таблица 35. Допускаемое напряжение для теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых сталей

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение |σ|, МПа (кгс/см²), для сталей марок				
	12ХМ	12МХ	15ХМ	15Х5М	15Х5М-У
20	147(1470)	147(1470)	155(1550)	146(1460)	240(2400)
100	—	—	—	141(1410)	235(2350)
150	—	—	—	138(1380)	230(2300)
200	145(1450)	145(1450)	152(1520)	134(1340)	225(2250)
250	145(1450)	145(1450)	152(1520)	127(1270)	220(2200)
300	141(1410)	141(1410)	147(1470)	120(1200)	210(2100)
350	137(1370)	137(1370)	142(1420)	114(1140)	200(2000)
375	135(1350)	135(1350)	140(1400)	110(1100)	180(1800)
400	132(1320)	132(1320)	137(1370)	105(1050)	170(1700)

Продолжение табл. 35

Расчетная температура стенки сосуда или аппарата, °С	Допускаемое напряжение |σ|, МПа (кгс/см²), для сталей марок				
	12ХМ	12МХ	15ХМ	15Х5М	15Х5М-У
410	130(1300)	130(1300)	136(1360)	103(1030)	160(1600)
420	129(1290)	129(1290)	135(1350)	101(1010)	150(1500)
430	127(1270)	127(1270)	134(1340)	99(990)	140(1400)
440	126(1260)	126(1260)	132(1320)	96(960)	135(1350)
450	124(1240)	124(1240)	131(1310)	94(940)	130(1300)
460	122(1220)	122(1220)	127(1270)	91(910)	126(1260)
470	117(1170)	117(1170)	122(1220)	89(890)	122(1220)
480	114(1140)	114(1140)	117(1170)	86(860)	118(1180)
490	105(1050)	105(1050)	107(1070)	83(830)	114(1140)
500	96(960)	96(960)	99(990)	79(790)	108(1080)
510	82(820)	82(820)	84(840)	72(720)	97(970)
520	69(690)	69(690)	74(740)	66(660)	85(850)
530	60(600)	57(570)	67(670)	60(600)	72(720)
540	50(500)	47(470)	57(570)	54(540)	58(580)
550	41(410)	—	49(490)	47(470)	52(520)
560	33(330)	—	41(410)	40(400)	45(450)
570	—	—	—	35(350)	40(400)
580	—	—	—	30(300)	34(340)
590	—	—	—	28(280)	30(300)
600	—	—	—	25(250)	25(250)

Примечания: 1. Допускаемое напряжение в данной таблице соответствует ГОСТ 14249—80.

2. При расчетной температуре ниже 20 °С допускаемое напряжение принимают таким же, как и при температуре 20 °С, если допустимо применение материала при данной температуре.

3. Для промежуточных значений расчетной температуры стенки допускаемое напряжение определяют линейной интерполяцией с округлением результатов до 0,5 МПа (5 кгс/см²) в сторону меньшего значения.

4. При расчетной температуре ниже 200 °С сталь марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ применять не рекомендуется.

5. Для стальных отливок номинальное допускаемое напряжение принимают равным 80% от значения номинального допускаемого напряжения, определенного по данной таблице для одноименной катаной или кованой стали, если отливки подвергаются 100%-ному контролю неразрушающими методами, и 75% от указанных выше значений для остальных отливок.

Таблица 36. Пробные давления при гидравлических и пневматических испытаниях технологических трубопроводов

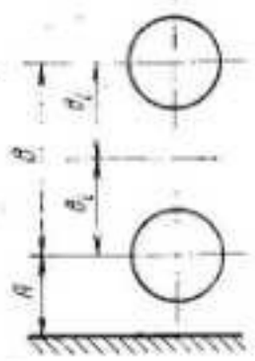
Назначение трубопроводов	Давление, МПа (кгс/см²)	
	на прочность	на плотность
1. Все технологические трубопроводы, кроме указанных в п. 2, 3 и 4	$P_{пр}=1{,}25\ P_{раб}\ \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}$, но не менее 0,2 (2)	$P_{раб}$
2. Трубопроводы, транспортирующие горючие, токсичные и сжиженные газы при рабочем давлении:		
ниже 0,095 МПа (0,95 кгс/см²)	0,2 (2,0)	0,1 (1,0)
до 0,005 МПа (0,05 кгс/см²)	Не производится	0,02 (0,2)
от 0,005 МПа (0,05 кгс/см²) до 0,05 МПа (0,5 кгс/см²	То же	$P_{раб}$+0,03 (0,3)
от 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) до 0,2 МПа (2 кгс/см²) абс.	»	$P_{раб}$, но не ниже 0,085 (0,85)
3. Факельные линии	0,2 (2,0)	0,1 (1,0)
4. Самотечные трубопроводы	0,2 (2,0)	0,1 (1,0)

Примечания: 1. $[\sigma]_{20}$, $[\sigma]_t$ — допускаемые напряжения материала трубопровода соответственно при 20 °С и при рабочей температуре.
2. Трубопроводы, указанные в п. 2 (кроме вакуумных), испытывают на плотность только воздухом или инертным газом.

Таблица 37. Предельные параметры пневматического испытания

D_y, мм	Испытательное давление, МПа (кгс/см²) (избыточное)	Наибольшая длина участка трубопровода для помещения, м	
		внутри	снаружи
До 200	2,0(20)	100	250
От 200 до 500	1,2(12)	75	200
Свыше 500	0,6(6)	50	150

Таблица 38. Расстояние между осями смежных трубопроводов и от трубопроводов до стенок каналов, тоннелей, галерей и стен зданий, мм



D_y, мм	Неизолированные трубопроводы												Изолированные трубопроводы											
	с фланцами и одной плоскости на P_y, МПа												Температура, °С											
	до 1,6		2,5 и 4		6,3		10		без фланцев		от +30 до +450		от −30 до +20		от −70 до −30		от +30 до +450		от −30 до +20		от −70 до −30	
	A	b_5	A	b_6	A	b_7	A	b_8	A	b_4	A	b_3	A	b_2	A	b_1	A	b_3	A	b_2	A	b_1
10	100	70	100	70	110	80	110	80	60	30	150	100	150	100	180	130	150	100	150	100	180	130
15	100	70	100	70	110	80	110	80	60	30	150	100	150	100	180	130	150	100	150	100	180	130
20	110	80	110	80	120	90	110	90	70	40	180	130	170	120	210	160	180	130	170	120	210	160
25	110	90	110	90	120	100	120	100	70	40	190	140	180	130	220	170	190	140	180	130	220	170
32	120	100	120	100	130	100	130	110	80	50	200	150	180	130	240	190	200	150	180	130	240	190
40	130	100	130	100	140	110	140	110	80	60	200	150	210	160	240	190	200	150	210	160	240	190
50	130	110	130	110	140	120	150	120	90	60	230	180	240	190	270	220	230	180	240	190	270	220
65	140	120	140	120	150	130	160	130	100	70	270	220	280	230	300	250	270	220	280	230	300	250
80	150	130	150	130	160	130	170	140	110	80	280	230	290	240	310	260	280	230	290	240	310	260
100	160	140	170	140	180	150	190	160	120	100	340	270	350	280	370	300	340	270	350	280	370	300
125	180	150	190	160	200	160	210	180	130	110	370	300	380	290	410	340	370	300	380	290	410	340
150	190	170	200	180	210	180	230	200	150	130	380	310	390	310	420	350	380	310	390	310	420	350
175	210	180	230	200	240	200	250	220	160	150	420	350	430	320	440	370	420	350	430	320	440	370
200	220	190	240	210	260	210	270	240	160	160	430	360	440	330	450	380	430	360	440	330	450	380

Продолжение табл. 38

D_y, мм	Изолированные трубопроводы								Неизолированные трубопроводы							
	Температура, °С								с фланцами в одной плоскости на P_y, МПа							
	от −70 до −30		от −30 до +20		от +20 до +450		без фланцев		до 1,6		2,5 и 4		6,3		10	
	A	b_1	A	b_2	A	b_3	A	b_4	A	b_5	A	b_6	A	b_7	A	b_8
225	480	410	420	350	440	370	170	150	240	210	260	230	270	240	290	260
250	500	430	440	370	460	390	190	160	260	230	280	250	290	260	330	300
300	560	480	500	420	510	430	210	190	280	260	310	280	320	290	350	320
350	610	530	550	470	550	470	240	210	310	290	340	310	350	330	380	350
400	690	590	630	530	610	510	260	240	340	320	380	360	390	360	410	390
450	740	640	680	580	650	540	290	270	370	350	390	370	450	430	—	—
500	790	690	730	630	670	570	320	290	410	380	440	410	520	490		
600	840	740	780	680	720	620	370	340	470	450	500	470	—	—		
700	880	780	820	720	760	650	410	380	510	480	550	530				
800	980	860	920	800	860	740	490	450	590	550	650	610				
900	1030	910	970	850	910	790	540	550	640	600	—	—				
1000	1130	960	1070	900	1010	840	610	560	730	680						
1200	1230	1060	1170	1000	1110	940	710	660	850	800						
1400	1330	1160	1270	1100	1210	1040	810	760	950	900						

Примечания: 1. При наличии на трубопроводах арматуры или обогревающих спутников принятые по таблице расстояния A и b следует назначать из условия необходимости обеспечения расстояний в свету не менее:

для неизолированных трубопроводов при D_y до 600 мм — 50 мм;

для неизолированных трубопроводов при D_y свыше 600 мм и всех трубопроводов с тепловой изоляцией — 100 мм.

2. Расстояние между нижней образующей труб или теплоизоляционной конструкции и дном (полом) канала должно быть не менее 100 мм.

3. Данные, приведенные в таблице, рекомендуются для определения расстояний для трубопроводов с тепловой изоляцией.

4. Расстояние B (между осями трубопроводов) определяют суммированием табличных размеров b_i, где $b_i = b_1, b_2, \ldots, b_8$.

5. При расположении фланцев в разных плоскостях (в разбежку) расстояние между осями неизолированных трубопроводов следует определять суммированием большего b_4 и меньшего b_5—b_8 диаметра.

Таблица 39. Рекомендуемые режимы термообработки труб после гибки

Марка сталей	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Скорость нагрева, °С/ч	Время выдержки при данной температуре, ч	Охлаждающая среда	Скорость охлаждения, °С/ч	Дополнительные условия
			Аустенитные стали				
12Х18Н10Т	Стабилизирующий отжиг	850—900	100	2,0—2,5	Воздух	Произвольная	После гибки в холодном состоянии
10Х17Н13М2Т	Аустенизация: посадка в печь при 800 °С	1050—1100	Возможно быстрее	15—20 мин	Воздух или вода	»	То же
			Мартенситные стали				
15Х5ВФ	Отжиг	950—870	100	2,0	Вместе с печью до 600 °С	15—20	Охлаждение при открытой дверце печи
15Х5М, 15Х5, 12Х5МА	Изотермический отжиг: загрузка в печь при 700 °С	850—860	30—40	0,5	Вместе с печью до 730 °С	60—70	При загрузке в холодную печь, скорость нагрева 100 °С/ч
	С последующей выдержкой при 730 °С (повторная)	730	—	0,5	Вместе с печью до 700 °С	10—15	Охлаждение при открытой дверце печи
			Перлитные стали				
30ХМА, 15ХМ	Нормализация: посадка в печь при 700 °С	850—900	100	1	Воздух	200—500	Во время охлаждения изделие укрыть изоляционным материалом
	с последующим отпуском	650—680	300—400	2—3	Воздух	Возможно медленнее	—
20	Нормализация	880—900	Произвольная	1	Воздух	Произвольная	—
	с последующим отпуском	680—700	Произвольная	2—3	»	Возможно медленнее	—

Примечание. При соответствующей регулировке режимов нагрева и охлаждения для толстостенных труб из углеродистой и низколегированной сталей можно совместить гнутье с термической обработкой путем самоотпуска закаленной наружной поверхности труб за счет тепла внутренних слоев металла.

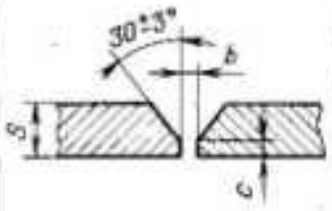
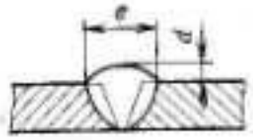
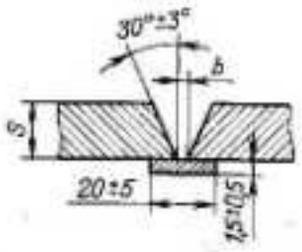
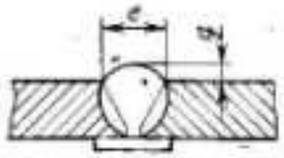
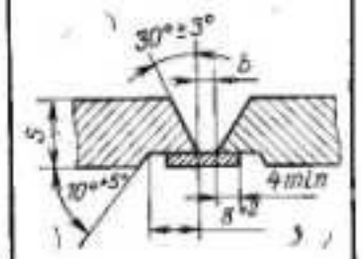
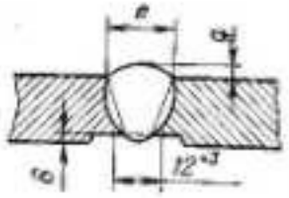
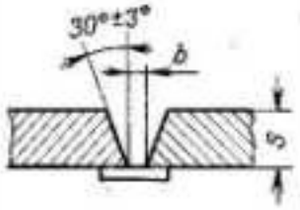
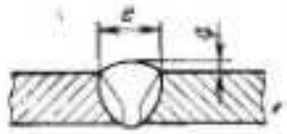
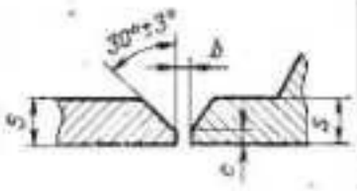
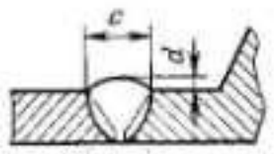
Таблица 40. Рекомендуемые режимы термической обработки после исправления дефектов (отливок)

Марка сталей	Электроды		Условия	Термическая обработка после исправления дефектов	Примечание
	Тип	ГОСТ			
15Л, 20Л, 25Л	Э—42 (АНО—6, АНО—1, ОМА—2) Э—42А (УОНИ 13/45, СМ—11 и др.)	9467—75	При толщине стенки >30 мм и при любой толщине стенки деталей сложной конфигурации местный подогрев производить до 200—250 °С	—	—
20Х5МЛ, 20Х5ТЛ, 20Х8ВЛ (20Х5ВЛ)	Э—10Х5МФ (ЦЛ—17) Э—09Х1МФ (ТМЛ—3У, ЦЛ-20)	9467—75	Подогрев всего изделия до температуры 350—400 °С	Не допуская снижения температуры отливки ниже 250 °С, поместить изделие в печь, нагретую до 400 °С; прогреть его до 720—780 °С, выдержать 3,5—4,0 ч, медленно охладить вместе с печью до 400 °С, далее — на спокойном воздухе	—
	Э—11Х15Н25М6АГ2 (НИАТ—5, ЭА—395/9) Э—10Х25Н13Г2 (03Л—6, ЦЛ—25 и др.)	10052—75	Общий объем наплавленного металла не более 8 см³, при единичном объеме не более 5 см³. Подогрев изделия до 250—350 °С	Не допускается	Для работы в средах, не вызывающих электрохимическую межкристаллитную коррозию и щелочное растрескивание
10Х18Н9Л (Х18Н9Т—Л)	Э—07Х20М9 (03Л—8)	10052—75	—	—	Для работы при температуре менее 350 °С и в средах, не вызывающих межкристаллитную коррозию
(Х18Н9Т—Л)	Э—08Х19Н10Г2Б (ЦТ—15, ЦТ—15—1, ЗИО—3)	10052—75	—	Для рабочих температур более 450 °С после сварки необходим стабилизирующий отжиг при 870—920 °С с выдержкой 2—3 ч	Для сред, вызывающих межкристаллитную коррозию
	Э—08Х20Н9Г2Б (ЦЛ—11, 03Л—7, Л—40М, ЦТ—15-1)	10052—75	—	—	Для работы при температуре менее 350 °С в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию
12Х18Н12М3ТЛ (10Х21Н6М2—Л)	Э—09Х19Н10Г2Н2Б (НЖ—13, СЛ—28) Э—08Х17Н8М2 (НИАТ—1)	10052—75	—	—	Для сред, вызывающих межкристаллитную коррозию
15Х13Л, 20Х13Л	Э—12Х13 (ЛМЗ—1)	10052—75	Местный подогрев до 350—400 °С	Отпуск при 720—740 °С (нагрев в течение 2—3 ч). Медленное охлаждение вместе с печью до 400 °С, далее — на спокойном воздухе	—

Таблица 41. Режимы прокалки и сроки хранения электродов после прокалки

Покрытие электродов	Температура прокалки, °С	Скорость нагрева, °С/ч, не более	Время выдержки, ч	Срок годности, сут, при хранении	
				в герметичной таре	в сушильных шкафах
Рудно-кислое	180—200	100—200	1,0—1,5	Не ограничен	15
Рутиловое	180—200	100—200	1,0—1,5	То же	15
Фтористокальциевое	350—400	100—200	1,0—1,5	»	15

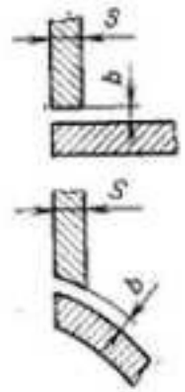
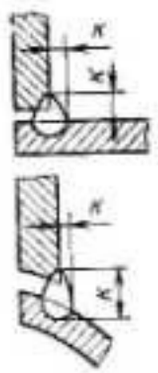
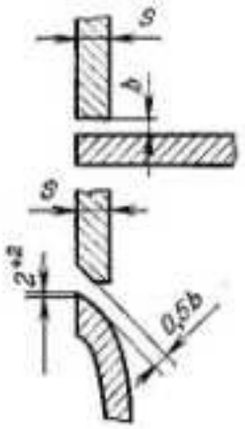
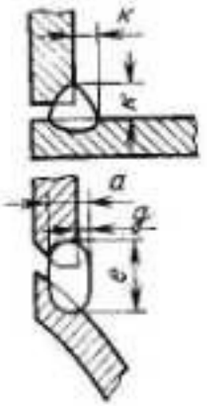
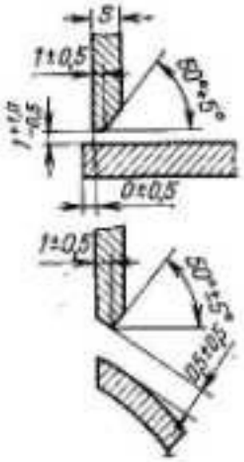
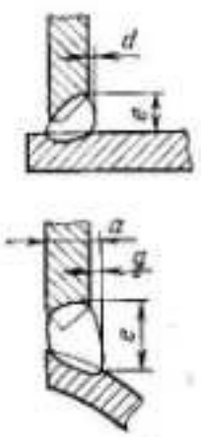
Таблица 42. Форма подготовки

Характеристика стыка	Тип соединения (ГОСТ 16037—80)	Вид кромок свариваемых деталей	Вид сварного шва	S
Без подкладного кольца	С17			3—7 8—14 16—20
На остающейся цилиндрической подкладке	С19			2—5 6—12 14—20
То же	С49			6—12 14—20
На съемной подкладке	С18			2—5 6—12 14—20 25—40
Приварка фланца к патрубку	С17			3—6 7—16 18—20 25—40

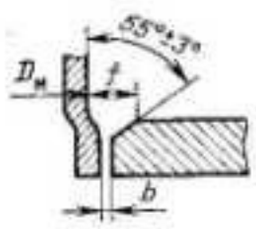
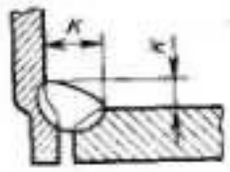
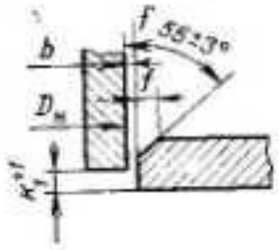
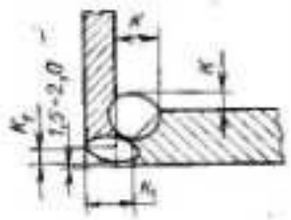
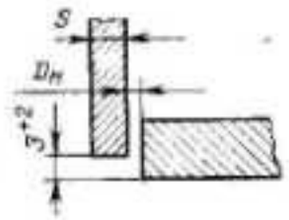
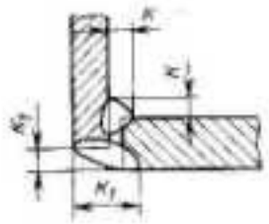
кромок под ручную сварку

Конструктивные размеры							
b	c	e	E	δ	$D_в$	h	h_1
$1{,}5^{+0{,}5}$	$1{,}0^{+0{,}5}$	9^{+3}_{-2}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$2{,}0^{+1{,}0}$	$1{,}0\pm0{,}5$	18^{+6}_{-5}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$2{,}0^{+1{,}5}$	$1{,}5\pm0{,}5$	28^{-5}_{+6}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$2^{+1{,}0}$	—	9^{+3}_{-2}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$3^{+1{,}0}_{-0{,}5}$	—	16^{+6}_{-4}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$5\pm1{,}0$	—	27^{+8}_{-4}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$3^{+1{,}0}_{-0{,}5}$	—	16^{+5}_{-4}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	2,5 (при D_y до 150 включительно) 3,0 (при D_y более 150)	—	—	—
$5\pm1{,}0$	—	27^{+7}_{-4}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$				
$2^{+1{,}0}$	—	10^{+2}_{-3}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$3^{+1{,}0}_{-0{,}5}$	—	18^{+3}_{-5}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$4^{+1{,}0}$	—	29^{+5}_{-6}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$6^{\pm1{,}0}$	—	45^{-6}_{+12}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$1{,}5^{+0{,}5}$	$1{,}5^{+0{,}5}$	9^{-4}_{+2}	$1{,}5^{+1{,}5}_{-1{,}0}$	—	—	—	—
$2{,}0^{+2{,}0}_{-0{,}5}$	$1{,}5^{+0{,}5}$	20^{+8}_{-10}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$2{,}0^{+2{,}0}_{-0{,}5}$	$1{,}5^{+0{,}5}$	26^{+8}_{-4}	$2{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—
$2{,}0^{+2{,}0}_{-0{,}5}$	$1{,}5^{+0{,}5}$	48^{+8}_{-8}	$3{,}0^{+2{,}0}_{-1{,}5}$	—	—	—	—

Продолжение табл. 42

Характеристика стыка	Тип соединения (ГОСТ 16037—80)	Вид кромок свариваемых деталей	Вид сварного шва	S	Конструктивные размеры b	c	e	g	δ	$D_в$	h	h_1
Пересечение осей труб	У17			2—20	>2	—	—	—	—	—	1,3 толщины более тонкой детали	—
То же	У18			2—25	>2	—	—	—	—	—	То же[1]	—
»	У19			4—6	—	—	10^{+3}_{-2}	3^{+2}	—	—	—	—
				8—10	—	—	16^{+4}_{-2}	3^{+2}	—	—	—	—
				12—14	—	—	22^{+5}_{-3}	5^{+2}	—	—	—	—
				16—25	—	—	33^{+6}_{-9}	5^{+2}	—	—	—	—

Продолжение табл. 42

Характеристика стыка	Тип соединения (ГОСТ 16037—80)	Вид кромок свариваемых деталей	Вид сварного шва	S	Конструктивные размеры b	e	c	g	δ	$D_н$	h	k_1
Сварка труб с фланцами	У15			— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	14—25 32—57 76—159 194	≤3 4 5 6	≥0,5 ≥0,5 ≥0,5 ≥0,5
То же	У8			— —	≥0,5 ≥1,0 ≥1,5	— —	— —	— —	— —	14—57 78—530 219—530	3—4 5—6 7—10	*S* (при *S* до 3 включительно) 3 (при *S* выше 3)
»	У5			2—15	0,5; 1; 1,5*	—	—	—	—	—	*S*+1	*S* (при *S* до 3 включительно) 3 (при *S* выше 3)

* 0,5 — при $D_н$ до 45 включительно; 1,0 — при $D_н$ выше 45 до 194 включительно; 1,5 — при $D_н$ выше 194.

Примечание. При сварке соединений типов У15 и У8 $l=K=1$.

Таблица 43. Допускаемая температура окружающего воздуха при сварке и условия подогрева стыков перед прихваткой и сваркой

Сталь	Толщина свариваемой стали, мм	Допускаемая температура воздуха, °С	Тип электрода	Необходимость подогрева при сварке при отрицательных температурах
Углеродистая с содержанием углерода до 0,2%	До 16	До —20	Перлитный	Не требуется
	»	Ниже —20*	»	До 100—150 °С
	Свыше 16	До 0	Перлитный	Не требуется
	»	Ниже 0 до —20*	»	до 100—150 °С
Углеродистая с содержанием углерода более 0,2%, 10Г2, 17ГС	До 16	До —10	»	Не требуется
	»	Ниже —10*	»	До 100—150 °С
	Свыше 16	До —10*	Аустенитный	До 150—200 °С
	»	»	Перлитный	До 200—300 °С
15Х5М, 15Х5ВФ**	До 10	Выше +5	Аустенитный (Ni<40%)	Не требуется
15Х5М—У	12—14	»	»	До 250—350 °С
	До 20	»	»	Не требуется
	Независимо	Ниже +5	»	До 250—350 °С
	»	»		До 100—150 °С
	Независимо	Выше 0° С	Перлитный	300—400 °С
Аустенитная	»	До —10	Аустенитный	Не требуется
	»	До —20*	»	До 150—250 °С

* Сварка при температурах ниже приведенных должна производиться по специальной технологии.

** Технологические особенности сварки теплоустойчивых сталей аустенитными электродами должны отвечать требованиям пп. 18.76—18.112.

Таблица 44. Сварочные материалы для ручной сварки

Марка сталей	Рабочие условия: температура, °С	Рабочие условия: требования по стойкости к МКК	Тип и марка электродов	Примечание
Ст2сп, Ст2пс, Ст3сп, Ст3пс, Ст4сп	От —15 до +300	—	Э42 (СМ-5, АНО-6, АНО-1) Э46 (АНО-4, МР-3*, ОЗС-4)	—
ВСт2сп, ВСт3сп, ВСт4сп, ВСт2пс, ВСт3пс	От —30 до +300	—	Э42А (УОНИ 13/45, СМ-11) Э46А (УОНИ 13/55, ОЗС-20Р)	—
10, 20, 25	От —30 до +450	—	Э42А, Э46А, Э50А (УП-1/55, УОНИ 13/55, АНО-11, АНО-9, К-5А), Э46 (МР-3*)	—
10Г2	От —70 до +450	—	Э50А (УОНИ-13/55, УП-1/55, К-5А и др.)	—
17ГС	От —40 до +450	—	Э50А	—

Марка сталей	Рабочие условия: температура, °С	Рабочие условия: требования по стойкости к МКК	Тип и марка электродов	Примечание
12Х1МФ	От —40 до +570	—	ЦЛ-20—67, ЦЛ-39 при рабочей температуре не более 570 °С, Э-09Х1МФ (ЦЛ-20) при рабочей температуре не более 540 °С	Подогрев под сварку с последующей термообработкой
15ХМ, 15ХМА	От —40 до +560	—	ЦЛ-38; ЦУ-2ХМ	Подогрев под сварку с последующей термообработкой
15ХМ, 15ХМА	От —40 до +450	Есть при эксплуатации в средах, не вызывающих МКК и коррозионное растрескивание	Э-11Х15Н25М6АГ2 (НИАТ-5, ЭА-395/9)	Подогрев под сварку до 150—200 °С без последующей термообработки
15ХМ, 15ХМА**	От —40 до +450	Есть при эксплуатации в средах, вызывающих МКК и коррозионное растрескивание	УОНИ 13/45 Ø 3 мм — 2 валика корневой части шва; Э-11Х15Н25М6АГ2 (НИАТ-5, ЭА-395/9) — заполнение оставшейся разделки	Сварка перлитными электродами — подогрев 200—250 °С, аустенитными — 150—200 °С
15Х5М, 15Х5М—У, 15Х5ВФ	От —40 до +550	—	Э-10Х5МФ (ЦЛ-17)	Подогрев под сварку и термообработка
12Х8ВФ	От —40 до +600	—	ЭГЛ-4 -	Подогрев под сварку и термообработка
12Х18Н10Т	От —196 до +350	Нет	Э-07Х20Н9 (03Л-8)	—
12Х18Н10Т	От —196 до +600	Нет	Э-07Х20Н9 (03Л-8)	—
12Х18Н10Т	От —196 до 450	Есть	Э-08Х20Н9Г2Б (ЦЛ-11, 03Л-7, Л-40М, АНВ-23) Э-08Х19Н10Г2Б (ЦТ-15-1, ЗИО-3)	—
12Х18Н10Т	От —196 до +600	Есть	Э-08Х19Н10Г2Б (ЦТ-15, ЗИО-3, ЦТ-15-1 для корневых швов)	Для работы при 450—600 °С в агрессивных средах необходим стабилизирующий отжиг

Продолжение табл. 44

Марка сталей	Рабочие условия: температура, °С	Рабочие условия: требования по стойкости к МКК	Тип и марка электродов	Примечание
10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т	От —196 до +450	Есть	Э-02Х20Н14Г2М2 (ОЗЛ-20) Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17) Э-08Х17Н8М2 (НИАТ-1) Э-06Х19Н11Г2М2 (ЦЛ-4) Э-09Х19Н10Г2М2Б (НЖ-13)	
10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т	От —196 до +700	Есть	Э-09Х19Н10Г2М2Б (НЖ-13) с содержанием ферритной фазы от 3 до 6%	Для работы при температуре более 450 °С необходим стабилизирующий отжиг
10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т	От —196 до +700	Нет	Э-02Х20Н14Г2М2 (ОЗЛ-20) Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17) Э-06Х18Н11Г4М2 (АНВ-26) Э-09Х19Н10Г2М2Б (НЖ-13) с содержанием ферритной фазы от 3 до 6%	
12Х21Н5Т, 08Х22Н6Т	От —40 до +300	Нет	Э-07Х20Н9 (ОЗЛ-8)	Без требований по равнопрочности
08Х22Н6Т	От —40 до +300	Есть	Э-08Х19Н10Г2Б (Л-40М, ЦТ-15; ЦЛ-11, ЗИО-3, ЦТ-15-1) Э-08Х20Н9Г2Б (ОЗЛ-7)	—
20Х23Н18	От —40 до +700	Нет	Э-28Х24Н16Г6 (ОЗЛ-9А) Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6)	— Для температуры эксплуатации 850—1000 °С

* Электроды МР-3 допускаются к применению для сред, не вызывающих коррозионного растрескивания при температуре эксплуатации не ниже —15 °С.

** Подготовка кромок осуществляется с притуплением в корневой части 4—5 мм, которая наплавляется одиночными кольцевыми валиками без колебаний перлитными электродами УОНИ 13/45 Ø3 мм с подогревом до температуры 200—250 °С. Полученная наплавка механическим способом (наждачным кругом и др.) обрабатывается заподлицо с поверхностью фаски и внутренней поверхностью трубы с соблюдением размеров притупления по настоящему руководству.

Таблица 45. Рекомендации по выбору электродов и основных условий сварки разнородных сталей

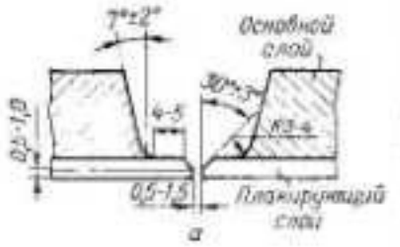
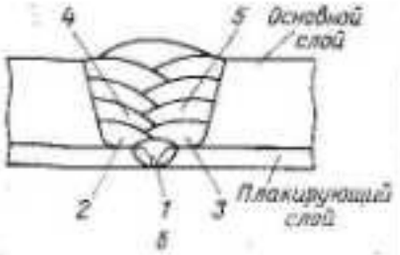
Группа сталей	Марка сталей	I Ст3, 10, 20	IIа 10Г2, 09Г2С	III 15ХМ, 15ХМА, 12МХ при наплавке шва: перлитного до 200—250 °С; аустенитного до 150—200 °С	IV 12ХМФ, 12Х1МФ подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—350 °С; аустенитного до 200—300 °С	V 15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—400 °С; аустенитного до 250—300 °С	VI Аустенитные марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
I	Ст 3, 10, 20	Э42, Э42А Э42А, Э50А	Э42А, Э50А Э50А	Э42А, подогрев по III То же	Э42А, подогрев по IV То же	Э42А, подогрев по V То же	Э-10Х25Н13Г2 То же —
IIа	10Г2, 09Г2С	Э42А, подогрев по 116	—	Э-МХ, подогрев по III, термообработка 710—730 °С, выдержка 3 ч	ЭМХ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-МХ, подогрев по V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-10Х25Н13Г2 подогрев по 116 для температуры эксплуатации до 350 °С
116	12МХ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 200—250 °С; аустенитного до 150—200 °С	Э42А, подогрев по 116 То же	Э42А, подогрев по 116 То же	Э-МХ, подогрев по 116, термообработка 680—700 °С, выдержка 3 ч Э-11Х15Н25М6АГ2, подогрев по 116, для температуры эксплуатации до 450 °С в средах, не вызывающих коррозионное растрескивание под напряжением УОНИ 13/45 Ø 3 мм — валика корневой части Э-11Х15Н25М6АГ2 — заполнение оставшейся разделки, подогрев по 116. Для температуры эксплуатации до 450 °С в средах, вызывающих коррозионное растрескивание под напряжением*	Э-МХ, подогрев по III, термообработка 710—730 °С, выдержка 3 ч Э-11Х15Н25М6АГ2, подогрев по 116, для температуры эксплуатации до 450 °С в средах, вызывающих коррозионное растрескивание под напряжением*	Э-МХ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч Подогрев по IV, остальное то же, что и для соединения групп IIб аустенитными электродами	Э-МХ, подогрев по V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч Подогрев по V, остальное то же, что для соединения групп IIб аустенитными электродами	Э-11Х15Н25М6АГ2, для температуры эксплуатации 350—450 °С, в средах, не вызывающих коррозионное растрескивание и МКК

Продолжение табл. 45

Группа сталей	Марка сталей	I Ст3, 10, 20	IIа 10Г2, 09Г2С	IIб 12МХ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 200—250 °С; аустенитного до 150—200 °С	III 15ХМ, 15ХМА, подогрев при наплавке шва: перлитного до 200—250 °С; аустенитного до 150—200 °С	IV 12ХМФ, 12Х1МФ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—350 °С; аустенитного до 200—300 °С	V 15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—400 °С; аустенитного до 250—300 °С	VI Аустенитные марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
III	15ХМ, 15ХМА, подогрев при наплавке шва: перлитного до 200—250 °С	Э42А, подогрев по III	Э42А, подогрев по III	Э-МХ, подогрев по III, термообработка 710—730 °С, выдержка 3 ч	То же, что и для группы IIб перлитного шва	То же, что и для группы IIб перлитного шва	То же, что и для группы IIб перлитного шва	—
	аустенитного до 150—200 °С	—	—	То же, что и для группы IIб аустенитного шва	То же, что и для группы IIб аустенитного шва	То же, что и для группы IIб аустенитного шва	То же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по III, остальное то же, что для соединения группы IIб с группой VI
IV	12ХМФ, 12Х1МФ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—350 °С	Э42А, подогрев по IV	Э42А, подогрев по IV	Э-МХ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-МХ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-ХМ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-ХМ, подогрев по IV, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	
	аустенитного до 200—300 °С	—	—	Подогрев по IV, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по IV, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по IV, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по IV, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по IV, остальное то же, что для соединения группы IIб с группой VI
V	15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, подогрев при наплавке шва: перлитного до 300—400 °С	Э42А, подогрев по V	Э42А, подогрев по V	Э-МХ, подогрев по V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-ХМ, подогрев по V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-ХМФ, подогрев до V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	Э-Х5МФ, подогрев по V, термообработка 740—760 °С, выдержка 3 ч	—
	аустенитного до 250—350 °С	—	—	Подогрев по V, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по V, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Подогрев по V, остальное то же, что и для группы IIб аустенитного шва	Э-10Х25Н13Г2, Э-11Х15Н25М6АГ2, Э-08Х24Н40М7Г2, подогрев по V для температуры эксплуатации до 525 °С, Э-08Х24Н40М7Г2 для температуры эксплуатации выше 525 °С	То же, что для соединения групп V без обеспечения стойкости против МКК

* Подготовка кромок осуществляется с притуплением в корневой части равным 4—5 мм, которое наплавляется одиночными кольцевыми валиками без колебаний электрода перлитными электродами УОНИ 13/45 ø3 мм с подогревом до температуры, необходимой для более легированной теплоустойчивой стали. Полученная механическим способом наплавка (наждачным кругом и др.) обрабатывается заподлицо с поверхностью фаски и внутренней поверхностью трубы с соблюдением размеров притупления по настоящему руководству.

Таблица 46. Рекомендации по выбору электродов, основных условий сварки и конструктивному оформлению кольцевого сварного соединения из двухслойных сталей Ст3+08Х13; 10+08Х13; 15,20+08Х13

Конструктивные элементы подготовки кромок	Температура эксплуатации трубопровода, °С	Типы рекомендуемых электродов
	До 350*	Э-10Х25Н13Г2
	350—450**	Э-11Х15Н25М6АГ2, Э-08Х24Н40М7Г2

* Сварка швов *1*, *2*, *3* (рис. *б*) производится электродами диаметром 3 мм на минимальном паспортном режиме, обеспечивающем полный прожар и сплавление кромок. Для сварки швов *4*, *5* и т. д. допускаются электроды диаметром 4 мм.

** После сварки шва *1* выполняется цветная дефектоскопия металла шва и околошовной зоны, после заполнения всей разделки — рентгеновское или гамма-просвечивание 100%-ной длины шва.

Таблица 47. Режимы ручной электродуговой сварки покрытыми электродами

Толщина стенки труб, мм	Число слоев	При горизонтальной оси труб				При вертикальной оси труб			
		число валиков	номер слоев	диаметр электрода, мм, не более	сварочный ток, А	число валиков	номер слоев	диаметр электрода, мм, не более	сварочный ток*, А
3—6	1—2	1—2	1—2	2,5—3	80—100 100—120	3—4	1—4	2,5—3	80—100 100—120
6—10	2—3	2—4	1—2	3	80—100 100—120	3—6	1—2	3	80—100 100—120
6—10	2—3	2—4	3	4	110—130 120—160	3—6	3	4	110—130 120—160
10—13	3—4	3—5	1—2	3	80—100 100—120	7—9	1—2	3	80—100 100—120
10—13	3—4	3—5	3—4	4	110—130 120—160	7—9	3—4	4	110—130 120—160

Продолжение табл. 47

Толщина стенки труб, мм	Число слоев	При горизонтальной оси труб				При вертикальной оси труб			
		число валиков	номер слоев	диаметр электрода, мм, не более	сварочный ток, А	число валиков	номер слоев	диаметр электрода, мм, не более	сварочный ток*, А
13—16	4—5	5—7	1—2	3	80—100 100—120	9—12	1—2	3	80—100 100—120
13—16	4—5	5—7	3—5	4	110—130 120—160	9—12	3—5	4	110—130 120—160
17—22	5—8	7—14	1—2	3	80—100 100—120	11—15	1—2	3	80—100 100—120
17—22	5—8	7—14	3—8	4	110—130 120—160	11—15	3—8	4	110—130 120—160
23—27	8—12	11—18	1—2	3	80—100 100—120	16—20	1—2	3	80—100 100—120
23—27	8—12	11—18	3—12	4	110—130 120—160	16—20	3—12	4	110—130 120—160
28—32	12—16	15—20	1—2	3	80—100 100—120	20—25	1—2	3	80—100 100—120
28—32	12—16	15—20	3—16	4	110—130 120—200	20—25	3—16	4	110—130 120—200

* При сварке неповоротных стыков сила тока должна быть примерно на 15% ниже. В числителе дана сила тока при сварке аустенитными электродами, в знаменателе — перлитными.

*Таблица 48. Технические данные горелок для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом**

Горелка	Длина сопла, мм	Длина дуги, мм	Максимальный сварочный ток, А	Расход газа, л/мин	Масса горелки, кг	Примечание
МГ—3	75	2	180	5—9	0,60	Сопло латунное, изолированное
МГД—3	68	1—2	180	10—15	0,90	Дуга защищается двумя концентрическими потоками газа
ЗЗР—3—58	60	2	200	7—10	0,68	Сменные сопла выполнены из изоляционного материала
МАГ—3	42	1—2	120	5—7	0,32	Сопло латунное, изолированное
Конструкция ЮТЭМа	40	1—2	150	5—6	0,25	Сопло латунное, изолированное, посаженное на втулку из асбоцемента

Горелка	Длина сопла, мм	Длина дуги, мм	Максимальный сварочный ток, А	Расход газа, л/мин	Масса горелки, кг	Примечание
АГМ—2	32	1—2	130	4	0,32	Горелка с газовой линзой, приспособленная для сварки труб поверхностей нагрева в особо стесненных условиях
АГС—3	70	1—2	140	4—5	0,36	То же для сварки в глубокую разделку

* Максимальный вылет электрода у горелок АГМ-2 и АГС-3 составляет 12—15 мм, у остальных 6—7 мм.

Таблица 49. Требования к аргонодуговой сварке стыков труб при температуре окружающего воздуха ниже °С

Свариваемые стали	Толщина свариваемых элементов, мм	Минимальная температура окружающего воздуха, при которой допускается сварка, °С	Температура подогрева свариваемых элементов, °С
Углеродистая Ст 2, Ст 3, стали 10, 15, 20	До 16	—20	—
	Более 16	—20	100—200
Углеродистая с содержанием углерода выше 0,24%	До 16	—10	—
	Более 16	—10	100—200
15ГС, 10Г2С1, 14ХГС и другие низколегированные стали	До 10	—25	—
	Более 10	—10	150—250
12МХ, 15ХМ, 20ХМЛ	До 10	—20	—
	Более 10	—10	250—350
12Х1МФ, 15Х1М1ФЛ, 20ХМЛФ, 15Х1МФЛ	До 10	—20	—
	Более 10	—10	350—450
12Х2МФСР, 12Х2МФБ	До 7	—10	—
	Более 7	—10	350—450
Аустенитные	Независимо от толщины стенки	—20	—

Таблица 50. Подготовка кромок труб при аргонодуговой сварке

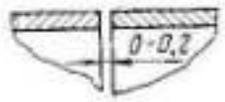
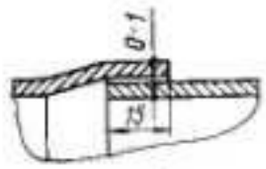
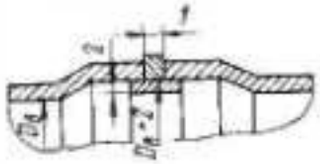
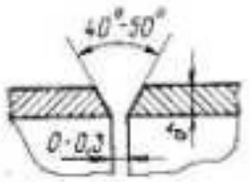
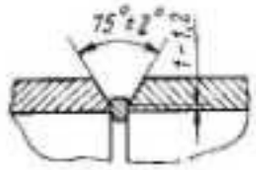
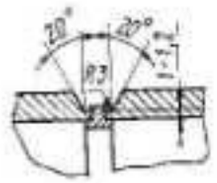
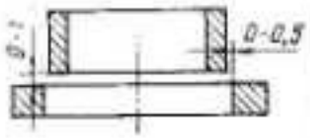
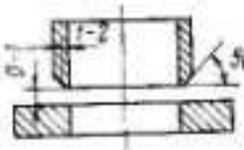
Тип соединений	Форма подготовленных кромок	Размеры труб, мм	
		наружный диаметр, $D_н$	толщина стенки, S
Стыковое		8—26	1—2,5
С одним раструбом		8—26	1—2,5
С двумя раструбами, подкладным и присадочным кольцами		8—26	1—2,5
Стыковое с разделкой кромок		16—219	3—6
Стыковое с расплавляемыми вставками		40 и более	3,5—7
Стыковое с расплавляемыми вставками		100 и более	Более 7
Врезка труб		8—26	1—25
Врезка труб		15 и более	3,5 и более

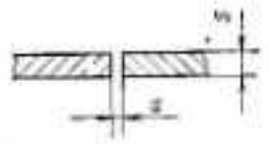
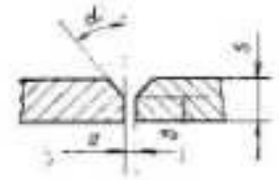
Таблица 51. Режимы ручной аргонодуговой сварки

Толщина стенок трубы, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Сварочный ток, А		Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Число слоев
			на первом слое	на последующих слоях			
1	1,6	2	50— 70	—	10—15	4—5	1
1,5	1,6	2	80—110	—	10—15	4—5	1
2	2	2	80—110	—	10—15	5—6	1
2,5	2	3	90—110	—	10—15	5—6	1
3	2	3	90—110	—	10—15	6—7	1
4	2	3	90—110	110—140	10—15	6—8	1 2

Таблица 52. Сварочные материалы при аргонодуговой сварке

Марка свариваемой стали	Марка присадочной проволоки
Ст 2, Ст 3, Ст 4 10, 15, 20, 15ГС, 10Г2С1, 14ХГС и другие низколегированные стали	Св-08Г2С Св-08ГС
12МХ, 15ХМ, 12Х1МФ	Св-08МХ
15Х1М1Ф	Св-08ХМ
12Х1МФ, 15Х1М1Ф	Св-08ХМФА Св-08ХГСМФА
12Х2МФБ, 12Х2МФСР	Св-08МХ Св-08ХМ Св-08ХМФА Св-08ХГСМФА
08Х18Н10Т	Св-02Х18Н9 Св-06Х19Н9Т Св-08Х19Н10Т
10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т	Св-04Х19Н11М3
08Х17Н16М3Т	Св-06Х19Н10М3Т
12Х21Н5Т (1Х21Н5Т)	Св-06Х19Н9Т Св-07Х18Н9ТЮ Св-08Х19Н10Б 0Х18Н9ФБС

Таблица 53. Форма подготовки кромок труб при газовой сварке

Вид кромок в поперечном сечении	S, мм	Конструкционные размеры		
		a, мм	b, мм	α*
	1—1,5	$1^{-0,5}$	—	—
	1—2,0	$1^{-0,5}$	—	—
	2—3,5	1,5±0,5	1,5±0,5	30 °±3° (25 °—45°)

* В скобках приведены допустимые пределы угла скоса кромок отличного от оптимального из-за неточности обработки или из-за изготовления труб по другим ТУ (ОСТ).

Таблица 54. Материалы для газовой сварки труб

Марка стали труб	Марка присадочной проволоки
10, 15, 20, ВСт2кп, ВСт2сп, ВСт2пс, ВСт3кп, ВСт3сп, ВСт3 Гпс, ВС3пс, 15Л, 20Л, 25Л, ВСт4сп	Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08МХ
15ГС, 16ГС, 16ГТ, 17ГС, 14ГН, 16ГН, 09Г2С, 10Г2С1, 15Г2С, 14ХГС, 10ГСЛ	Св-08Г2С, Св-08ГС
12МХ, 15ХМ, 12Х2М1, 20ХМЛ	Св-08МХ, Св-08ХМ
12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ	Св-08МХ, Св-08ХМ
15Х1М1ФЛ	Св-08ХМФА

Таблица 55. Химический состав сталей

Страна-поставщик	Марка стали	Стандарт	Содержание элементов, %										
			C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	Cu	V	S	P
												не более	
СССР	1Х2М1	ТУ 14-3-517—76	0,08—0,13	0,17—0,37	0,30—0,60	2,0—2,5	0,50	—	0,9—1,1	0,30	—	0,035	0,035
ГДР	10Cr Mo 9, 10	—	0,07—0,15	0,20—0,50	0,40—0,70	2,0—2,5	Не более 0,30	—	0,9—1,1	Не более 0,30	—	0,040	0,040
ЧССР	15.313.1	—	0,08—0,15	0,15—0,40	0,30—0,60	2,0—2,5	—	—	0,9—1,1	—	—	0,035	0,040
Япония	2.25Cr—1Mo	—	Не более 0,15	Не более 0,50	0,30—0,60	1,9—2,6	—	—	0,87—1,13	—	—	0,035	0,035
Франция	P22	—	Не более 0,15	Не более 0,50	0,30—0,60	1,9—2,6	—	—	0,87—1,13	—	—	0,035	0,035
СССР	15Х5М 15Х5МУ	ГОСТ 20072—74	Не более 0,15	Не более 0,50	Не более 0,50	4,5—6,0	Не более 0,50	—	0,45—0,60	—	—	0,025	0,030
ГДР	12Cr Mo20.2	—	0,08—0,15	0,30 0,50	0,30—0,60	4,5—5,5	—	—	0,46—0,55	—	—	0,035	0,035
ЧССР	17.102.2	—	Не более 0,15	Не более 0,50	Не более 0,60	4,0—6,0	—	—	0,45—0,60	—	—	0,035	0,030
Япония	5Cr—0,5Mo	—	Не более 0,10	Не более 0,90	Не более 1,0	4,0—6,0	—	—	0,43—0,65	—	—	0,040	0,030
Франция	P5	—	Не более 0,15	Не более 0,50	0,30—0,60	4,0—6,0	—	—	0,45—0,65	—	—	0,030	0,030
СССР	15Х5ВФ	ГОСТ 20072—74	Не более 0,15	0,30—0,60	Не более 0,50	4,5—6,0	Не более 0,60	0,4—0,7	—	—	0,4—0,6	0,025	0,030
СССР	15Х5МУ	—	Не более 0,15	Не более 0,50	Не более 0,50	4,5—6,0	Не более 0,60	—	0,45—0,60	—	—	0,025	0,030
СССР	Х9М	ТУ 14-3-457—76	0,09—0,15	Не более 0,50	Не более 0,50	7,5—9,5	0,50	—	0,9—1,1	Не более 0,25	—	0,025	0,035
СССР	12Х8ВФ	ГОСТ 20072—74	0,08—0,15	Не более 0,50	Не более 0,50	7,0—8,5	Не более 0,60	0,6—1,0	—	—	0,3—0,5	0,025	0,030

Таблица 55. Механические свойства сталей

Страна-поставщик	Обозначение марки	Стандарт	Предел прочности, МПа (кгс/см²)	Предел текучести, МПа (кгс/см²)	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, кгс, м/см²	Твердость по Бринеллю, НВ
			Группа марки 1Х2М1					
СССР	1Х2М1	ТУ 14-3-517—76	Не менее 4,5(45)	2,7(27)	20	45	10	227—131
ГДР	10CrMo9×10	TGL 14183171	4,5—6,2 (45—62)	2,7(27)	20	—	—	—
		TGL 90121169						
ЧССР	15.313.1	CSN 415313	5,0—6,5 (50—65)	2,7(27)	20	—	7	—
Япония	2.25Cr—IMo	JIS	Не менее 4,2(42)	2,1(21)	30	—	—	—
		STBA 24						
		STBA 24						
Франция	P22	ASTM	Не менее 4,2(42)	2,1(21)	—	—	—	—
		SA—335						
			Группа марки 15Х5М					
СССР	15Х5М	ГОСТ 550—75	Не менее 4,0(40)	2,2(22)	22	50	12	170
СССР	15Х5МУ	ГОСТ 550—75, ТУ 14-3-313—74	5,8(58)	4,2(42)	16	65	10	180—240
ГДР	12CrMo20,5	TGL 6918173	4,0(40)	2,2(22)	22	50	12	—
ЧССР	17.102.2	CSN 417102	4,2—6,0 (42—60)	2,1(21)	22	—	9	—
Япония	5—0,5	JIS	4,2—6,0 (42—60)	1,1(21)	22	—	—	—
		STBA 25						
		STPA 25						
Франция	P5	ASTM	Не менее 4,2(42)	2,1(21)	20	—	—	—
		SA—335						

Примечание. Для трубных элементов технологических линий, бывших в эксплуатации, допустимые пределы твердости оговариваются соответствующей нормативной документацией по эксплуатации, ремонту и отбраковке.

Таблица 57. Типы и марки электродов для сварки трубных элементов технологических трубопроводов из термоустойчивых хромомолибденовых сталей без термообработки

Марка сталей	Температура $P_{раб}$ стенки трубного элемента	Типы и марки электродов по ГОСТ 10052—75		Область применения
		рекомендуемые	допускаемые	
Для установок и блоков первичной переработки нефти и гидроочистки топлив и масел				
1Х2М1	До 350 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)	На установках первичной переработки нефти: на линиях отбензиненной нефти; мазута; гудрона
	350—450 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3)	
	450—550 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	—	
15Х5М, 15Х5МУ, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, Х9М	До 450 °	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)	На линиях среднедистиллятных фракций и других трубопроводах, кроме указанных в п. 18.8а
	450—525 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9) Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)	На установках гидроочистки: на линиях сырья; газосырьевой смеси; стабильного гидрогенизата и других трубопроводах, кроме указанных в п. 18.81 а
	525—550 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9)	
Для установок термического и каталитического крекинга, замедленного коксования, каталитического риформинга и обессеривания сырья, деасфальтизации, селективной очистки масел, депарафинизации, «Дуосол», битумной, водородной, вакуумной перегонки масел, вторичной перегонки бензина				
1Х2М1	До 350 °С	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)		Для сварки всех линий трубопроводов
	350—450 °С	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9)	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)	
	450—550 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9)	
15Х5М; 15Х5МУ, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, Х9М	До 450 °С	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)		
	450—525 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9) Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6 и им подобные)	
15Х5М, 15Х5МУ, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ, Х9М	525—550 °С	Э-06Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2)	08Х25Н25М3 (АНЖР-3) Э-11Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9)	Для сварки всех линий трубопровода

Примечания: 1. Электроды с более высоким содержанием никеля могут применять во всех случаях, где рекомендованы электроды с меньшим содержанием этого элемента. Например, электроды типа Э-06Х25Н40М7Г2 могут применять вместо электродов типа Э-10Х25Н13Г2.

2. Выбор электродов для сварки сочетаний сталей разного уровня легирования при эксплуатации с температурой выше 350 °С производят по менее легированной стали; при более низкой температуре — по любой из свариваемых сталей с учетом конкретных условий эксплуатации.

3. Применение электродов типа Э-10Х25Н13Г2 для сварки трубных элементов с рабочей температурой стенки 450 °С и выше допускается только при содержании ферритной фазы в наплавленном металле до 5%.

4. При сварке трубных элементов из сталей типа 15Х5М с температурой стенки до 350 °С и из стали 1Х2М1 с температурой стенки до 350 °С на установках первичной переработки нефти и гидроочистки, где по коррозионным условиям в качестве основных рекомендованы электроды Э-06Х25Н40М7Г2, допускается применение этих электродов для сварки корневого слоя шва не менее двух проходов, с заполнением оставшейся части разделки допускаемыми электродами типа Э-11Х15Н25М6АГ2 марки ЭА-395/9 и др.

Таблица 58. Химический состав наплавленного металла металла, выполненного

Электроды		Химический состав			
Марка	Тип по ГОСТу 10052—75	C	Si	Mn	Cr
ОЗЛ-6 и др.	Э-10Х25Н13Г2	До 0,12	До 1,00	1,00—2,50	22,5—27,0
ЭА-395/9	Э-11Х15Н25М6АГ2	0,08—0,15	0,15—0,50	1,00—2,20	14,0—17,0
АНЖР-3	08Х25Н25М3	Не более 0,1	Не более 0,35	1,80—2,50	23,0—26,0
АНЖР-2	Э-06Х25Н40М7Г2	До 0,08	До 0,50	1,50—2,50	23,0—26,0
АНЖР-1	Э-08Х25Н60М10Г2	До 0,1	До 0,35	1,50—2,50	23,0—27,0
ЦТ-28	Э-08Х14Н65М15В4Г2	До 0,10	До 0,50	1,50—2,50	12,50—15,50

Таблица 59. Условия и режим подогрева кромок при сварке и наплавке труб из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей

Применяемые электроды	Температура окружающего воздуха, °С	Толщина стенки, мм	Необходимость и режим подогрева	
			при наплавке кромок	при сварке без наплавки кромок
ОЗЛ-6,	+5 и выше	10	—	Без подогрева
ЭА-395/9,		12—14	—	250—350 °С
АНЖР-3		16—26	Без подогрева	—
АНЖР-2,	+5 и выше	До 20	—	Без подогрева
АНЖР-1		22—30	Без подогрева	—

Примечание. При температуре окружающего воздуха ниже +5 °С наплавку кромок и сварку независимо от толщины стыка производят с подогревом до температуры 250—350 °С при использовании электродов с содержанием никеля менее 40% и до температуры 100—150 °С — при более высоком содержании никеля в электродном стержне.

и механические свойства шва и наплавленного высоколегированными электродами

наплавленного металла, %							Механические свойства шва и наплавленного металла		
Ni	Mo	Nb	V	Прочие элементы	S	P	Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/см²)	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, кгс·м/см²
					не более				
11,5—14,0	—	—	—	—	0,020	0,030	5,5(55)	25	9
23,0—27,0	5,0—7,0	—	—	N до 0,2	0,020	0,030	6,0(60)	30	12
23,0—27,0	2,0—3,5	—	—	Ti 0,05	0,015	0,020	6,0(60)	40	13
38,0—41,0	6,2—8,5	—	—	Ti до 0,05	0,015	0,025	6,0(60)	30	12
Основа	8,5—11,0	—	—	Ti до 0,05	0,015	0,020	6,5(65)	24	12
Основа	13,50—16,0	—	—	W 3,50—4,50	0,018	0,020	5,5(55)	20	10

Таблица 60. Режимы ручной электродуговой сварки

Диаметр электрода, мм	Сила тока для различного положения шва, А		
	нижнего	вертикального	потолочного
3,0	75—85	70—80	60—80
4,0	100—120	100—120	90—110

Таблица 61. Рекомендуемое количество проходов многослойного шва

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Примерное число проходов в шве
6—12	3—4	2—6
13—20	3—4	4—12
21—25	3—4	10—18
26—30	3—4	16—24

Таблица 62. Режим термической обработки

Марка сталей	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Время выдержки при заданной температуре, мин	Условия охлаждения	Примечание
12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т	Закалка	1080±20	60	На воздухе со снятой теплоизоляцией	Термообработку проводят для снятия остаточных напряжений или при наличии агрессивной среды, вызывающей общую и межкристаллитную коррозию при рабочей температуре до 450 °С
12Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т	Стабилизирующий отжиг	875±25	120	То же	Термообработку проводят для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии при рабочей температуре более 450 °С и для снятия остаточных напряжений после сварки и холодной деформации
12Х1МФ, 12ХМФ	Высокий отпуск	715±15	При δ до 20 мм — 60 мин; δ 21—45 мм — 120 мин, δ более 45 мм — 180 мин	В теплоизоляции с выключенным нагревателем. При температуре ниже 300 °С теплоизоляцию и нагреватель можно снять	При сварке аустенитными электродами, а также толщине стенки 8 мм и менее термообработку не проводят
12МХ, 15ХМ	Высокий отпуск	680±20	При δ до 20 мм — 60 мин; δ 21—45 мм — 120 мин; δ более 45 мм — 180 мин	То же	То же и термообработку не проводят
12Х18Н9, 08Х18Н10	Отжиг	875±25	120 мин	На воздухе со снятой теплоизоляцией	Термообработка проводится для снятия остаточных напряжений после сварки и холодной деформации
15Х5М, 15Х5МУ, 15Х5, 15Х5ВФ	Высокий отпуск	760±20	При δ до 20 мм — 120 мин; δ 21—60 мм — 180 мин	В теплоизоляции с выключенным нагревателем. При температуре ниже 300 °С теплоизоляцию и нагреватель можно снять	При сварке аустенитными электродами термообработку не проводят
Углеродистые и низколегированные 10, 20, 25, 10Г2, 17ГС и др.	Высокий отпуск	600±25	60 мин	На воздухе без теплоизоляции или с теплоизоляцией	Термообработку проводят для снятия остаточных напряжений и при наличии среды, вызывающей коррозионное растрескивание под напряжением

Таблица 63. Методы контроля сварных соединений

Операция	Категория трубопровода				
	I	II	III	IV	V
Внешний осмотр и измерения	+	+	+	+	+ По ТУ
Контроль качества неразрушающими методами:					
ультразвуковым или радиографическим; цветным (люминесцентноцветным) или магнитопорошковым (люминесцентномагнитопорошковым	+	+	+	По условию чертежа, ТУ или при необходимости	
Механические испытания				Проводятся при испытании сварщиков в случаях, предусмотренных п. 18.12	—
Металлографические исследования				По требованию чертежа или ТУ	—
Контроль на содержание ферритной фазы				По требованию чертежа или ТУ; для аустенитных сталей при температуре выше 350 °С содержание ферритной фазы должно быть не более 5%	—
Испытание на коррозионную стойкость				По требованию чертежа или ТУ	—
Испытание воздухом				По требованию чертежа	—
Испытание гидравлическим давлением	+	+	+	+	+

Примечания: 1. Знак + означает, что операция проводится.

2. Швы ферромагнитных сталей толщиной до 16 мм после автоматической сварки разрешается дефектоскопировать магнитографическим методом вместо ультразвукового или радиографического.

Таблица 64. Объем контроля сварных стыков неразрушающими методами, %

Условие изготовления стыков	Категория трубопроводов				
	I	II	III	IV	V
При изготовлении и монтаже на предприятии нового трубопровода и при ремонте эксплуатируемого	20	10	2	1	Согласно операционному контролю и по ТУ
При сварке разнородных сталей	100	100	50	25	10

Таблица 65. Оценка качества сварных соединений трубопроводов по результатам радиографического метода контроля в зависимости от величины и протяженности плоских дефектов (непровара по оси шва, несплавлений и трещин), баллы

Оценка в баллах	Непровар по оси шва, несплавления и трещины	
	Глубина, % к номинальной толщине стенки	Суммарная длина по периметру трубы
0	Непровар отсутствует	—
1	Непровар по оси шва до 10%, но не более 2 мм	До 1/4
	или до 5%, но не более 1 мм	До 1/2
2	Непровар по оси шва до 20%, но не более 3 мм	До 1/4
	или до 10%, но не более 2 мм	До 1/2
	или до 5%, но не более 1 мм.	Не ограничивается
6	Непровары по оси шва более 20% и более 3 мм	Независимо от длины
	несплавления между основным металлом и швом и между отдельными валиками шва	То же
	трещины любой глубины	То же

Примечание. При необходимости точную глубину (высоту) непровара определяют по инструкции РДИ 38.18001—83 в месте его наибольшей величины по плотности снимка или по ожидаемому местоположению.

Таблица 66. Оценка качества сварных соединений трубопроводов по результатам радиографического метода контроля в зависимости от размеров объемных дефектов (включений, пор), баллы

Оценка в баллах	Толщина стенки, мм	Включения (поры)		Скопления (длина), мм	Суммарная длина на любом участке шва длиной 100 м
		ширина (диаметр), мм	длина, мм		
1	До 3	0,5	1,0	2,0	3,0
	Свыше 3 до 5	0,6	1,2	2,5	4,0
	«5» » 8	0,8	1,5	3,0	5,0
	«8» » 11	1,0	2,0	4,0	6,0
	«11» » 14	1,2	2,5	5,0	8,0
	«14» » 20	1,5	3,0	6,0	10,0
	«20» » 26	2,0	4,0	8,0	12,0
	«26» » 34	2,5	5,0	10,0	15,0
	Свыше 34	3,0	6,0	10,0	20,0
2	До 3	0,6	2,0	3,0	6,0
	Свыше 3 до 5	0,8	2,5	4,0	8,0
	«5» » 8	1,0	3,0	5,0	10,0
	«8» » 11	1,2	3,5	6,0	12,0
	«11» » 14	1,5	5,0	8,0	15,0
	«14» » 20	2,0	6,0	10,0	20,0
	«20» » 26	2,5	8,0	12,0	25,0
	«26» » 34	2,5	8,0	12,0	30,0
	«34» » 45	3,0	10,0	15,0	30,0
	Свыше 45	3,5	12,0	15,0	40,0

Продолжение табл. 66

Оценка в баллах	Толщина стенки, мм	Включения (поры)		Скопления (длина), мм	Суммарная длина на любом участке шва длиной 100 м
		ширина (диаметр), мм	длина, мм		
3	До 3	0,8	3,0	5,0	8,0
	Свыше 3 до 5	1,0	4,0	6,0	10,0
	» 5 » 8	1,2	5,0	7,0	12,0
	» 8 » 11	1,5	6,0	9,0	15,0
	» 11 » 14	2,0	8,0	12,0	20,0
	» 14 » 20	2,5	10,0	15,0	25,0
	» 20 » 26	3,0	12,0	20,0	30,0
	» 26 » 34	3,5	12,0	20,0	35,0
	» 34 » 45	4,0	15,0	25,0	40,0
	Свыше 45	4,5	15,0	30,0	45,0
6	Независимо от толщины	Включения (поры), скопления, размер или суммарная протяженность которых превышают установленные для балла 3 настоящей таблицы			

Примечания: 1. Не учитываются включения (поры) длиной 0,2 мм и менее, если они не образуют скоплений и сетки дефектов.

2. Число отдельных включений (пор), длина которых меньше указанной в табл. 66, не должно превышать 10 для балла 1, 12 — для балла 2, 15 — для балла 3 на любом участке радиограммы длиной 100 м, при этом их суммарная длина не должна быть больше, чем указано в таблице.

3. Для сварных соединений протяженностью менее 100 м нормы, приведенные в таблице, по суммарной длине включений (пор), а также по числу отдельных включений (пор) должны быть пропорционально уменьшены.

4. Оценка участков сварных соединений трубопроводов всех категорий, в которых обнаружены цепочки включений (пор), должна быть увеличена на один балл.

Таблица 67. Требования к углу загиба, ударной вязкости и твердости сварных соединений

Марка свариваемых сталей	Угол загиба, не менее			Ударная вязкость, кгс·м/см² при температуре, °С		Твердость по Бринеллю, НВ, не более	
	Стенка до 20 мм	Стенка более 20 мм	Газовая сварка	+20	От —41 до —70	металла шва	околошовной зоны
Углеродистые Ст3, Ст4, 10, 20 и т. д.	100°	100°	70°	5	—	170	170
10Г2	80	60	50	5	2,0	180	200
12ХМ, 12ХМФ, 12Х1МФ, 15ХМ, 15Х5М, 15Х5ВФ	50	40	30	5	—	200—240	220
15Х5М-У	50	40	30	5	—	200—240	240
15Х5М, 15Х5ВФ, 15Х5М-У	50	40	30	5	—	200	325*
15Х5М, 15Х5ВФ, 15Х5М-У	50	50	30	5	—	200	375**
12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н16М3Т, 20Х23Н18	100***	100	—	7	3	200	200

* При сварке без термической обработки аустенитными электродами с предварительной наплавкой кромок.

** При сварке без термической обработки аустенитными электродами без предварительной наплавки кромок.

*** При толщине стенки 6—120 мм.

Примечание. При сварке закаливающихся сталей (15Х5М и др.) без термической обработки твердость зоны термического влияния измеряют по ГОСТ 18661—73 на расстоянии не более 1,5 мм от линии сплавления.

Таблица 68. Механические свойства сварных соединений сталей типа 15Х5М, сваренных аустенитными электродами

Характеристика свойств	Номинальное значение
Предел прочности при температуре +20 °С	Не ниже нижнего предела прочности свариваемой стали
Угол загиба при толщине стенки:	
до 20 мм	Не менее 50°
свыше 20 мм	Не менее 40°
Ударная вязкость металла шва и зоны термического влияния при температуре от +20 °С и выше, кгс·м/см²	Не менее 5
Твердость, измеренная по ГОСТ 18661—73 в единицах НВ:	
металла шва	Не более 200
зоны термического влияния перлитной стали на расстоянии не более 3,0 мм от линии сплавления	Сталь группы 15Х5М / Сталь группы 1Х2М1
а) с предварительной наплавкой кромок	325 / 250
б) без наплавки кромок	375 / 300

Таблица 69. Требования к механическим свойствам сварных швов на трубах из разнородных сталей

Характеристика разнородного сварного соединения	Временное сопротивление разрыву	Угол загиба		Ударная вязкость, кгс·м/см²
		до 20 мм	более 20 мм	
Углеродистая+низко- или среднелегированная	Принимается по углеродистой стали	50°	40°	5
Углеродистая+аустенитная	То же	100	100	6
Углеродистая+ферритная или полуферритная	—	100	50	6
Низколегированная+среднелегированная	По стали с меньшей прочностью	50	40	5
Низко- или среднелегированная с ферритной или полуферритной	То же	50	40	5
Ферритная или полуферритная с аустенитной	»	100	50	5
Аустенитные разнолегированные между собой	»	120	100	7
Низко- и среднелегированная с аустенитной	По стали с меньшей прочностью	50	40	5

Примечания: 1. Сварные соединения, подлежащие термической обработке, должны отвечать указанным требованиям в термически обработанном состоянии.

2. Результаты испытаний механических свойств определяют как среднее арифметическое результатов всего числа испытанных образцов.

3. Для отдельных образцов при испытании на разрыв и загиб допускается отклонение в сторону уменьшения показаний до 10%. Для ударной вязкости на отдельных образцах допускается отклонение от указанных требований в сторону снижения на 1 кгс·м/см².

4. Твердость в корне шва для любых сочетаний свариваемых сталей не должна превышать 240 НВ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Паспорт трубопровода

Наименование предприятия _____

Цех или установка: _____

Наименование и назначение трубопровода: _____

Рабочая среда: _____

Рабочие параметры: давление _____ температура _____

Категория _____

№ п/п	Наименование участков или обозначения по схеме	Наружный диаметр и толщина стенки трубы, мм	Протяженность участков трубопровода, м

Перечень схем, чертежей и других документов, предъявляемых при сдаче трубопровода в эксплуатацию, предусмотренных СНиП, действующими «Правилами», специальными техническими условиями или проектом* _____

Данные о монтаже

(заполняется для вновь вводимых трубопроводов)

Трубопровод смонтирован _____
(наименование монтажной организации)

в полном соответствии с проектом, разработанным _____

_____
(наименование проектной организации)

по рабочим чертежам _____
(номера узловых чертежей)

Все опоры и подвески отрегулированы в соответствии с указаниями в проекте трубопровода.

Род сварки, применявшейся при монтаже трубопровода _____

* См. в конце паспорта.

Данные о присадочном материале _____
(тип, марка, ГОСТ или ТУ)

Сварка трубопровода произведена в соответствии с требованиями РД 38.13.004—86 сварщиками, прошедшими испытания в соответствии с «Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков», утвержденных Госгортехнадзором СССР _____

Данные о материалах, из которых изготовлен трубопровод

а) Сведения о трубах и листовом материале

№ п/п	Наименование элементов	Размеры $D_н \times S$	Марка стали	ГОСТ или ТУ

б) Сведения о фланцах и их крепежных деталях

№ п/п	Наименование	Нормаль, ГОСТ, ТУ на фланцы	Условный проход в мм	Условное давление, МПа	Материал фланца		Материал шпилек, болтов, гаек*	
					марка стали	ГОСТ или ТУ	марка стали	ГОСТ или ТУ

Заполняется при рабочей температуре трубопровода более 350 °С независимо от давления в трубопроводе и при давлении в трубопроводе более 2,5 МПа независимо от температуры.

в) Сведения об арматуре и фасонных частях (литых и кованых)

№ п/п	Наименование	Обозначение по каталогу	Условный проход в мм	Условное давление, МПа	Марка материала корпуса	ГОСТ или ТУ

Результаты испытания

(заносятся последние результаты при заполнении паспорта)

Трубопровод испытан на прочность гидравлическим (пневматическим) методом
пробным давлением _____

При давлении _____ трубопровод был осмотрен, причем обнаружено: _____

При испытании на герметичность давлением _____

Трубопровод выдержан при этом давлении _____ часов.

Падение давления за время испытания, отнесенное к одному часу, составило _____ % в час.

* См. в конце паспорта.

Заключение

Трубопровод изготовлен и смонтирован в соответствии с действующими Н и ТУ и признан годным к работе _____

Подпись владельца трубопровода

Подпись представителя монтирующей организации*

* См. в конце паспорта.

Лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию трубопровода

№ и дата приказа о назначении	Должность, фамилия, имя и отчество	Подпись ответственного лица

Записи о ремонте и переустройстве трубопровода

Дата записи	Основание	Запись о ремонте, переустройстве трубопровода

Записи результатов освидетельствования и ревизии трубопровода

Дата	Результат освидетельствования, ревизии	Срок следующего освидетельствования, ревизии	Подписи ответственных лиц, производящих освидетельствование

Формуляр замера деталей трубопровода

№ точек по схеме	Первоначальный диаметр и толщина в мм	Отбраковочный размер в мм	Толщина по промеру	Метод замера	Фамилия проверяющего	Подпись	Примечание

* При отсутствии требуемых документов, из-за давности эксплуатации, необходимо указать перечень схем, чертежей, документов, подтверждающих качество материалов, сварных швов, проведенных испытаний на прочность и плотность.

** Подпись представителя монтажной организации обязательна только для вновь вводимых трубопроводов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УДОСТОВЕРЕНИЕ

о качестве ремонта трубопровода

Цех (объект) _____ Установка _____

Согласно акту ревизии и отбраковки трубопроводов от «____» _____ 19 г. выполнен ремонт участка трубопровода _____
(наименование и границы)

в соответствии с исполнительной схемой, приведенной ниже:

Трубопровод отремонтирован _____
(дата ремонта, наименование организации, производившей ремонт, и ее адрес)

Ремонту подвергались следующие элементы трубопровода:

Наименование элементов трубопровода, подвергавшихся ремонту	Наименование и номер документа, подтверждающего качество материала	Характер произведенного ремонта	Данные о примененных материалах	
			марка стали	ГОСТ или ТУ

ЖУРНАЛ

сварочных работ на ремонт трубопровода

Фамилия, имя, отчество сварщика, его клеймо и номер удостоверения	Диаметр и толщина трубы	Марка металла	Тип и марка электрода	Наименование и номер документа, подтверждающего качество сварочных материалов	Вид сварки	Номера стыков по схеме

Поворотный или неповоротный шов	Подготовка стыка под сварку (наличие подкладных колец, способ подготовки кромок, зазор)	Режим сварки, число слоев и порядок их наложения	Отметка о проведении подогрева, термообработки и послойного охлаждения	Атмосферные условия (температура окружающего воздуха)

Сварные швы подвергались _____
(виды контроля)

Результаты контроля _____
(оценка)

Трубопровод испытан _____
(гидравлически или пневматически с указанием наименования испытуемой среды)

на прочность давлением _____ МПа в течение 5 мин

на плотность давлением _____ МПа в течение _____ мин

на герметичность сжатым _____ давлением _____ МПа
(род газа)

с выдержкой под испытательным давлением ___ часов.

При осмотре трубопровода установлено, что _____

Падение давления, подсчитанное в соответствии с «Руководящими указаниями», составило _____ % в час.

Допускаемое падение давления для данного трубопровода _____ % в час.

Трубопровод отремонтирован в полном соответствии с _____
(наименование ТУ и дата их утверждения)

и признан годным для работы со следующими параметрами:

а) рабочее давление _____ МПа

б) температура _____ °С

в) среда _____

Составил: Начальник участка СРУ (нач. рем. цеха)
Инженер, ответственный за производство сварочных работ

Проверил: Зам. начальника цеха № по оборудованию
(ст. механик цеха)

Механик установки №

«____» _____ 19 г.

Примечания. 1. Если ремонт производился подрядной организацией, то первичные документы, подтверждающие качество вновь устанавливаемых (взамен изношенных) элементов трубопровода, качество примененных при ремонте материалов, а также сварки, должны храниться в ее архиве.

2. В случае ремонта трубопровода силами ремонтных цехов предприятия удостоверение о качестве ремонта подписывает руководитель цеха (мастерской), а первичные документы хранятся в отделе технического надзора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Утверждаю:

Главный механик завода

_____

«____» _____ 19 г.

Акт ревизии и отбраковки трубопроводов

по установке № в период с _____ по _____ 19 г. произведена ревизия трубопроводов по «Перечню ответственных технологических трубопроводов»

Результаты ревизии приведены ниже

№ п/п	Наименование и назначение трубопровода. Подробное описание характера выявленных дефектов и место их расположения	Среда	Параметр работы трубопровода		Категория трубопровода	Исполнитель	Примечание
			рабочее давление	температура			

На остальных трубопроводах дефектов, подлежащих ремонту, не обнаружено.

Начальник ОТН

Начальник цеха № _____ (установки № _____)

Зам. нач. цеха № _____ по оборудованию (ст. механик цеха №_____)

Инженер ОТН

Примечание. К акту должны быть приложены квалифицированно составленные эскизы по каждому дефектному участку трубопровода для передачи его исполнителю с указанием на нем:

а) наименования трубопровода и параметров его работы;
б) точного расположения дефектного участка, подлежащего замене;
в) вида трубы, ее материала и размеров ($D_н \times S$);
г) типа и материала на фланцы, шпильки, прокладки, опоры;
д) размера и материала на фитинги и детали врезок (ответвлений);
е) марок сварочных материалов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Акт на ремонт и испытание арматуры

в период с « » _____ 19 года по « » _____ 19 г.

произведены ремонт и испытание нижеперечисленной арматуры

№ п/п	Наименование арматуры, ее шифр и номер	№ технологической установки	Отметка о ремонте, связанном со сваркой			Сведения о замененных деталях и их материал	Арматура испытана		Примечание
			фамилия, имя, отчество сварщика и № его удостоверения	сведения о сварочных материалах (марка и № сертификата) и качестве сварки	сведения о термообработке		на прочность давлением P, МПа	на плотность давлением P, МПа	

Заключение: Ремонт и испытание арматуры произведены в соответствии с требованиями РД 38.13.004—86. Арматура испытание выдержала и может быть допущена к дальнейшей эксплуатации в соответствии с паспортными данными.

Начальник цеха
(производившего ремонт)

Ответственный исполнитель

Лицо, принявшее арматуру из ремонта

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Согласовано:
Главный механик завода

_____

«_____» _____ 19 г.

Утверждаю:
Главный инженер завода

_____

«_____» _____ 19 г.

ПЕРЕЧЕНЬ

ответственных технологических трубопроводов по установке № _____ цеха № _____

№ п/п	Наименование трубопровода и его номер по технологической схеме или полилейной спецификации	Размеры трубопровода $D_н \times S$ (указываются отдельно для прямых участков, отводов, врезок)	Отбраковочная толщина, мм (указывается отдельно для прямых участков, тройников, врезок)	Материал	Рабочие условия			Категория трубопровода	Периодичность проведения ревизий
					Давление, МПа	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год		

1. Ответственные трубопроводы, на которые составляются паспорта:

_____

_____

2. Остальные ответственные трубопроводы:

Согласовано:
Начальник ОТН

«_____» _____ 19 г.

Начальник цеха
Зам. нач. цеха по оборудованию (ст. механик цеха)
Начальник установки

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Акт испытания технологических трубопроводов на прочность и плотность на установке № _____ цеха № _____

«_____» _____ 19 г. произведено испытание нижеперечисленных трубопроводов

№ п/п	Наименование трубопровода	Рабочие параметры		Вид испытания									
				На прочность			На плотность			На герметичность			
		Давление P, МПа	Температура, °С	гидравлическое или пневматическое	испытательное давление $P_и$, МПа	продолжительность испытания, ч	гидравлическое или пневматическое	испытательное давление $P_и$, МПа	продолжительность испытания, ч	род газа	испытательное давление $P_к$, МПа	продолжительность испытания, ч	падение давления за время испытаний, %	допустимое падение давления, %

Трубопроводы, перечисленные в настоящем акте, испытание выдержали и могут быть допущены к дальнейшей эксплуатации.

Начальник установки

Механик установки

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Журнал учета установки — снятия заглушек

на установке _____ производства _____

№ п/п	Дата установки заглушки	Точное место установки заглушки на трубопроводе (номер по схеме)	Номер партии (заглушки) $P_у$; $D_у$	Должность, фамилия, имя, отчество лица, давшего указание на установку заглушки	Подпись	Дата снятия заглушки	Должность, фамилия, имя, отчество лица, давшего указание на снятие заглушки	Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Результаты проверки знаний сварщиков

Фамилия, имя, отчество сварщика	Год рождения	Образование	Стаж работы по сварке	Клеймо, присвоенное сварщику при проверке	Способ сварки	Материалы образцов				Сварочные материалы			Положение шва при сварке	Режим предварительного и сопутствующего подогрева	Режим термообработки
						Пластина, труба или другие	Марка металла	Толщина, диаметр, мм	Предел прочности по ТУ или ГОСТу кгс/мм²	Электрод или присадочная проволока (марка и тип)	Марка флюса	Защитный газ			

Продолжение приложения 8

Результаты испытания сварных образцов						Другие методы испытания	Оценка практических знаний (отлично, хорошо, удовлетворительно)	Оценка теоретических знаний (отлично, хорошо, удовлетворительно)	Заключение комиссии (указать работы)
Внешний осмотр и измерение	Физические методы контроля	Металлографические исследования	Предел прочности (место разрыва), кгс/мм²	Угол загиба, град.	Ударная вязкость, кгс·м/см²				

Председатель комиссии _____ (подпись)

Члены комиссии _____ (подпись)
(должность)

_____ (подпись)

_____ (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ЖУРНАЛ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДА _____
(наименование трубопровода)

установка № _____ цех № _____

№ стыка по схеме, приложенной к «удостоверению о качестве»	Марка стали трубопровода	Режим термической обработки		
		Показания термопары, °С	Время измерения температуры (через каждые 20 мин)	Фамилия термиста

Твердость после термообработки			Примечание
основной металл	сварной шов	околошовная зона	

Подпись ответственного за термообработку

II. СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Рекомендации по выбору труб и деталей технологических трубопроводов (табл. 1С—20С)

Таблица 1С. Трубы стальные бесшовные

$D_у$, мм	$D_н$, мм	S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии								
				до 0,1 мм/год			0,1—0,5 мм/год					
				$P_у$, МПа (кгс/см²)								
				4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
10	14	1,6	0,49	+	+	+	—	—	—	—	—	—
		3,0	0,81	—	—	—	+	+	+	+	+	+
15	18	1,6	0,65	+	+	+	—	—	—	—	—	—
		2,0	0,79	—	—	—	+	+	—	—	—	—
		3,0	0,96	—	—	—	—	—	+	+	+	+
20	25	1,6	0,92	+	+	+	—	—	—	—	—	—
		2,0	1,13	—	—	—	+	—	—	—	—	—
		2,5	1,39	—	—	—	—	+	+	+	—	—
		3,0	1,63	—	—	—	—	—	—	—	+	+

Продолжение табл. 1С

D_y, мм	$D_н$, мм	S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	0,1—0,5 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
25	32	2,0	1,48	+	+	+	—	—	—	—	—	—
		2,5	1,76	—	—	—	+	+	+	+	—	—
		3,0	2,15	—	—	—	—	—	—	—	+	+
32	38	2,0	1,78	+	+	+	—	—	—	—	—	—
		2,5	2,19	—	—	—	+	+	+	—	—	—
		3,0	2,59	—	—	—	—	—	—	+	+	—
		4,0	3,35	—	—	—	—	—	—	—	—	+
40	45	2,5	2,62	+	+	+	+	+	+	—	—	—
		3,0	3,11	—	—	—	—	—	—	+	—	—
		4,0	4,04	—	—	—	—	—	—	—	+	+
50	57	3,0	4,0	+	+	—	+	+	+	+	—	—
		4,0	5,23	—	—	+	—	—	—	—	+	—
		5,0	6,41	—	—	—	—	—	—	—	—	+
65	76	3,5	6,26	+	+	+	+	+	—	—	—	—
		4,0	7,10	—	—	—	—	—	+	+	—	—
		5,0	8,75	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		6,0	10,36	—	—	—	—	—	—	—	—	+
80	89	3,5	7,38	+	+	—	+	—	—	—	—	—
		4,0	8,38	—	—	—	—	+	+	—	—	—
		5,0	10,36	—	—	+	—	—	—	+	—	—
		6,0	12,28	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		8,0	16,72	—	—	—	—	—	—	—	—	+
100	108	4,0	10,26	+	+	—	+	+	+	—	—	—
		5,0	12,70	—	—	—	—	—	—	+	—	—
		6,0	15,09	—	—	+	—	—	—	—	+	—
		8,0	19,73	—	—	—	—	—	—	—	—	+
125	133	4,0	12,73	+	—	—	—	—	—	—	—	—
		5,0	15,78	—	+	—	+	+	—	—	—	—
		6,0	18,79	—	—	—	—	—	+	+	—	—
		8,0	24,66	—	—	+	—	—	—	—	+	—
		10,0	30,33	—	—	—	—	—	—	—	—	+
150	159	4,5	17,15	+	—	—	—	—	—	—	—	—
		6,0	22,64	—	+	—	+	+	+	—	—	—
		8,0	22,79	—	—	+	—	—	—	+	—	—
		10,0	36,75	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		12,0	45,28	—	—	—	—	—	—	—	—	+
200	219	6,0	31,52	+	—	—	+	+	+	—	—	—
		8,0	41,63	—	+	—	—	—	—	+	—	—
		10,0	51,54	—	—	+	—	—	—	—	—	—
		12,0	61,26	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		16,0	83,26	—	—	—	—	—	—	—	—	+
250	273	7,0	45,92	+	—	—	+	+	+	—	—	—
		8,0	52,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		10,0	64,86	—	+	—	—	—	—	+	—	—
		12,0	77,24	—	—	+	—	—	—	—	+	—
		16,0	101,41	—	—	—	—	—	—	—	—	+

Продолжение табл. 1С

D_y, мм	$D_н$, мм	S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	0,1—0,5 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
300	325	8,0	62,54	+	—	—	+	+	+	—	—	—
		10,0	77,68	—	+	—	—	—	—	+	—	—
		12,0	92,63	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		16,0	121,93	—	—	+	—	—	—	—	—	—
		20,0	155,36	—	—	—	—	—	—	—	—	+
350	377	9,0	81,68	+	—	—	+	+	+	—	—	—
		12,0	108,02	—	+	—	—	—	—	+	—	—
		16,0	125,33	—	—	—	—	—	—	—	+	—
		20,0	159,36	—	—	+	—	—	—	—	—	+
400	426	10,0	102,59	+	—	—	+	+	+	—	—	—
		12,0	122,52	—	—	—	—	—	—	+	—	—
		16,0	161,78	—	+	—	—	—	—	—	+	—

Примечания: 1. Таблица составлена на основании ВСН 186—74.
2. Знаком + обозначены трубы, рекомендуемые к применению.

Таблица 2С. Трубы стальные электросварные

D_y, мм	$D_н$, мм	S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²), не более 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	0,1—0,5 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²), не более 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
10	14	1,6	0,49	+	+	+	—	—	—
15	18	2,0	0,79	+	+	+	—	—	—
20	25	2,0	1,13	+	+	+	—	—	—
25	32	2,0	1,48	+	+	+	—	—	—
32	38	2,0	1,78	+	+	+	—	—	—
40	45	2,0	2,12	+	+	+	—	—	—
50	57	2,5	3,36	+	+	+	+	+	+
65	76	3,0	5,40	+	+	+	+	—	—
		4,0	7,10	—	—	—	—	+	+
80	89	3,0	6,36	+	+	+	+	—	—
		4,0	8,38	—	—	—	—	+	+
100	114	4,0	10,85	+	+	+	+	—	—
		5,0	13,44	—	—	—	—	+	+

Продолжение табл. 2С

D_y, мм	$D_н$, мм	S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год, P_y, МПа (кгс/см²), не более: 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	при скорости коррозии: 0,1—0,5 мм/год, P_y, МПа (кгс/см²), не более: 1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
150	159	4,0	15,29	+	+	+	+	—	—
		6,0	22,64	—	—	—	—	+	+
200	219	6,0	31,52	+	+	+	+	—	—
		8,0	41,63	—	—	—	—	+	+
250	273	6,0	39,51	+	+	+	+	—	—
		8,0	52,28	—	—	—	—	+	+
300	325	6,0	47,20	+	+	+	+	—	—
		8,0	62,54	—	—	—	—	+	+
400	426	7,0	72,05	+	+	+	+	—	—
		8,0	82,40	—	—	—	—	+	—
		10,0	100,30	—	—	—	—	—	+
500	530	7,0	91,18	+	+	—	+	—	—
		8,0	104,01	—	—	+	—	—	—
		10,0	130,00	—	—	—	—	+	—
		12,0	156,00	—	—	—	—	—	+
600	630	7,0	107,54	+	+	—	+	—	—
		10,0	152,89	—	—	+	—	+	—
		12,0	182,88	—	—	—	—	—	+
800	820	8,0	160,20	+	+	—	+	—	—
		10,0	199,8	—	—	—	—	+	—
		12,0	239,1	—	—	+	—	—	—
		14,0	278,3	—	—	—	—	—	+
1000	1020	8,0	199,70	+	—	—	—	—	—
		10,0	249,10	—	+	—	+	—	—
		12,0	298,3	—	—	—	—	+	—
		15,0	374,0	—	—	+	—	—	—
1200	1220	9,0	268,8	+	—	—	—	—	—
		12,0	357,5	—	+	—	+	—	—
		15,0	447,3	—	—	—	—	+	—
1400	1420	10,0	347,7	+	—	—	—	—	—
		14,0	485,4	—	+	—	+	—	—

Примечания: 1. Таблица составлена на основании ВСН 186—74.
2. Знаком + обозначены трубы, рекомендуемые к применению.
3. Трубы электросварные для сред со скоростью коррозии 0,1—0,5 мм/год применяют только в случаях, предусмотренных проектом.

Таблица 3С. Сортамент труб технологических трубопроводов из легированных сталей при P_y до 10,0 МПа

D_y, мм	$D_н$, мм	Толщина стенки S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	При скорости коррозии до 0,1 мм/год: 12Х1МФ 10,0 (100)	4,0 (40)	16Х5М 6,3 (63)	10,0 (100)	При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год: 12Х1МФ 10,0 (100)	4,0 (40)	15Х5М 6,3 (63)	10,0 (100)	15Х5М-У 4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
				P_y, МПа (кгс/см²)										
10	14 (16)	1,6	0,49	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2,0	0,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2,5	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	18 (20)	1,6	0,65	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2,0	0,79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2,5	0,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	25	1,6	0,93	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2,0	1,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	32	2,5	1,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		3,0	1,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2,0	1,48	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2,5	1,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		3,0	2,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	38	2,0	1,78	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2,5	2,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		3,0	2,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	45	2,5	2,62	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		3,0	3,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4,0	4,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	57	2,5	3,36	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		3,0	4,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4,0	5,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 3С

$D_у$, мм	$D_н$, мм	Толщина стенки S, мм	Масса 1 м пог. длины, кг	12Х1МФ	15Х5М	15Х5М-У	12Х1МФ	15Х5М	15Х5М-У
				При скорости коррозии до 0,1 мм/год			При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год		
				$P_у$, МПа (кгс/см²)					
				10,0 (100)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	6,3 (63)	10,0 (100)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
65	76	3,5	6,26	+	+	+	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−	−	−
		4,0	7,10	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−
		5,0	8,75	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	−
80	89	3,5	7,38	−	+	+	+	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
		4,0	8,38	+	−	−	+	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−	−
		5,0	10,36	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	+
		6,0	12,28	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−
100	108	4,0	10,26	−	+	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
		5,0	12,70	+	−	−	+	−	−	+	+	−	−	+	−	−	−	−
		6,0	15,09	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	−
125	133	4,0	12,75	−	+	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
	(130)	5,0	15,75	+	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	+	−
		6,0	18,79	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	+
		8,0	24,66	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−
150	158	4,5	17,15	−	+	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
	(160)	6,0	22,64	+	−	−	−	−	+	+	+	−	−	+	−	−	−	+
		8,0	29,79	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	+
		9,0	33,29	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−
200	219	6,0	31,52	−	+	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	−	−
	(220)	8,0	41,63	+	−	−	−	−	+	+	+	−	−	+	−	−	−	+
		10,0	51,54	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	+
		12,0	61,26	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−
250	273	7,0	45,92	−	+	+	−	+	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−
	(250)	8,0	52,28	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−
		10,0	64,86	+	−	−	−	−	+	+	+	−	−	+	−	−	−	+
		12,0	77,24	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	+
		15,0	95,44	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−	−
300	325	8,0	62,54	−	+	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	+	−
		10,0	77,68	−	−	+	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	+
		12,0	92,63	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−
		13,0	100,03	+	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−
		15,0	114,68	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	+
350	377	10,0	90,51	−	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	−
		12,0	108,02	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+
		13,0	117,00	+	−	−	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−	−
		15,0	133,91	−	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	+
400	426	10,0	102,59	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−
		12,0	122,52	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+
		16,0	161,78	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−	+
		18,0	215,02	+	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−

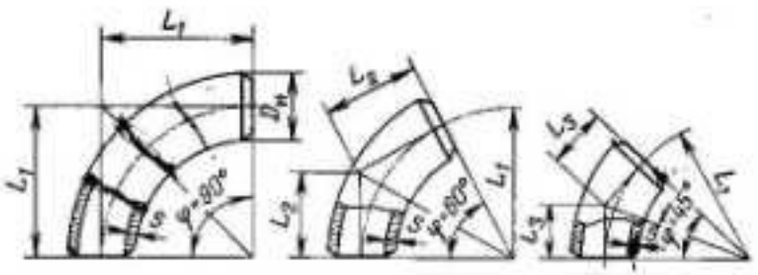
Примечания: 1. Таблица составлена по данным ВСН 350—75.
2. Знаком + обозначены пределы применения труб.
3. В скобках указаны наружные диаметры 16 и 20 мм — для труб по ТУ 14-3-460—75; 130, 160, 220 и 250 мм — для труб по ГОСТ 9941—81.

Таблица 4С. Сортамент труб из сталей марок 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т

D_y, мм	$D_н$, мм	Толщина стенки S, мм	Масса 1 м длины, кг	При скорости коррозии до 0,1 мм/год			При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год		
				P_y, МПа (кгс/см²), не более					
				4,0 (40)	6,3 (63)	10,0(100)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
10	14	1,4	0,43	+	+	+	+	+	+
	(16)	2,0	0,68	—	—	—	—	—	+
15	18	1,4	0,57	+	+	+	+	—	+
	(20)	2,0	0,79	—	—	—	—	+	+
20	25	1,4	0,81	+	+	+	+	—	+
		2,0	1,13	—	—	—	—	+	+
		2,5	1,39	—	—	—	—	—	+
25	32	1,4	1,05	+	+	+	+	—	+
		2,0	1,48	—	—	—	+	+	+
		2,5	1,76	—	—	—	+	+	+
32	38	2,0	1,78	+	+	+	+	+	—
		2,5	2,19	—	—	—	—	—	+
		3,0	2,59	—	—	—	—	—	+
40	45	2,0	2,12	+	+	+	+	+	+
		2,5	2,62	—	—	—	—	+	+
		3,0	3,11	—	—	—	—	—	+
50	57	2,0	2,71	+	+	+	+	+	—
		2,5	3,36	—	—	—	—	+	—
		3,0	4,00	—	—	—	—	—	+
		4,0	5,23	—	—	—	—	—	+
65	76	3,0	5,40	+	+	+	+	+	—
		3,5	6,25	—	—	—	—	—	+
		5,0	8,75	—	—	—	—	—	+
80	89	3,0	6,36	+	+	+	+	+	—
		4,0	8,38	—	—	—	—	—	+
		5,0	10,36	—	—	—	—	—	+
100	108	3,6	9,02	+	+	+	+	+	—
		4,0	10,26	—	—	—	—	+	—
		5,0	12,70	—	—	—	+	—	—
		6,0	15,09	—	—	—	—	—	+
125	133	3,5	11,18	+	+	—	+	+	—
	(130)	4,0	12,75	—	+	—	—	+	—
		5,0	15,75	—	—	—	—	—	+
		6,0	18,79	—	—	—	+	—	—
		8,0	24,66	—	—	—	—	—	+
150	159	4,0	15,29	+	+	—	+	+	—
	(160)	5,0	18,99	—	+	—	—	+	—
		6,0	22,64	—	—	—	—	—	+
		8,0	29,79	—	—	—	—	—	+
200	219	4,0	21,21	+	—	—	+	—	—
	(220)	5,0	26,39	—	+	—	+	+	—
		6,0	31,52	—	+	—	—	—	—
		8,0	41,63	—	—	—	+	+	+
		10,0	51,54	—	—	—	—	—	+
250	273	6,0	39,51	+	+	—	+	+	—
	(250)	8,0	52,28	—	+	—	—	+	—
		10,0	64,96	—	—	—	—	—	+
		12,0	77,24	—	—	—	—	—	+
300	325	12,0	92,63	+	+	+	+	+	+
		15,0	114,68	—	—	+	—	—	+

Примечания: 1. Таблица составлена по данным ВСН 350—75.
2. Знаком + обозначены пределы применения труб.
3. В скобках указаны наружные диаметры 16 и 20 мм — для труб по ТУ 14-3-460—75; 130, 160, 220 и 250 мм — для труб по ГОСТ 9941—81.

Таблица 5С. Крутоизогнутые отводы из углеродистой стали



Размеры, мм						P_y, МПа (кгс/см²), не более	
						При скорости коррозии	
D_y	$D_н$	L_1	L_2	L_3	S	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
40	45	60	35	25	2,5	10,0 (100)	2,5 (25)
					4,0	—	10,0 (100)
50	57	75	43	30	3,0	10,0 (100)	4,0 (40)
					5,0	—	10,0 (100)
50	(57)	(100)	(57)	(41)	(5,0)	10,0 (100)	10,0 (100)
65	76	100	57	41	3,5	10,0 (100)	4,0 (40)
					6,0	—	10,0 (100)
80	89	120	69	50	3,5	10,0 (100)	4,0 (40)
					6,0	—	10,0 (100)
100	108 (114)	150	87	62	4,0	10,0 (100)	4,0 (40)
					6,0	—	10,0 (100)
					8,0	—	10,0 (100)
125	133	190	110	79	(6,0)	10,0 (100)	10,0 (100)
					4,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					5,0	10,0 (100)	4,0 (40)
					8,0	—	10,0 (100)
					10,0	—	10,0 (100)
150	159	225	130	93	4,5	6,3 (63)	4,0 (40)
					6,0	10,0 (100)	6,3 (63)
					8,0	—	10,0 (100)
					10,0	—	10,0 (100)
	(168)				(6,0)	10,0 (100)	6,3 (63)
					(8,0)	—	10,0 (100)
200	219	300	173	124	6,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					8,0	10,0 (100)	6,3 (63)
					10,0	—	10,0 (100)
					12,0	—	10,0 (100)
250	273	375	217	155	7,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					10,0	10,0 (100)	6,3 (63)
					12,0	—	10,0 (100)
					16,0	—	10,0 (100)
300	325	450	260	186	8,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					10,0	8,0 (80)	6,3 (63)
					12,0	10,0 (100)	8,0 (80)
					16,0	—	10,0 (100)
350	377	525	303	217	10,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					12,0	8,0 (80)	6,3 (63)
					16,0	10,0 (100)	10,0 (100)
400	426	600	346	248	10,0	6,3 (63)	4,0 (40)
					12,0*	8,0 (80)	6,3 (63)
					14,0	8,0 (80)	6,3 (63)
					16,0	10,0 (100)	8,0 (80)
500	530	500	289	207	10,0	4,0 (40)	2,5 (25)
					12,0	—	4,0 (40)
					16,0*	8,0 (80)	6,3 (63)
					18,0	8,0 (80)	6,3 (63)
					20,0*	10,0 (100)	8,0 (80)
600	630	600	345	248	10,0	2,5 (25)	2,5 (25)
					12,0	4,0 (40)	2,5 (25)
					20,0*	8,0 (80)	6,3 (63)

Примечания: 1. Сортамент отводов, приведенных в таблице, и их размеры соответствуют ГОСТ 17375—83.
2. Отводы, толщина стенки которых отмечена знаком *, изготавливают только из стали 09Г2С.

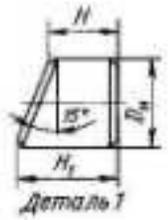
Таблица 6С. Крутоизогнутые отводы из легированной стали

(см. рис. к табл. 5С)

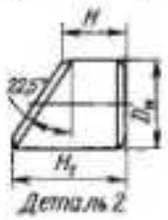
D_y, мм	Размеры, мм					При скорости коррозии до 0,1 мм/год		При скорости коррозии до 0,1 мм/год		При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год			
	$D_н$	S	L_1	L_2	L_3	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М—У	12ХМФ	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М—У
						P_y, МПа (кгс/см²)		P_y, МПа (кгс/см²)					
40	45	3,5	80	46	33	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—	—	—	10,0(100)	—
50	57	3	100	58	41	—	10,0(100)	—	—	4,0(40)	4,0(40)	—	—
		5				—	—	—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	—
70	76	4	140	81	58	—	10,0(100)	—	—	4,0(40)	4,0(40)	6,3(63)	—
		5				—	—	—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	10,0(10)	—
80	89	4,5	160	92	66	—	10,0(100)	—	—	—	4,0(40)	6,3(63)	—
		7				—	—	—	—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	10,0(100)	—
100	108	4	150	87	62	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	—	—	2,5(25)	—	—
		6				—	10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	—
		8				—	—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
125	133	5	190	110	79	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	4,0(40)	6,3(63)
		7					10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
		9								—	10,0(100)	10,0(100)	—
150	159	7	225	130	93	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	4,0(40)	6,3(63)
		8				—	10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
		10				—	—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
175	194	7	265	153	110	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	4,0(40)	6,3(63)
		9				—	10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
		12				—	—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
200	219	7	300	173	124	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	—	6,3(63)
		9				10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0(40)	—	—
		11				—	—	—	—	6,3; 10,0 (63, 100)	6,3; 10,0 (63, 100)	6,3(63)	10,0(100)
		14				—	—	—	—	—	—	10,0(100)	—
250	273	9	375	216	155	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	—	4,0; 6,3 (40, 63)
		11				10,0(100)	—	10,0(100)	—	—	4,0(40)	4,0(40)	—
		14				—	10,0(100)	—	—	—	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)
		16				—	—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
300	325	10	450	260	186	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	4,0(40)	—	6,3(63)
		12				—	—	—	—	—	—	4,0(40)	—
		14				10,0(100)	—	10,0(100)	—	—	—	6,3(63)	—
		16				—	10,0(100)	—	—	—	10,0(100)	—	10,0(100)
		20				—	—	—	—	—	—	—	—
350	377	12	525	303	217	6,3(63)	—	6,3(63)	10,0(100)	—	2,5(25)	4,0(40)	6,3(63)
		14				10,0(100)	6,3(63)	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
		18				—	10,0(100)	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
		22				—	—	—	—	—	2,5(25)	—	6,3(63)
400	426	14	600	346	248	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
		20				—	10,0(100)	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
		24				—	—	—	—	—	2,5(25)	—	6,3(63)
450	465	20	675	390	280	10,0(100)	—	10,0(100)	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
								—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
								—	—	—	2,5(25)	—	6,3(63)
								—	—	—	4,0; 6,3 (40; 63)	6,3(63)	10,0(100)
								—	—	—	10,0(100)	10,0(100)	—
								—	—	—	4,0(40)	—	6,3(63)
								—	—	—	6,3(63)	—	10,0(100)
								—	—	—	10,0(100)	—	—
								—	—	—	4,0(40)	—	6,3(63)
								—	—	—	6,3(63)	—	10,0(100)
								—	—	—	10,0(100)	—	—
								—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Размеры отводов, приведенные в таблице, взяты по нормали МН 4754—63.
2. Температурные пределы применения отвода соответствуют пределам применения трубы, из которой он изготовлен.
3. Материал отводов приведен по ГОСТ 5632—72.

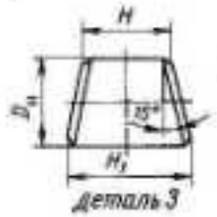
Таблица 7С. Детали сварных отводов из углеродистой стали на P_y до 6,3 МПа



Деталь 1



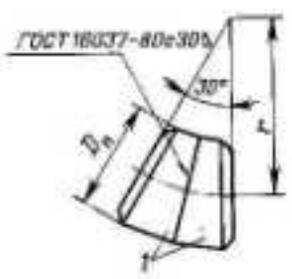
Деталь 2

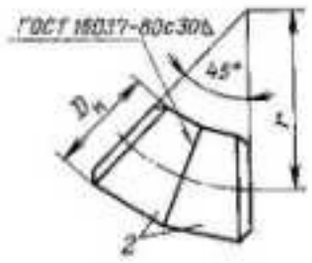


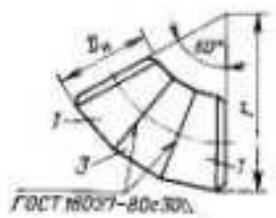
Деталь 3

D_y, мм	$D_н \times S$, мм	r, мм	P_y, МПа (кгс/см²), не более									
			Электросварные трубы		Бесшовные трубы		Деталь 1 — полусектор 15°		Деталь 2 — полусектор 22,5°		Деталь 3 — сектор 30°	
			При скорости коррозии		При скорости коррозии							
			до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год	H, мм	H_1, мм	H, мм	H_1, мм	H, мм	H_1, мм
150	159×4,0	300	2,5(25)	1,0(10)	—	—	59	102	91	158	118	204
	159×4,5		—	—	4,0(40)	—						
	159×6,0		—	2,5(25)	6,3(63)	2,5(25)						
	159×8,0		—	—	—	4,0(40)						
	159×10,0		—	—	—	6,3(63)						
200	219×6,0	400	2,5(25)	1,0(10)	4,0(40)	2,5(25)	78	137	120	211	156	274
	219×8,0		—	2,5(25)	6,3(63)	4,0(40)						
	219×12,0		—	—	—	6,3(63)						
250	273×6,0	500	2,5(25)	1,0(10)	—	—	97	171	151	264	195	342
	273×7,0		—	—	4,0(40)	1,6(16)						
	273×8,0		—	2,5(25)	—	2,5(25)						
	273×10,0	—	—	—	6,3(63)	4,0(40)						
	273×12,0	—	—	—	—	6,3(63)						
300	325×6,0	600	2,5(25)	1,0(10)	—	—	117	205	181	316	234	410
	325×8,0		—	2,5(25)	4,0(40)	2,5(25)						
	325×10,0		—	—	6,3(63)	4,0(40)						
	325×12,0		—	—	—	6,3(63)						
350	377×9,0	700	—	—	4,0(40)	2,5(25)	137	238	212	368	274	476
	377×12,0		—	—	6,3(63)	4,0(40)						
	377×16,0		—	—	—	6,3(63)						
400	426×7,0	800	2,5(25)	1,0(10)	—	—	158	272	243	420	315	544
	426×8,0		—	1,6(16)	—	—						
	426×10,0		—	2,5(25)	4,0(40)	2,5(25)						
	426×12,0		—	—	—	4,0(40)						
	426×16,0		—	—	6,3(63)	6,3(63)						

Примечания: 1. Размеры деталей соответствуют ОСТ 36-43—81.
2. Условия применения деталей соответствуют ОСТ 36-41—81.
3. Приведенные в таблице детали отводов позволяют собирать отводы с углом 30°, 45°, 60° и 90°, показанные ниже.







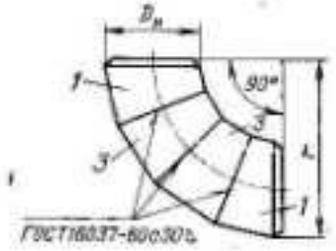


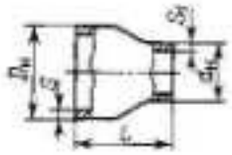
Таблица 8С. Детали отводов сварных из легированной стали на P_y до 6,3 МПа (см. рис. к табл. 7С)

D_y	$D_н \times S$, мм	r, мм		При скорости коррозии до 0,1 мм/год			При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год				Деталь 1 — полусектор 15°		Деталь 2 — полусектор 22—30°		Деталь 3 — сектор 30°	
		номинальное значение	допустимое отклонение	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12ХМ1Ф	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ	12ХМ1Ф	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М—У	H, мм	H_1, мм	H, мм	H_1, мм	H, мм	H_1, мм
				P_y, МПа (кгс/см²)												
150	159×4,5	225	±3	4,0(40)	4,0(40)	—	2,5(25)	2,5(25)	—	4,0(40)	39	81	60	126	78	162
	159×6			—	6,3(63)	6,3(63)	—	4,0(40)	4,0(40)	6,3(63)						
	159×7			6,3(63)	—	—	4,0(40)	—	6,3(63)	—						
	159×8			—	—	—	6,3(63)	6,3(63)	—							
175	194×6	265	±3	6,3(63)	6,3(63)	—	2,5(25)	2,5(25)	—	4,0(40)	45	97	—	—	—	—
	194×7			—	—	—	—	4,0(40)	—	6,3(63)						
	194×8			—	—	—	4,0(40)	—	—	—						
	194×9			—	—	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	—						
200	219×7	300	±4	6,3(63)	6,3(63)	—	4,0(40)	4,0(40)	—	4,0; 6,3 (40, 63)	51	110	79	179	102	220
	219×10			—	—	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	—						
250	273×7	375	±4	—	4,0(40)	—	—	2,5(25)	—	—	64	137	99	212	128	274
	273×8			4,0(40)	—	—	2,5(25)	—	—	4,0; 6,3 (40, 63)						
	273×9			6,3(63)	6,3(63)	—	4,0(40)	4,0(40)	—	—						
	273×11			—	—	6,3(63)	—	—	4,0(40)	—	64	137	99	212	128	274
	273×12			—	—	—	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	—						
300	325×9	450	±5	4,0(40)	4,0(40)	—	4,0(40)	4,0(40)	—	—	77	164	119	254	154	328
	325×10			—	—	—	—	—	—	4,0; 6,3 (40, 63)					
	325×12			—	6,3(63)	6,3(63)	—	—	4,0(40)	—						
	325×14			6,3(63)	—	—	6,3(63)	6,3(63)	6,3(63)	—						
350	377×10	525	±5	—	4,0(40)	—	—	4,0(40)	—	—	90	191	139	296	180	382
	377×12			4,0(40)	—	—	4,0(40)	—	—	4,0; 6,3 (40, 63)						
	377×14			—	6,3(63)	—	—	—	—	—						
	377×16			6,3(63)	—	—	6,3(63)	6,3(63)	—	—						
400	426×11	600	±5	—	4,0(40)	—	—	4,0(40)	—	—	104	218	160	337	208	436
	426×12			4,0(40)	—	—	4,0(40)	—	—	4,0; 6,3 (40, 63)						
	426×16			—	6,3(63)	—	—	—	—	—						
	426×18			6,3(63)	—	—	6,3(63)	6,3(63)	—	—						

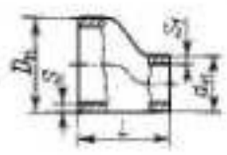
Примечания: 1. Размеры деталей 1 и 2 по МН 4743—63, детали 3 — по МН 4744—63.
2. Приведенные в таблице детали сварных отводов позволяют собирать отводы с углом 30°, 45°, 60° и 90° (см. рис. к табл. 7С).
3. Выбор труб для деталей сварных отводов производить в соответствии с табл. 6.

Таблица 9С. Концентрические и эксцентрические переходы из углеродистой стали

Концентрический переход



Эксцентрический переход



Размеры, мм							P_y, МПа (кгс/см²), не более	
							При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_ш$	L	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
40	25	45	32	30	2,5 4,0	2,0 4,0	10,0(100) —	2,5(25) 10,0(100)
40	20	45	25	30	2,5 4,0	1,6 3,0	10,0(100) —	2,5(25) 10,0(100)
50	40	45	45	60	4,0 5,0	2,5 4,0	10,0(100) —	6,3(63) 10,0(100)
50	32	57	38	45	4,0 5,0	2,0 4,0	10,0(100) —	6,3(63) 10,0(100)
50	25	57	32	45	4,0 5,0	2,0 3,0	10,0(100) —	6,3(63) 10,0(100)
50	20	57	25	45	4,0 5,0	1,6 3,0	10,0(100) —	6,3(63) 10,0(100)
65	50	76	57	70	3,5 6,0	3,0 5,0	10,0(100) —	4,0(40) 10,0(100)
65	40	76	45	70	3,5 6,0	2,5 4,0	10,0(100) —	4,0(40) 10,0(100)
65	32	76	38	55	3,5 6,0	2,5 3,0	10,0(100) —	4,0(40) 10,0(100)
80	65	89	76	75	3,5 6,0 8,0	3,5 5,0 6,0	10,0(100) — —	4,0(40) 10,0(100) 10,0(100)
80	50	89	57	75	3,5 6,0 8,0	3,0 4,0 5,0	10,0(100) — —	4,0(40) 10,0(100) 10,0(100)
80	40	89	45	75	3,5 6,0	2,5 4,0	10,0(100) —	4,0(40) 6,3(63)
100	80	108	89	80	4,0 6,0	3,5 6,0	10,0(100) —	4,0(40) 10,0(100)

Продолжение табл. 9С

Размеры, мм							P_y, МПа (кгс/см²), не более	
							При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_ш$	L	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
100	65	108	76	80	4,0 6,0	3,5 5,0	10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
100	50	108	57	80	4,0 6,0	3,0 4,0	10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
125	100	133	108	100	5,0 8,0	4,0 6,0	10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
125	80	133	89	100	4,0 6,0 8,0	3,5 5,0 6,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)
125	65	133	76	100	5,0 8,0	3,5 5,0	10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
125	50	133	57	100	4,0 8,0	3,0 4,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
150	125	159	133	130	4,5 8,0	4,0 8,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
150	100	159	108	130	4,5 8,0	4,0 6,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
150	80	159	89	75	4,5 8,0	3,5 6,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
150	65	159	76	75	4,5 8,0	3,5 4,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
150	50	159	57	75	4,5 8,0	3,0 4,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	150	219	159	140	6,0 10,0	4,5 8,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	125	219	133	140	6,0 10,0	4,0 8,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	100	219	108	140	6,0 10,0	4,0 6,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	80	219	89	95	6,0 10,0	3,5 5,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	65	219	76	95	6,0 10,0	3,5 5,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)
200	50	219	57	95	6,0 10,0	3,0 4,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 10,0(100)

Продолжение табл. 9С

Размеры, мм							P_y, МПа (кгс/см²), не более	
							При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_н$	L	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
250	200	273	219	180	7,0 10,0 12,0	6,0 8,0 10,0	6,3(63) 10,0(100) —	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)
250	150	173	159	180	7,0 10,0 12,0	4,5 6,0 10,0	6,3(63) 10,0(100) —	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)
250	125	273	133	180	8,0 10,0 10,0*	4,0 6,0 6,0*	6,3(63) 10,0(100) —	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
250	100	273	108	180	8,0 10,0 10,0*	4,0 5,0 5,0*	6,3(63) 10,0(100) —	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
300	250	325	273	180	8,0 10,0 12,0 10,0	8,0 10,0 12,0 8,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100) 8,0(80)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80) 6,3(63)
300	200	325	219	180	12,0	10,0	10,0(100)	8,0(80)
300	150	325	159	180	8,0 12,0	4,5 8,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 8,0(80)
300	125	325	133	140	8,0 12,0	5,0 8,0	6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 8,0(80)
300	100	325	108	140	10,0 12,0	4,0 6,0	8,0(80) 10,0(100)	6,3(63) 8,0(80)
350	300	377	325	220	10,0 12,0 16,0	8,0 10,0 16,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)
350	250	377	273	220	10,0 12,0 16,0	8,0 10,0 12,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)

Продолжение табл. 9С

Размеры, мм							P_y, МПа (кгс/см²), не более	
							При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_н$	L	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
350	200	377	219	220	12,0 16,0	8,0 10,0	8,0(80) 10,0(100)	6,3(63) 10,0(100)
350	150	377	159	220	12,0 16,0	6,0 8,0	8,0(80) 10,0(100)	6,3(63) 10,0(100)
400	350	426	377	220	10,0 12,0* 16,0	10,0 12,0* 16,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
400	300	426	325	220	10,0 12,0* 16,0	8,0 10,0* 12,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
400	250	426	273	220	12,0 12,0* 16,0	8,0 10,0* 10,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
400	200	426	219	220	12,0 12,0* 16,0	6,0 8,0 10,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
400	150	426	159	220	12,0 12,0* 16,0	8,0 8,0* 10,0	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
500	400	530	426	300	14,0 14,0* 16,0*	12,0 12,0* 16,0*	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)
500	350	530	377	300	14,0 14,0* 16,0*	12,0 12,0* 16,0*	6,3(63) 8,0(80) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 8,0(80)

Примечания: 1. Сортамент и размеры переходов, приведенные в таблице, соответствуют ГОСТ 17378—83.

2. Все переходы, указанные в таблице, изготавливают бесшовными.

3. Переходы, толщина стенок которых отмечена знаком *, изготавливают только из стали 09Г2С.

Таблица 10С. Переходы концентрические штампованные из легированной стали (см. рис. к табл. 9С)

Размеры, мм						При скорости коррозии до 0,1 мм/год		При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год			
						P_y, МПа (кгс/см²), не более					
D_y/d_y	$D_н$	S	$d_в$	S_2	L	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-У	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-У
50/25	57	4 5	32	2,5 3,5	75	⩽10,0(100) —	—	—	—	⩽4,0(40) 6,3, 100 (63, 100)	—
50/32	57	5	38	3,5	75	⩽10,0(100)	—	⩽10,0(100)	⩽10,0(100)	⩽10,0(100)	—
50/40	57	3 5	45	2,5 3,5	75	⩽10,0(100) —	—	— ⩽10,0(100)	— ⩽10,0(100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	—
70/40	76	3,5 5	45	2,5 4	85	⩽10,0(100) —	—	— ⩽10,0(100)	— ⩽10,0(100)	6,3(63) 10,0(100)	—
70/50	76	4 5	57	3 5	85	⩽10,0(100) —	—	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	—
80/40	89	4,5 7	45	2,5 3,5	100	⩽10,0(100) —	—	— ⩽10,0(100)	— ⩽10,0(100)	⩽6,3(63) 10,0(100)	—
80/50	89	4,5 7	57	3,5 5	100	⩽10,0(100) —	—	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	—
100/50	108	4,5 8	57	4 5	100	⩽10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	—
100/70	108	4 6	76	3,5 3,5	100	⩽10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0(40)	⩽2,5(25) 4,0(40)	⩽2,5(25) 4,0(40) 6,3(63)	—
		8		5		—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	10,0(100)	—
100/80	108	4 6	89	3,5 6	100	⩽10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63)	⩽2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63)	⩽2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63)	—
		8		7		—	—	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—
125/70	133	6 9	76	3,5 5	125	⩽10,0(100) —	⩽10,0(100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	⩽6,3(63) 10,0(100)	—
125/80	133	5 7	89	3,5 4,5	125	⩽10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0(40)	⩽2,5(25) 4,0(40)	⩽2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63)	— 6,3(63)
		9		7		—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	10,0(100)	10,0(100)
125/100	133	5 7 9	108	4 6 8	125	10,0(100) — —	6,3(63) 10,0(100) —	— 4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	— 4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— 10,0(100) —
150/80	159	6 8 10	89	4,5 6 7	140	⩽10,0(100) — —	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0(40) 10,0(100)	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— — —
150/100	159	6 8 10	108	4 6 8	140	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽2,5(25) 4,0(40) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0(40) 10,0(100)	⩽2,5(25) 4,0(40) 10,0(100)	— — —

Продолжение табл. 10С

Размеры, мм						При скорости коррозии до 0,1 мм/год		При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год			
						P_y, МПа (кгс/см²), не более					
D_y/d_y	$D_н$	S	$d_в$	S_2	L	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-У	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ
150/125	159	6	133	5	140	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	⩽6,3(63)	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		8		7		—	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		10		9		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
175/100	194	7	108	4	150	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	—	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		9		6			10,0(100)	—	—	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		12		8		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
175/125	194	7	133	6	150	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		9		7		—	10,0(100)	—	—	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		12		9		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
175/150	194	6	159	4,5	150	⩽6,3(63)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽2,5(25)	⩽2,5(25)
		8		7		10,0(100)	10,0(100)	—	—	4,0(40)	4,0(40)
		10		7		—	—	⩽10,0(100)	—	—	—
		12		10		—	—	—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)
200/100	219	8	108	4,5	180	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	—	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		10		6		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	4,0(40) 6,3(63)
		12		8		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
		14		8		—	—	—	—	—	10,0(100)
200/125	210	8	133	5	180	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		10		7		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		12		9		—	—	—	—	10,0(100)	—
		14		9		—	—	—	—	—	10,0(100)
200/150	219	8	159	6	180	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		10		8		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		12		10		—	—	—	—	10,0(100)	—
		14		10		—	—	—	—	—	10,0(100)
200/175	219	8	194	7	180	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽2,5(25)
		10		9		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	4,0; 6,3 (40; 63)
		12		11		—	—	—	—	10,0(100)	—
		14		12		—	—	—	—	—	10,0(100)
250/125	273	9	133	6	190	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽4,0(40)
		12		7		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	6,3(63)
		16		9		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
250/150	273	9	159	7	190	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽4,0(40)
		12		8		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	6,3(63)
		16		10		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
250/175	273	9	194	8	190	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽4,0(40)
		12		9		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	6,3(63)
		16		12		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)
250/200	273	9	219	9	190	⩽10,0(100)	⩽6,3(63)	—	⩽10,0(100)	⩽4,0(40)	⩽4,0(40)
		12		10		—	10,0(100)	⩽10,0(100)	—	6,3(63)	6,3(63)
		16		14		—	—	—	—	10,0(100)	10,0(100)

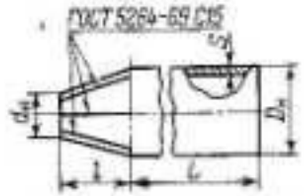
Размеры, мм						При скорости коррозии до 0,1 мм/год	
						P_y, МПа (кгс/см²), не более	
D_y/d_y	$D_н$	S	$d_н$	S_2	L	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ
300/150	325	10 14 18	159	7 8 10	225	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
300/175	325	10 12 16 18	194	8 9 12 12	225	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
300/200	325	10 14 18	219	9 10 14	225	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
300/250	325	10 12 16 18	273	9 12 12 16	225	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
350/175	377	10 14 17 20	194	7 9 9 12	300	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
350/200	377	12 16 20	219	9 10 14	300	⩽10,0(100) — —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
350/250	377	12 16 20	273	9 12 16	300	⩽10,0(100) — —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
350/300	377	12 16 20	325	10 14 18	300	⩽6,3(63) 10,0(100) —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
400/200	426	12 16 18 22	219	9 10 10 14	350	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
400/250	426	12 16 18 22	273	9 12 12 16	350	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
400/300	426	12 16 18 22	325	10 12 16 18	350	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100) —
400/350	426	12 16 18 22	377	11 16 16 20	350	⩽6,3(63) 10,0(100) — —	⩽6,3(63) 10,0(100) — —

Примечания: 1. Размеры концентрических переходов, указанные в таблице, взяты по нормали МН 4759—63.
2. Температурные пределы применения переходов должны приниматься по табл. 6, как для труб из сталей тех же марок.
3. Материал переходов принимают по ГОСТ 5632—72.

Продолжение табл. 10С

При скорости коррозии до 0,1 мм/год			При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год		
P_y, МПа (кгс/см²), не более					
12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-V	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-V
— ⩽10,0(100) —	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— ⩽6,3(63) —	⩽6,3(63) — 10,0(100)
— ⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) — 6,3(63)	— ⩽4,0(40) 6,3(63)	⩽6,3(63) — 10,0(100)
— ⩽10,0(100) —	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— ⩽6,3(63) —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
— ⩽6,3(63) 10,0(100)	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) —	⩽4,0(40) — 6,3(63)	— 4,0(40) 6,3(63)	⩽6,3(63) — 10,0(100)
— — —	⩽10,0(100) — —	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	— — —	— ⩽6,3(63) 10,0(100)
— — —	⩽10,0(100) — —	— ⩽4,0(40) 6,3(63)	10,0(100) ⩽2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63)	— — —	— ⩽6,3(63) 10,0(100)
— — —	— 10,0(100) —	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	— — —	— ⩽6,3(63) 10,0(100)
— — —	— ⩽10,0(100) —	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63)	— — —	— ⩽10,0(100) —
— — —	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) — 6,3(63)	— — —	⩽6,3(63) 10,0(100) —
— — —	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) — 6,3(63)	— — —	⩽6,3(63) — 10,0(100)
— — —	⩽10,0(100) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	⩽4,0(40) — 6,3(63)	⩽4,0(40) — —	⩽6,3(63) — 10,0(100)
— — —	⩽10,0(10) — —	⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	10,0(100) ⩽4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— — —	— ⩽10,0(100) —

Таблица 11С. Размеры лепестковых переходов из углеродистой стали

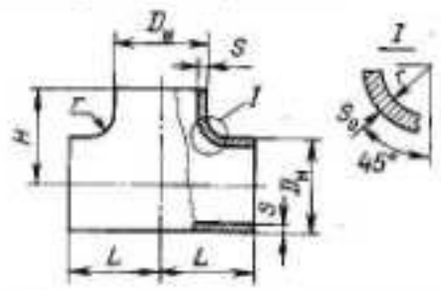


Размеры, мм						Число лепестков
$D_у$	$D_н$	$d_у$	$d_н$	l	S	
100	108(114)	65	75	100(110)	4,0 5,0	4
		80	88	60(75)	6,0 8,0	
125	133	80	88	130	4,0 5,0 6,0	4
		100	107(113)	75(60)	8,0 10,0	
150	159	80	88	200	4,0 4,5	4
		100 125	107(113) 131	150(130) 80	6,0 8,0	
		100	107(113)	320(300)	10,0 12,0	
200	219	125	131	250	6,0 8,0	6
		150	157	175	10,0 12,0 16,0	
250	273	150	157	330	6,0 7,0 8,0	6
		200	217	160	10,0 12,0 16,0	
300	325	200	217	310	6,0 8,0 10,0	6
		250	270	160	12,0 16,0 20,0	
350	377	200 250 300	217 270 321	450 300 160	9,0 12,0 16,0 20,0	6
400	426	200 250 300 350	217 270 321 373	600 450 300 150	7,0 8,0 10,0 12,0 16,0	6
500	530	300 350 400	321 373 421	600 450 310	7,0 8,0 10,0 12,0	6

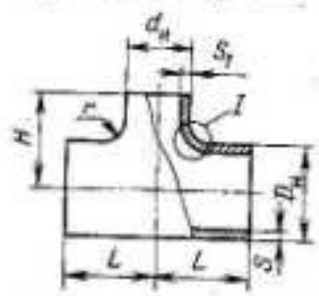
Примечание. Пределы применения лепестковых переходов следует принимать такие же, как для труб, из которых они изготовлены, но не более 1,6 МПа (16 кгс/см²).

Таблица 12С. Бесшовные равнопроходные и переходные тройники из углеродистой стали

Равнопроходный тройник



Переходный тройник



Размеры, мм										Давление $P_у$, МПа (кгс/см²), не более	
										При скорости коррозии	
$D_у$	$d_у$	$D_н$	$d_н$	L	H	S	S_1	S_0	r, не более	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
40	40	45	45	40	40	2,5	—	2,5	—	10,0(100)	2,5(25)
						4,0	—	4,0	—	10,0(100)	10,0(100)
50	50	57	57	50	45	3,0	—	3,0	12,5	10,0(100)	4,0(40)
						5,0	—	5,0		—	10,0(100)
						3,0	2,5	3,0		10,0(100)	6,3(63)
50	40	57	45	50	45	5,0	4,0	5,0		—	10,0(100)
65	65	76	76	65	60	3,5	—	3,5	17,0	6,3(63)	4,0(40)
						6,0	—	6,0		10,0(100)	10,0(100)
65	50	76	57	65	60	3,5	3,0	3,5		6,3(63)	4,0(40)
						6,0	5,0	6,0		10,0(100)	10,0(100)
65	40	76	45	65	60	3,5	2,5	3,5		6,3(63)	4,0(40)
						6,0	4,0	6,0		10,0(100)	10,0(100)
80	80	89	89	80	70	3,5	—	3,5		6,3(63)	2,5(25)
						6,0	—	6,0		10,0(100)	10,0(100)
80	65	89	76	80	70	3,5	3,5	3,5	17,0	6,3(63)	2,5(25)
						6,0	6,0	6,0		10,0(100)	10,0(100)
80	50	89	57	80	70	3,5	3,0	3,5		6,3(63)	4,0(40)
						6,0	4,0	6,0		10,0(100)	10,0(100)
100	100	108	108	100	80	4,0	—	4,0	20,0	6,3(63)	4,0(40)
						6,0	—	6,0		10,0(100)	6,3(63)
						8,0	—	8,0		—	10,0(100)
100	80	108	89	100	80	4,0	4,0	4,0		6,3(63)	4,0(40)
						6,0	6,0	6,0		10,0(100)	6,3(63)
						8,0	8,0	8,0		—	10,0(100)
100	65	108	76	100	80	4,0	3,5	4,0		6,3(63)	4,0(40)
						6,0	5,0	6,0		10,0(100)	6,3(63)
						8,0	8,0	8,0		—	10,0(100)
125	125	133	133	110	95	4,0	—	4,0	20	6,3(63)	2,5(25)
						6,0	—	6,0		8,0(80)	6,3(63)
						8,0	—	9,0		10,0(100)	10,0(100)
125	100	133	108	110	95	4,0	4,0	4,0		6,3(63)	2,5(25)
						6,0	5,0	6,0		8,0(80)	6,3(63)
						8,0	6,0	9,0		10,0(100)	10,0(100)
125	80	133	89	110	95	4,0	3,5	4,0		6,3(63)	2,5(25)
						6,0	5,0	6,0		8,0(80)	6,3(63)
						8,0	6,0	9,0		10,0(100)	10,0(100)

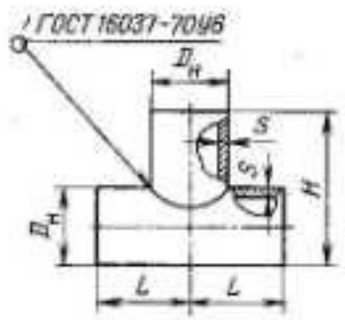
Продолжение табл. 12 С

Размеры, мм										Давление P_y, МПа (кгс/см²), не более	
										При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_н$	L	H	S	S_1	S_0	r, не более	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
150	150	159	159	130	110	4,5	—	4,5		4,0(40)	2,5(25)
						6,0	—	6,5		6,3(63)	4,0(40)
						8,0	—	9,0		10,0(100)	8,0(80)
150	125	159	133	130	110	4,5	4,0	4,5	25	4,0(40)	2,5(25)
						6,0	5,0	6,0		6,3(63)	4,0(40)
						8,0	6,0	9,0		10,0(100)	8,0(80)
150	100	159	108	130	110	4,5	4,0	4,5		4,0(40)	2,5(25)
						6,0	4,0	6,0		6,3(63)	4,0(40)
						8,0	5,0	9,0		10,0(100)	8,0(80)
200	200	219	219	160	140	6,0	—	6,0	25	4,0(40)	2,5(25)
						8,0	—	8,0		6,3(63)	4,0(40)
						10,0	—	12,0		10,0(100)	8,0(80)
200	150	219	159	160	140	6,0	4,5	6,0		4,0(40)	2,5(25)
						8,0	6,0	8,0		6,3(63)	4,0(40)
						10,0	8,0	12,0		10,0(100)	8,0(80)
200	125	219	133	160	140	6,0	4,0	6,0		4,0(40)	2,5(25)
						8,0	5,0	8,0		6,3(63)	4,0(40)
						10,0	8,0	12,0		10,0(100)	8,0(80)
250	250	273	273	190	175	8,0	—	8,0	30	4,0(40)	4,0(40)
						10,0	—	10,0		6,3(63)	6,3(63)
						12,0	—	15,0		10,0(100)	10,0(100)
250	200	273	219	190	175	8,0	6,0	8,0		4,0(40)	4,0(40)
						10,0	8,0	10,0		6,3(63)	6,3(63)
						12,0	10,0	15,0		10,0(100)	10,0(100)
250	150	273	159	190	175	8,0	4,5	8,0		6,3(63)	4,0(40)
						10,0	6,0	10,0		8,0(80)	6,3(63)
						12,0	8,0	15,0		10,0(100)	10,0(100)
300	300	325	325	220	200	8,0	—	8,0		4,0(40)	2,5(25)
						10,0	—	12,0		6,3(63)	6,3(63)
						12,0	—	16,0		10,0(100)	8,0(80)
300	250	325	273	220	200	8,0	7,0	8,0	30	4,0(40)	4,0(40)
						10,0	10,0	12,0		6,3(63)	6,3(63)
						12,0	10,0	16,0		10,0(100)	8,0(80)
300	200	325	219	220	200	8,0	6,0	8,0		4,0(40)	4,0(40)
						10,0	8,0	12,0		8,0(80)	6,3(63)
						12,0	8,0	16,0		10,0(100)	10,0(100)
350	350	377	377	240	225	9,0	—	9,0	30	4,0(40)	2,5(25)
						12,0	—	18,0		10,0(100)	8,0(80)
350	300	377	325	240	225	9,0	8,0	9,0		4,0(40)	4,0(40)
						12,0	10,0	18,0		10,0(100)	8,0(80)
350	250	377	273	240	225	9,0	8,0	9,0		4,0(40)	4,0(40)
						12,0	10,0	18,0		10,0(100)	8,0(80)
400	400	426	426	270	250	10,0	—	12,0	30	4,0(40)	4,0(40)
						16,0	—	20,0		10,0(100)	8,0(80)
400	350	426	377	270	250	10,0	9,0	12,0		4,0(40)	4,0(40)
						16,0	12,0	20,0		10,0(100)	8,0(80)
400	300	426	325	270	250	10,0	8,0	12,0		4,0(40)	4,0(40)
						16,0	10,0	20,0		10,0(100)	8,0(80)

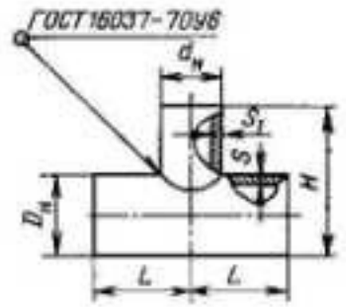
Примечания: 1. Сортамент и размеры тройников, приведенных в таблице, соответствуют ГОСТ 17375—83.
2. Радиус r должен быть не менее S.

Таблица 13С. Сварные равнопроходные и переходные тройники из углеродистой стали

Равнопроходный тройник



Переходный тройник



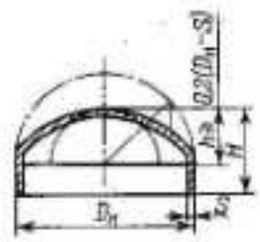
Размеры, мм								P_y, МПа (кгс/см²), не более	
								При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_н$	L	H	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
65	65	76	76	140	140	6	—	10,0(100)	6,3(63)
						8	—		10,0(100)
65	40	76	45	140	140	6	3	10,0(100)	—
						8	5	—	10,0(100)
65	50	76	57	140	140	6	4	10,0(100)	—
						8	5	—	10,0(100)
80	80	89	89	150	150	6	—	6,3(63)	4,0(40)
						8	—	10,0(100)	6,3(63)
						10	—	—	10,0(100)
80	50	89	57	140	150	6	4	10,0(100)	—
						8	6	—	10,0(100)
80	65	89	76	140	150	6	6	6,3(63)	—
						8	6	10,0(100)	—
						10	8	—	10,0(100)
100	100	108	108	160	160	8	—	10,0(100)	6,3(63)
						10	—	—	10,0(100)
100	80	108	89	150	160	8	8	10,0(100)	6,3(63)
						10	10	—	10,0(100)
125	125	133	133	170	170	8	—	6,3(63)	4,0(40)
						10	—	10,0(100)	6,3(63)
						12	—	—	10,0(100)
125	80	133	89	150	170	10	6	10,0(100)	6,3(63)
						12	10	—	10,0(100)
125	100	133	108	160	170	8	8	6,3(63)	4,0(40)
						10	8	10,0(100)	6,3(63)
						12	10	—	10,0(100)
150	150	159	159	190	190	8	—	6,3(63)	4,0(40)
						12	—	10,0(100)	6,3(63)
150	80	159	89	150	190	12	6	10,0(100)	—
150	100	159	108	160	190	8	6	6,3(63)	4,0(40)
						12	8	10,0(100)	6,3(63)
150	125	159	133	170	190	8	8	6,3(63)	4,0(40)
						12	10	10,0(100)	6,3(63)

Продолжение табл. 13С

Размеры, мм								P_y, МПа (кгс/см²), не более	
								При скорости коррозии	
D_y	d_y	$D_н$	$d_н$	L	H	S	S_1	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
200	200	219	219	220	220	10	—	6,3(63)	2,5(25)
						16	—	10,0(100)	4,0(40)
200	125	219	133	170	220	16	10	10,0(100)	6,3(63)
200	150	219	159	200	220	10	8	6,3(63)	4,0(40)
						16	12	10,0(100)	6,3(63)
250	250	273	273	250	25	12	—	4,0(40)	2,5(25)
						16	—	6,3(63)	4,0(40)
						20	—	10,0(100)	6,3(63)
250	125	273	133	170	250	20	10	10,0(100)	6,3(63)
250	150	273	159	200	250	20	12	10,0(100)	6,3(63)
250	200	273	219	220	250	12	10	6,3(63)	2,5(25)
						16	12	6,3(63)	4,0(40)
						20	16	10,0(100)	6,3(63)
300	300	325	325	270	270	10	—	4,0(40)	2,5(25)
						16	—	6,3(63)	4,0(40)
						25	—	10,0(100)	6,3(63)
300	150	325	159	200	270	25	12	10,0(100)	6,3(63)
300	200	325	219	220	270	16	10	6,3(63)	4,0(40)
						25	16	10,0(100)	6,3(63)
300	250	325	273	250	270	10	8	4,0(40)	2,5(25)
						16	10	6,3(63)	4,0(40)
						25	20	10,0(100)	6,3(63)
350	350	377	377	300	300	12	—	4,0(40)	2,5(25)
						16	—	6,3(63)	4,0(40)
						25	—	10,0(100)	6,3(63)
350	200	377	219	220	300	16	10	6,3(63)	4,0(40)
						25	16	10,0(100)	6,3(63)
350	250	377	273	250	300	16	10	6,3(63)	4,0(40)
						25	20	10,0(100)	6,3(63)
350	300	377	325	270	300	12	10	4,0(40)	2,5(25)
						16	10	6,3(63)	4,0(40)
						25	25	10,0(100)	6,3(63)
400	400	426	426	320	320	16	—	4,0(40)	2,5(25)
						20	—	6,3(63)	4,0(40)
400	250	426	273	250	320	16	10	4,0(40)	2,5(25)
						20	12	6,3(63)	4,0(40)
400	300	426	325	270	320	16	10	4,0(40)	2,5(25)
						20	16	6,3(63)	6,3(63)
400	350	426	377	300	320	16	12	4,0(40)	2,5(25)
						200	20	6,3(63)	4,0(40)

Примечание. Сортамент и размеры тройников, приведенных в таблице, соответствуют ОСТ 36-46—81.

Таблица 14С. Эллиптические заглушки из углеродистой стали



Размеры, мм				P_y, МПа (кгс/см²), не более	
				При скорости коррозии	
D_y	$D_н$	H	S	до 0,1 мм/год	0,1—0,5 мм/год
25	32	15	2,0	10,0(100)	—
			3,0	—	10,0(100)
32	38	20	2,0	10,0(100)	—
			3,0	—	10,0(100)
40	45	25	2,5	10,0(100)	2,5(25)
			4,0	—	10,0(100)
50	57	30	3,0	10,0(100)	4,0(40)
			5,0	—	10,0(100)
65	76	40	3,5	10,0(100)	4,0(40)
			6,0	—	10,0(100)
80	89	45	3,5	10,0(100)	4,0(40)
			8,0	—	10,0(100)
100	108	50	4,0	10,0(100)	4,0(40)
			8,0	—	10,0(100)
125	133	55	4,0	6,3(63)	4,0(40)
			8,0	10,0(100)	10,0(100)
150	159	65	4,5	6,3(63)	4,0(40)
			8,0	10,0(100)	10,0(100)
200	219	75	8,0	10,0(100)	6,3(63)
			10,0	—	10,0(100)
250	273	85	8,0	6,3(63)	4,0(40)
			12,0	10,0(100)	10,0(100)
300	325	100	10,0	8,0(80)	6,3(63)
			12,0	10,0(100)	8,0(80)
350	377	115	9,0	6,3(63)	4,0(40)
			12,0	8,0(80)	6,3(63)
			16,0	10,0(100)	10,0(100)
400	426	125	8,0	6,3(63)	4,0(40)
			10,0	—	4,0(40)
			12,0*	8,0(80)	6,3(63)
			16,0	10,0(100)	8,0(80)
500	530	150	10,0	4,0(40)	2,5(25)
			16,0*	8,0(80)	6,3(63)
			20,0*	10,0(100)	8,0(80)

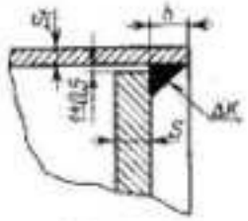
Примечания: 1. Сортамент заглушек и их размеры соответствуют ГОСТ 17379—83.
2. Заглушки, толщина стенки которых отмечена знаком *, изготавливают только из стали 09Г2С.

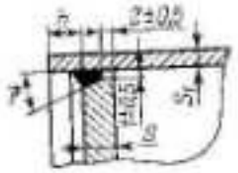
Таблица 15С. Заглушки отбортованные из легированных сталей (см. рис. к табл. 14С)

Размеры, мм					При скорости коррозии до 0,1 мм/год				При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год			
D_y	$D_в$	S	h	h_1	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-У	12ХМ1Ф	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М-У
50	57	3,0	25	16	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—	4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	—
		5,0		17	—	—	—	—				—
70	76	2,5		21	4,0(40)	4,0(40)	4,0(40)	—	—	—	—	—
		5,0		23	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	6,3; 10,0 (63; 100)	—	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—
80	89	4,5		25	10,0(100)	10,0(100)	10,0(100)	—	4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100)	6,3(63) 10,0(100)	—
		7,0		26	—	—	—	—				—
100	108	4,0		29	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	—	2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63) 10,0(100)	2,5(25) 4,0; 6,3 (40; 63) 10,0(100)	— 6,3(63) 10,0(100)	—
		6,0		30	—	10,0(100)	10,0(100)	—				—
		8,0		32	—	—	—	—				—
125	133	5,0	25	36	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	— 6,3(63) —	— 6,3(63) —	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	6,3(63) 10,0(100) —
		7,0		37	—	10,0(100)	10,0(100)	—				
		9,0	40	38	—	—	—	—				
150	159	6,0	25	43	10,0(100)	6,3(63)	6,3(63)	10,0(100)	— 6,3(63) 10,0(100)	— 6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	6,3(63) 10,0(100) —
		8,0		44	—	10,0(100)	10,0(100)	—				
		10,0	40	45	—	—	—	—				
200	219	7,0	25	58	6,3(63)	6,3(63)	—	10,0(100)	2,5(25) 4,0(40) 6,3; 10,0 (63; 100) —	2,5(25) 4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— — 6,3(63) 10,0(100)	6,3(63) — 10,0(100) —
		9,0		59	10,0(100)	10,0(100)	4,0(40)	—				
		11,0	40	60	—	—	6,3; 10,0 (63; 100)	—				
		14,0		60	—	—	—	—				
250	275	7,0	25	72	6,3(63)	—	—	—	2,5(25) 4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— 4,0(40) 6,3(63) 10,0(100)	— — 6,3(63) 10,0(100)	4,0(40) 6,3(63) 10,0(100) —
		9,0		73	10,0(100)	6,3(63)	4,0(40)	10,0(100)				
		12,0	40	74	—	10,0(100)	6,3; 10,0 (63; 100)	—				
		16,0		76	—	—	—	—				

Примечания: 1. Размеры заглушек, приведенные в таблице, взяты по нормали МН 4761—63.
2. Температурные пределы применения заглушек должны приниматься по табл. 6, как для труб из аналогичных марок сталей.
3. Материал заглушек принимают по ГОСТ 5632—72.

Таблица 16С. Плоские заглушки из углеродистой стали





$h=1{,}4\ S_1+2$; $K=1{,}41\ S_1$ $\varphi=45°$ при S до 12 мм, $\varphi=30°$ при $S>12$ мм

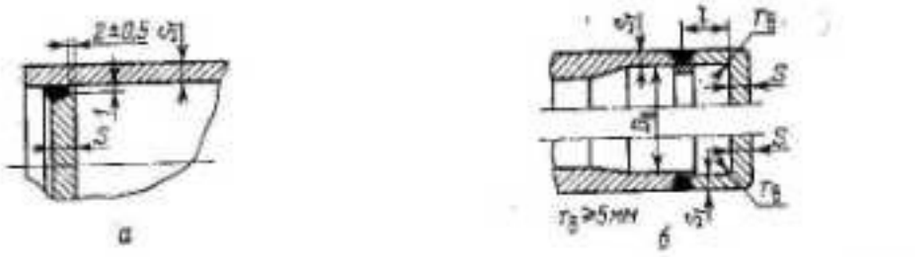
D_y, мм	S, мм	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	0,1—0,5 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
50	4,0	+	+	+	—	—	—	—	—
	4,5	—	—	—	+	+	—	—	—
	5,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	5,5	—	—	—	—	—	—	+	—
	7,0	—	—	—	—	—	—	—	+
65(70)	4,0	+	+	—	—	—	—	—	—
	5,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	6,0	—	—	—	+	—	—	—	—
	7,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	8,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	9,0	—	—	—	—	—	—	+	—
									+
80	4,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	5,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	6,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	7,0	—	—	—	+	—	—	—	—
	8,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	9,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	10,0	—	—	—	—	—	—	+	—
									+
100	4,5	+	—	—	—	—	—	—	—
	5,5	—	+	—	—	—	—	—	—
	7,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	8,0	—	—	—	+	—	—	—	—
	9,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	10,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	12,0	—	—	—	—	—	—	+	—
									+
125	5,5	+	—	—	—	—	—	—	—
	7,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	9,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	10,0	—	—	—	+	—	—	—	—
	11,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	13,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	14,0	—	—	—	—	—	—	+	—

Продолжение табл. 16С

D_y, мм	S, мм	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	0,1—0,5 мм/год; P_y, МПа (кгс/см²) 0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
150	7,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	9,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	10,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	11,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	13,0	—	—	—	+	—	+	—	—
	14,0	—	—	—	—	—	—	+	—
	16,0	—	—	—	—	—	—	—	+
200	9,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	11,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	13,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	14,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	15,0	—	—	—	—	—	+	—	—
	17,0	—	—	—	+	—	—	—	—
	18,0	—	—	—	—	—	—	+	—
	21,0	—	—	—	—	—	—	—	+
250	11,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	14,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	15,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	17,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	21,0	—	—	—	+	—	+	—	—
	25,0	—	—	—	—	—	—	+	—
									+
300	13,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	16,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	17,0	—	—	—	—	+	—	—	—
	20,0	—	—	+	—	—	—	—	—
	24,0	—	—	—	+	—	+	—	—
	25,0	—	—	—	—	—	—	+	—
	30,0	—	—	—	—	—	—	—	+
350	15,0	+	—	—	—	—	—	—	—
	19,0	—	+	—	—	—	—	—	—
	24,0	—	—	+	—	—	+	—	—
	30,0	—	—	—	+	—	—	+	—
	32,0	—	—	—	—	—	—	—	+

Примечания: 1. Материал — Ст3сп по ГОСТ 380—71.
2. Знаком + обозначены пределы применения.
3. Температурные пределы применения от —15 до +200 °С.

Таблица 17С. Плоские заглушки из легированной стали на P_y до 2,5 МПа



а

б

D_y, мм	$D_в$, мм	S, мм	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год: 15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	до 0,1 мм/год: 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	0,1—0,5 мм/год: 15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	0,1—0,5 мм/год: 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
			P_y, МПа (кгс/см²)			
50	51 (53)	4	⩽1,6(16)	⩽1,6(16)	—	⩽0,6(6)
		4,5	2,5(25)	2,5(25)	—	1,0(10)
		5,0	—	—	—	—
		5,5	—	—	⩽1,0(10)	1,6(16)
		6	—	—	—	2,5(25)
		7	—	—	1,6; 2,5 (16; 25)	—
70 (65)	69 (71)	4	⩽1,0(10)	⩽1,0(10)	—	—
		4,5	1,6(16)	—	—	—
		5,0	—	1,6(16)	—	⩽0,6(6)
		5,5	2,5(25)	—	⩽0,6(6)	1,0(10)
		6,0	—	2,5(25)	—	—
		7,0	—	—	1,0(10)	1,6(16)
		8,0	—	—	1,6(16)	2,5(25)
80	82 (83)	4,0	⩽0,6(6)	⩽0,6(6)	—	—
		4,5	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		5,5	1,6(16)	1,6(16)	—	⩽0,6(6)
		6,0	—	—	—	1,0(10)
		7,0	2,5(25)	2,5(25)	⩽0,6(6)	1,6(16)
		9,0	—	—	1,0; 1,6 (10; 16)	2,5(25)
		11,0	—	—	2,5(25)	—
100	100 (101)	4,0	⩽0,6(6)	—	—	—
		4,5	—	⩽0,6(6)	—	—
		5,5	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		7,0	1,6(16)	1,6(16)	—	⩽0,6(6)
		8,0	—	—	0,6(6)	1,0(10)
		9,0	2,5(25)	2,5(25)	1,0(10)	1,6(16)
		10	—	—	1,6(16)	—
		12	—	—	2,5(25)	2,5(25)
125	125 (123)	5,0	⩽0,6(6)	⩽0,6(6)	—	—
		7,0	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		8,0	—	—	—	⩽0,6(6)
		9,0	1,6(16)	1,6(16)	⩽0,6(6)	1,0(10)
		10,0	2,5(25)	2,5(25)	1,0(10)	—
		11,0	—	—	—	1,6(16)
		12,0	—	—	1,6(16)	2,5(25)
		14,0	—	—	2,5(25)	—
150	150 (147)	6	⩽0,6(6)	⩽0,6(6)	—	—
		7	—	—	—	—
		8	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		9	—	—	—	⩽0,6(6)
		10,0	1,6(16)	1,6(16)	—	1,0(10)
		11	—	—	0,6(6)	—

Продолжение табл. 17С

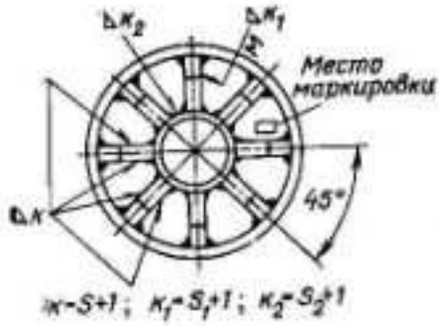
D_y, мм	$D_в$, мм	S, мм	При скорости коррозии: до 0,1 мм/год: 15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	до 0,1 мм/год: 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	0,1—0,5 мм/год: 15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	0,1—0,5 мм/год: 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
			P_y, МПа (кгс/см²)			
175	182 (176)	12	2,5(25)	2,5(25)	1,0(10)	1,6(16)
		14	—	—	1,6(16)	2,5(25)
		16	—	—	2,5(25)	—
		7	—	⩽0,6(6)	—	—
		8	⩽0,6(6)	—	—	—
		9	—	1,0(10)	—	—
		10	1,0(10)	—	—	⩽0,6(6)
		11	—	—	—	1,0(10)
		12	1,6(16)	1,6(16)	0,6(6)	—
		14	2,5(25)	2,5(25)	1,0(10)	1,6(16)
		16	—	—	1,6(16)	2,5(25)
		18	—	—	2,5(25)	—
200	205 (199)	8	—	⩽0,6(6)	—	—
		9	0,6(6)	—	—	—
		11	1,0(10)	1,0(10)	—	⩽0,6(6)
		13	1,6(16)	1,6(16)	⩽0,6(6)	1,0(10)
		15	—	—	1,0(10)	1,6(16)
		16	2,5(25)	2,5(25)	—	—
		18	—	—	1,6(16)	2,5(25)
		22	—	—	2,5(25)	—
250	259 (251)	10	⩽0,6(6)	⩽0,6(6)	—	—
		12	—	—	—	⩽0,6(6)
		13	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		15	—	—	⩽0,6(6)	1,0(10)
		16	1,6(16)	1,6(16)	—	—
		18	—	—	1,0(10)	1,6(16)
		20	2,5(25)	2,5(25)	—	—
		21	—	—	1,6(16)	—
		22	—	—	—	2,5(25)
		24	—	—	2,5(25)	—
300	307 (301)	12	⩽0,6(6)	⩽0,6(6)	—	—
		14	—	—	—	⩽0,6(6)
		15	1,0(10)	1,0(10)	—	—
		17	—	—	⩽0,6(6)	1,0(10)
		19	1,6(16)	1,6(16)	—	—
		20	—	—	1,0(100)	—
		21	—	—	—	1,6(16)
		24	2,5(25)	2,5(25)	1,6(16)	—
		26	—	—	—	2,5(25)
		28	—	—	2,5(25)	—
350	357	14	⩽0,6(6)	—	—	—
		18	1,0(10)	—	—	—
		19	—	—	⩽0,6(6)	—
		22	1,6(16)	—	—	—
		24	—	—	1,0(10)	—
		28	2,5(25)	—	1,6(16)	—
		32	—	—	2,5(25)	—

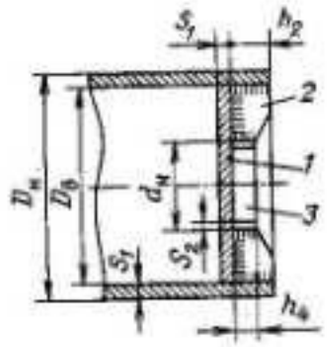
Примечания: 1. Применение плоских заглушек из аустенитных сталей допускается только при выполнении их по типу б и соблюдении условия $l=\sqrt{(D_в+S)S}$.

2. Температурные пределы применения принимают по табл. 9, как для фланцев из сталей тех же марок.

3. Материал заглушек принимают по ГОСТ 5632—72.

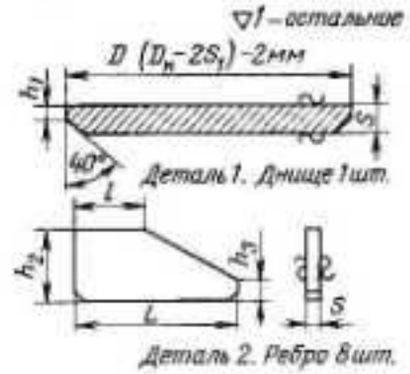
Таблица 18С. Заглушки (днища) плоские ребристые из углеродистой стали





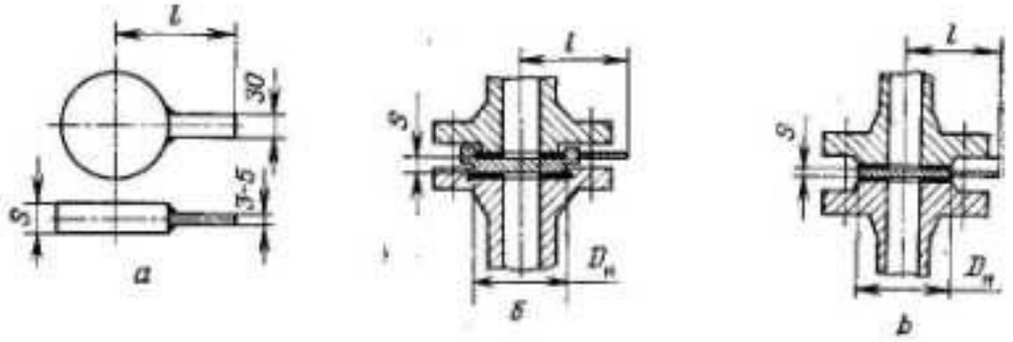
$D_у$, мм	$D_в$, мм	S, мм	При скорости коррозии до 0,1 мм/год, $P_у$, МПа (кгс/см²)				При скорости коррозии 0,1—0,5 мм/год, $P_у$, МПа (кгс/см²)			
			0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	0,6 (6)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)
400	412	7,0	—	+	—	—	—	—	—	—
		10,0	—	—	—	—	+	+	—	—
		8,0	—	—	+	—	—	—	—	—
		12,0	—	—	—	—	—	—	+	—
		10,0	—	—	—	+	—	—	—	—
		14,0	—	—	—	—	—	—	—	+
500	516	7	+	—	—	—	—	—	—	—
		11	—	—	—	—	+	—	—	—
		8	—	+	—	—	—	—	—	—
		12	—	—	—	—	—	+	—	—
		10	—	—	+	—	—	—	—	—
		14	—	—	—	—	—	—	+	—
		12	—	—	—	+	—	—	—	—
		16	—	—	—	—	—	—	—	+
600	616	8	+	—	—	—	—	—	—	—
		12	—	—	—	—	+	—	—	—
		10	—	+	—	—	—	—	—	—
		14	—	—	—	—	+	+	—	—
		12	—	—	+	—	—	—	—	—
		16	—	—	—	—	—	—	+	—
		14	—	—	—	+	—	—	—	—
		18	—	—	—	—	—	—	—	+

Примечания: 1. Материал — Ст3сп по ГОСТ 380—71.
2. Знаком + обозначены заглушки, рекомендуемые к применению.
3. Температурные пределы применения от —15° до +200 °С.



Размеры детали 1, мм		Размеры детали 2, мм					Размеры детали 3, мм		
S	h_1	S	L	h_2	h_3	l	$d_н$	S_2	h_4
7 10	1,5—2	7	150	75	75	65	108	4	80
8 12	2—3	8	150	110	75	65	108	4	80
10 14	2—3	10		125	75	65	108	4	80
7 10	1,5—2	7		10	75	65	108	4	80
8 12	2	8	150	125	75	75	133	4	80
10 14	2—3	10	190	140					
12 16	2—4	12		160					
8 12	2—3	8		125	75	85	159	4,5	80
10 14	2—3	10		145					
12 16	2—4	12	240	165					
14 18	2—4	14		190					

Таблица 19С. Плоские заглушки из углеродистой стали, устанавливаемые между фланцами



$D_у$, мм	Размеры, мм			При скорости коррозии											
				до 0,1 мм/год						0,1—0,5 мм/год					
				$P_у$, МПа (кгс/см²)											
	$D_н$	l	S	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
25	68	90	4	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			8	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
			9	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	57		5	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			7	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			8	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	78	100	4	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			4,5	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5,5	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			8,0	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			9,0	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
			10	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
32	65	100	5,5	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			7	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			9	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	88	100	4	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			6	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			9,0	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			11	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
40	75	100	7	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			8	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			10	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 19 С

$D_у$, мм	Размеры, мм			При скорости коррозии											
				до 0,1 мм/год						0,1—0,5 мм/год					
				$P_у$, МПа (кгс/см²)											
	$D_н$	l	S	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
50	102	110	4,5	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5,5	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			7	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			9	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			10	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
			11	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
50	87	110	8	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			10	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			12	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	122	120	5,5	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			7	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			9	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			12	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			13	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			15	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
70	109	120	10	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			12	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			14	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	138	130	6	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			8	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			12	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			14	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			16	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
80	120	130	10	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			13	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			16	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
			19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	158	140	7	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			9	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			13	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	162	140	11	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
			17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	149	140	13	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	188	150	8	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			12	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 19С

D_y, мм	Размеры, мм			При скорости коррозии											
				до 0,1 мм/год						0,1—0,5 мм/год					
				P_y, МПа (кгс/см²)											
	$D_н$	l	S	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
			16	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			18	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
			20	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
125	175	150	14	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			18	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			22	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
			26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
150	212	170	9	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			11	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			17	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			19	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
150	218	170	14	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
150	203	170	17	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			21	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			25	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
			34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
200	268	220	11	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			14	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			22	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
200	278	200	18	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
200	259	200	21	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			26	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
			32	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
			34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
			40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	320	245	13	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			17	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			21	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			25	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
250	335	245	21	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	312	245	25	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			32	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			40	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
			48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
300	370	280	15	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
			28	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

Продолжение табл. 19С

D_y, мм	Размеры, мм			При скорости коррозии											
				до 0,1 мм/год						0,1—0,5 мм/год					
				P_y, МПа (кгс/см²)											
	$D_н$	l	S	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)	1,0 (10)	1,6 (16)	2,5 (25)	4,0 (40)	6,3 (63)	10,0 (100)
300	390	280	24	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			34	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
300	362	280	30	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			36	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
			43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			45	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—
			53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
350	430	310	17	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			25	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
350	438	310	22	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
350	450	310	28	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
350	421	310	34	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			42	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
			50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
			53	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
			60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
400	489	350	19	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			28	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
400	490	350	25	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			34	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
400	505	350	32	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
400	473	350	38	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
			45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
			48	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
			56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+

Примечания: 1. Материалы и температурные пределы применения заглушек следует принимать по табл. 9, как для фланцев из сталей тех же марок.
2. Знаки + обозначены заглушки, рекомендуемые к применению.

Таблица 20С. Плоские заглушки из легированных сталей, устанавливаемые между фланцами (см. рис. к табл. 19С)

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_я$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
25	68	90	4	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			4,5	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			6	—	—	—	1,0(10)
			7	—	—	1,0(10)	1,6(16)
			8	—	—	1,6(16)	2,5(25)
			9	—	—	2,5(25)	—
25	57	90	5	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			6	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			7	10,0(100)	—	—	—
			8	—	10,0(100)	—	4,0(40)
			9	—	—	4,0(40)	6,3(63)
			10	—	—	6,3(63)	—
			11	—	—	10,0(100)	10,0(100)
32	78	100	4	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			5	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			7	—	—	—	1,0(10)
			8	—	—	—	1,6(16)
			9	—	—	1,0(10)	2,5(25)
			10	—	—	1,6; 2,5 (16; 25)	—
32	65	100	5,5	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			7	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			9	10,0(100)	10,0(100)	—	4,0(40)
			10	—	—	—	6,3(63)
			11	—	—	4,0(40)	10,0(100)
			12	—	—	6,3(63)	—
			13	—	—	10,0(100)	—
40	88	100	4,0	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			4,5	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			5,5	2,5(25)	—	—	—
			6,0	—	2,5(25)	—	—
			7	—	—	—	1,0(10)
			8	—	—	—	1,6(16)
			9	—	—	1,0(10)	2,5(25)
			10	—	—	1,6(16)	—
			11	—	—	2,5(25)	—
40	75	100	6	4,0(40)	—	—	—
			7	—	4,0(40)	—	—
			8	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			10	10,0(100)	10,0(100)	—	4,0(40)
			11	—	—	4,0(40)	6,3(63)
			13	—	—	6,3(63)	10,0(100)
			14	—	—	10,0(100)	—
50	102	110	4,5	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			5,5	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			7	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			8	—	—	—	1,0(10)
			9	—	—	—	1,6(16)

Продолжение табл. 20 С

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_н$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
			10	—	—	—	2,5(25)
			11	—	—	1,0(10)	—
			12	—	—	1,6(16)	—
			13	—	—	2,5(25)	—
50	87	110	7	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			9	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			11	10,0(100)	10,0(100)	—	—
			10	—	—	—	4,0(40)
			12	—	—	—	6,3(63)
			13	—	—	4,0(40)	—
			14	—	—	—	10,0(100)
			15	—	—	6,3(63)	—
			17	—	—	10,0(100)	—
70	122	130	5	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			6	1,6(16)	—	—	—
			7	—	1,6(16)	—	—
			8	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			9	—	—	—	1,0(10)
			10	—	—	—	1,6(16)
			11	—	—	1,0(10)	2,5(25)
			12	—	—	1,6(16)	—
			14	—	—	2,5(25)	—
70	109	130	9	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			11	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			13	10,0(100)	—	—	—
			14	—	10,0(100)	—	—
			12	—	—	—	4,0(40)
			14	—	—	—	6,3(63)
			15	—	—	4,0(40)	—
			17	—	—	6,3(63)	10,0(100)
			19	—	—	10,0(100)	—
89	138	135	5,5	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			7	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			9	2,5(25)	2,5(25)	—	1,0(10)
			10	—	—	—	1,6(16)
			12	—	—	—	2,5(25)
			13	—	—	1,0(10)	—
			14	—	—	1,6(16)	—
			16	—	—	2,5(25)	—
89	120	135	40	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			12	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			15	10,0(100)	10,0(100)	—	6,3(63)
			13	—	—	—	4,0(40)
			17	—	—	4,0(40)	—
			18	—	—	—	10,0(100)
			19	—	—	6,3(63)	—
			21	—	—	10,0(100)	—

Продолжение табл. 20С

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_н$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
100	158	150	7	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			8	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			10	2,5(25)	—	—	—
			11	—	2,5(25)	—	1,0(10)
			12	—	—	—	1,6(16)
			14	—	—	1,0(10)	2,5(25)
			15	—	—	1,6(16)	—
			17	—	—	2,5(25)	—
100	149	150	12	4,0(40)	—	4,0(40)	—
			15	6,3(63)	—	6,3(63)	—
			16	—	—	—	4,0(40)
			18	10,0(100)	—	10,0(100)	—
			19	—	4,0(40)	—	6,3(63)
			21	—	6,3(63)	—	—
			22	—	—	—	10,0(100)
			25	—	10,0(100)	—	—
125	188	170	8	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			10	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			12	2,5(25)	2,5(25)	—	1,0(10)
			15	—	—	1,0(10)	1,6(16)
			16	—	—	1,6(16)	2,5(25)
			18	—	—	—	—
			19	—	—	2,5(25)	—
125	175	170	14	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			17	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			21	10,0(100)	10,0(100)	—	—
			18	—	—	—	4,0(40)
			20	—	—	4,0(40)	—
			21	—	—	—	6,3(63)
			24	—	—	6,3(63)	—
			25	—	—	—	10,0(100)
			28	—	—	10,0(100)	—
150	212	190	9	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			11	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			13	—	—	—	1,0(10)
			15	—	—	—	1,6(16)
			17	—	—	1,0(10)	—
			19	—	—	1,6(16)	—
150	218	190	13	2,5(25)	—	—	—
			14	—	2,5(25)	—	—
			18	—	—	—	2,5(25)
			21	—	—	2,5(25)	—
150	203	190	16	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			19	6,3(63)	—	—	—
			20	—	6,3(63)	—	4,0(40)
			24	10,0(100)	10,0(100)	4,0(40)	6,3(63)
			28	—	—	6,3(63)	10,0(100)
			32	—	—	10,0(100)	—

Продолжение табл. 20С

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_н$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
175	242	205	10	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			12	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			14	2,5(25)	2,5(25)	—	1,0(10)
			16	—	—	—	1,6(16)
			18	—	—	1,0(10)	—
			20	—	—	1,6(16)	—
175	248	205	15	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			19	—	—	—	2,5(25)
			24	—	—	2,5(25)	—
175	233	205	18	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			22	6,3(63)	—	—	4,0(40)
			24	—	6,3(63)	—	—
			28	10,0(100)	10,0(100)	—	—
			26	—	—	4,0(40)	6,3(63)
			30	—	—	6,3(63)	—
			32	—	—	—	10,0(100)
			36	—	—	10,0(100)	—
200	268	225	11	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			13	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			15	—	—	—	1,0(10)
			17	—	—	—	1,6(16)
			20	—	—	1,0(10)	—
			22	—	—	1,6(16)	—
200	278	225	17	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			21	—	—	—	2,5(25)
			26	—	—	2,5(25)	—
200	259	225	20	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			24	6,3(63)	—	—	4,0(40)
			25	—	6,3(63)	—	—
			30	10,0(100)	—	4,0(40)	6,3(63)
			32	—	10,0(100)	—	—
			36	—	—	6,3(63)	10,0(100)
			40	—	—	10,0(100)	—
225	295	240	12	1,0(10)	—	—	—
			14	1,6(16)	—	—	—
			21	—	—	1,0(10)	—
			24	—	—	1,6(16)	—
225	305	240	18	2,5(25)	—	—	—
			28	—	—	2,5(25)	—
225	286	240	21	4,0(40)	—	—	—
			28	6,3(63)	—	—	—
			34	10,0(100)	—	—	—
			30	—	—	4,0(40)	—
			36	—	—	6,3(63)	—
			42	—	—	10,0(100)	—
250	320	260	13	1,0(10)	1,0(10)	—	—
			16	1,6(16)	1,6(16)	—	—
			17	—	—	—	1,0(10)
			20	—	—	—	1,6(16)

Продолжение табл. 20С

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_н$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
			22	—	—	1,0(10)	—
			25	—	—	1,6(16)	—
250	335	260	20	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			24	—	—	—	2,5(25)
			30	—	—	2,5(25)	—
250	312	260	24	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			30	6,3(63)	6,3(63)	—	—
			38	10,0(100)	10,0(100)	—	—
			28	—	—	—	4,0(40)
			34	—	—	4,0(40)	6,3(63)
			40	—	—	6,3(63)	—
			42	—	—	—	10,0(100)
			48	—	—	10,0(100)	—
300	370	290	14	1,0(10)	—	—	—
			15	—	1,0(10)	—	—
			18	—	—	—	1,0(10)
			24	—	—	1,0(10)	—
300	378	290	18	1,6(16)	—	—	—
			19	—	1,6(16)	—	—
			22	—	—	—	1,6(16)
			28	—	—	1,6(16)	—
300	390	290	24	2,5(25)	2,5(25)	—	—
			28	—	—	—	2,5(25)
			34	—	—	2,5(25)	—
300	363	290	28	4,0(40)	4,0(40)	—	—
			34	6,3(63)	—	—	—
			36	—	6,3(63)	—	—
			42	10,0(100)	—	—	—
			45	—	10,0(100)	—	—
			32	—	—	—	4,0(40)
			38	—	—	4,0(40)	—
			40	—	—	—	6,3(63)
			45	—	—	6,3(63)	—
			48	—	—	—	10,0(100)
			53	—	—	10,0(100)	—
350	430	320	16	1,0(10)	—	—	—
			28	—	—	1,0(10)	—
350	438	320	21	1,6(16)	—	—	—
			32	—	—	1,6(16)	—
350	450	320	28	2,5(25)	—	—	—
			38	—	—	2,5(25)	—
350	421	320	32	4,0(40)	—	—	—
			40	6,3(63)	—	—	—
			50	10,0(100)	—	—	—
			42	—	—	4,0(40)	—
			50	—	—	6,3(63)	—
			60	—	—	10,0(100)	—
400	482	360	18	1,0(10)	—	—	—
			30	—	—	1,0(10)	—

Продолжение табл. 20С

D_y	Размеры, мм			При скорости коррозии			
				до 0,1 мм/год		0,1—0,5 мм/год	
	$D_н$	l	S	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т
				P_y, МПа (кгс/см²)			
400	490	360	24	1,6(16)	—	—	—
			34	—	—	1,6(16)	—
400	505	360	30	2,5(25)	—	—	—
			40	—	—	2,5(25)	—
400	473	360	36	4,0(40)	—	—	—
			45	6,3(63)	—	—	—
			56	10,0(100)	—	—	—
			48	—	—	4,0(40)	—
			56	—	—	6,3(63)	—

Примечания: 1. Материал заглушек по ГОСТ 5632—72.
2. Температурные пределы применения заглушек следует принимать по табл. 9, как и для фланцев из сталей тех же марок.

III. ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ РД 38.13.004—86

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
	Общие нормативные материалы		
СНиП II-89—80	Генеральные планы промышленных предприятий	Госстрой СССР, 1980 г.	
СНиП III-23—76	Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии	Госстрой СССР, 1976 г.	
СНиП 3.05.05—84	Технологическое оборудование и технологические трубопроводы	Госстрой СССР, 1984 г.	
СНиП III—42—80	Магистральные трубопроводы	Госстрой СССР 1980 г.	С изменениями БСТ № 1 — 1983 г. и № 3 — 1983 г.
СН 305—77	Инструкция по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений	Госстрой СССР, 1977 г.	С изменениями БСТ № 6 — 1979 г. и № 8 — 1981 г.
СН 373—67	Инструкция по расчету стальных трубопроводов различного назначения	Госстрой СССР, 1967 г.	

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
СН 527—80	Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов P_y до 10 МПа	Госстрой СССР, 1980 г.	
СН 542—81	Инструкция по проектированию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленных предприятий	Госстрой СССР, 1981 г.	
ВСН 10—83	Инструкция по проектированию трубопроводов газообразного кислорода	Минхимпром СССР, 1983 г.	
ВСН 350—75	Сортамент труб технологических трубопроводов на $P_y \leqslant 10$ МПа (100 кгс/см²) из легированной и высоколегированной стали	Минмонтажспецстрой СССР, 1975 г.	
ВСН 362—76	Инструкция по изготовлению, монтажу и испытанию технологических трубопроводов условным давлением до 100 кгс/см² (10 МПа)	Минмонтажспецстрой СССР, 1976 г.	
РУ—75	Руководящие указания по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке технологических трубопроводов под давлением до 100 кгс/см²	Минефтехимпром СССР, 1974 г.	
ПТБ НП—73	Правила безопасности при эксплуатации нефтегазоперерабатывающих заводов	Госгортехнадзор СССР, 1973 г.; Минефтехимпром СССР, 1973 г.	С дополнением к п. 175, утвержденным 5.10.1984 г.
ПБВ ХП—74	Правила безопасности во взрывоопасных и взрывопожароопасных химических и нефтехимических производствах	Госгортехнадзор СССР, 1974 г.	
ПУГ—69	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов	Госгортехнадзор СССР, 1969 г.	
	Правила безопасности для производств синтетического каучука и синтетического этилового спирта	Госгортехнадзор СССР, 1981 г.	
	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды	Госгортехнадзор СССР, 1970 г.	

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
	Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов	Госгортехнадзор СССР, 1971 г.	
	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением	Госгортехнадзор СССР, 1970 г.	С изменениями и дополнениями, утвержденными 25.12.1973 г.
	Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах	Госгортехнадзор СССР, 1974 г.	
	Инструкция по организации и безопасному производству ремонтных работ на предприятиях и в организациях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности	Минефтехимпром СССР, 1973 г.	
ППБ—79	Правила пожарной безопасности при эксплуатации нефтеперерабатывающих предприятий	Минефтехимпром СССР, 1979 г.	
	Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности	Минефтехимпром СССР, Минхимпром СССР, 1972 г.	
	Правила безопасности в газовом хозяйстве	Госгортехнадзор СССР, 1969 г.	С изменениями, утвержденными в 1974 г.
	Инструкция по выбору сосудов и аппаратов, работающих под давлением до 100 кгс/см² и защите их от превышения давления	Минефтехимпром СССР, 1978 г.	
РУПК—78	Руководящие указания по эксплуатации, ревизии и ремонту пружинных предохранительных клапанов	Минефтехимпром СССР, 1977 г.	

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
	Технические указания — регламент по эксплуатации оборудования установок каталитического риформинга и гидроочистки, работающего в водородсодержащих средах (взамен Технических указаний — Регламента 1972 г.)	ВПО «Союзнефтеоргсинтез», 1983 г. ВПО «Союзхимнефтемаш», 1983 г.	
КО—1—79	Арматура запорная. Общее руководство по ремонту	Миннефтехимпром СССР, 1980 г.	
РДИ 38.18.002—83	Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования	Миннефтехимпром СССР, 1983 г.	
	Технологическая инструкция по сварке трубопроводов и печных змеевиков из теплоустойчивых хромомолибденовых сталей без термической обработки сварных соединений при изготовлении, монтаже и ремонте нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок	Миннефтехимпром СССР, 1980 г.; Минхиммаш СССР, 1980 г.; Минмонтажспецстрой, 1980 г.	
	Пособие по применению стальных труб для строительства систем газоснабжения (к СНиП II—37—76)	Минжилкомхоз РСФСР; 1983 г.	
И34—70—013—84	Инструкция по контролю за металлом котлов турбин и трубопроводов	Минэнерго СССР, 1984 г.	
ПУЭ—76	Правила устройства электроустановок, издание V	Минэнерго СССР, 1974—1977 г.	
	Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок	Минэнерго СССР, 1979 г.	
18—03—ИК74	Инструкция по проведению цветного метода контроля на предприятиях Миннефтехимпрома	Миннефтехимпром СССР, 1974 г.	
18—04—ИК76	Инструкция по проведению магнитопорошкового контроля качества оборудования и сварных соединений	Миннефтехимпром СССР, 1976 г.	

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
18—05—ИК76	Инструкция по проведению магнитографического контроля качества сварных соединений на предприятиях Миннефтехимпрома	Миннефтехимпром СССР, 1976 г.	
18—06—ИК—77	Радиографический контроль сварных соединений сосудов, аппаратов и трубопроводов, работающих под давлением	Миннефтехимпром СССР, 1978 г.	
38.18.001—83	Инструкция по радиографической профильной толщинометрии технологических трубопроводов	Миннефтехимпром СССР, 1983 г.	
РДИ 38.18.002—83	Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования	Миннефтехимпром СССР, 1983 г.	
У—ТБ—05—81	Указания по определению групп технологических сред	В/О «Нефтехим», 1981 г.	
УЛ—ТБ—01—84	Указания по определению групп технологических сред с учетом примесей вредных веществ	Ленгипронефтехим, 1984 г.	
РТМ 26—02—39—84	Методы защиты от коррозии и выбор материалов для основного оборудования и трубопроводов установок подготовки и первичной переработки нефти (ЭЛОУ, АВТ, АТ, ЭЛОУ—АВТ)	Союзнефтехиммаш, 1984 г.	
РТМ 26—02—42—78	Методы защиты от коррозии и выбор материалов для основных элементов и узлов аппаратов установок каталитического риформинга	Минхиммаш СССР, 1978 г.	
РТМ 26—02—54—80	Материальное оформление оборудования установок гидроочистки дизельных топлив с блоком моноэтаноламиновой очистки	Минхиммаш СССР, 1980 г.	

Государственные стандарты

ГОСТ 356—80 (СТ СЭВ 253—76)	Арматура и детали трубопроводов. Давления условные, пробные и рабочие. Ряды.		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 380—71	Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки и общие технические требования		
ГОСТ 481—80	Паронит и прокладки из него. Технические условия		
ГОСТ 495—77	Листы и полосы медные. Технические условия		
ГОСТ 550—75	Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Технические условия		
ГОСТ 613—79	Бронзы оловянные литейные. Марки		
ГОСТ 977—75	Отливки из конструкционной нелегированной и легированной стали. Общие технические условия		
ГОСТ 1050—74	Сталь углеродистая качественная конструкционная. Технические условия		
ГОСТ 1215—79	Отливки из ковкого чугуна. Общие технические условия		
ГОСТ 1412—79	Отливки из серого чугуна с пластинчатым графитом. Общие технические условия		
ГОСТ 1577—81	Прокат листовой и широкополосный универсальный из конструкционной качественной стали. Технические условия		
ГОСТ 1759—70	Болты, винты, шпильки и гайки. Технические требования		
ГОСТ 2176—77	Отливки из высоколегированной стали со специальными свойствами. Общие технические условия		
ГОСТ 2246—70	Проволока стальная сварочная. Технические условия		
ГОСТ 2533—79 (СТ СЭВ 354—76)	Калибры для трубной цилиндрической резьбы. Допуски		
ГОСТ 2850—80	Картон асбестовый. Технические условия		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 3262—75 (СТ СЭВ 107—74)	Трубы стальные водогазопроводные		
ГОСТ 3778—77Е	Свинец. Технические условия		
ГОСТ 3845—75 (СТ СЭВ 480—77)	Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением		
ГОСТ 4543—71	Сталь легированная конструкционная. Технические условия		
ГОСТ 5152—77	Набивки сальниковые. Технические условия		
ГОСТ 5520—79 (СТ СЭВ 103—74)	Сталь листовая углеродистая низколегированная и легированная для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия		
ГОСТ 5582—75	Сталь тонколистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная		
ГОСТ 5632—72	Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки и технические требования		
ГОСТ 5915—70	Гайки шестигранные (нормальной точности). Конструкция и размеры		
ГОСТ 5949—75	Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические требования		
ГОСТ 6485—69	Калибры для конической дюймовой резьбы с углом профиля 60°. Типы. Основные размеры и допуски		
ГОСТ 7338—77	Пластины резиновые и резино-тканевые. Технические условия		
ГОСТ 7350—77	Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия		
ГОСТ 7798—70	Болты с шестиугольной головкой (нормальной точности). Конструкция и размеры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 8479—70	Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия		
ГОСТ 8696—74	Трубы стальные электросварные со спиральным швом общего назначения. Технические условия		
ГОСТ 8731—74 (СТ СЭВ 1482—78)	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования		
ГОСТ 8732—78 (СТ СЭВ 1481—78)	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент		
ГОСТ 8733—74	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования		
ГОСТ 8734—75 (СТ СЭВ 1483—78)	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент		
ГОСТ 9347—74	Картон прокладочный и уплотнительные прокладки из него. Технические условия		
ГОСТ 9544—75	Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов		
ГОСТ 9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия		
ГОСТ 9941—81	Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия		
ГОСТ 100007—80Е	Фторопласт-4. Технические условия		
ГОСТ 10705—80	Трубы стальные электросварные. Технические условия		
ГОСТ 10706—76 (СТ СЭВ 489—77)	Трубы стальные электросварочные прямошовные. Технические требования		
ГОСТ 11068—81	Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 11069—74 (СТ СЭВ 951—78)	Алюминий первичный. Марки		
ГОСТ 12815—80	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей		
ГОСТ 12816—80	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²). Общие технические требования		
ГОСТ 12820—80	Фланцы стальные плоские приварные на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ГОСТ 12821—80	Фланцы стальные приварные встык на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ГОСТ 12822—80	Фланцы стальные свободные на приварном кольце на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ГОСТ 14249—80 (СТ СЭВ 596—77)	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность		
ГОСТ 14613—83Е	Фибра листовая. Технические условия		
ГОСТ 14637—79	Прокат толстолистовой и широкополосный универсальный из углеродистой стали общего назначения. Технические условия		
ГОСТ 15180—70	Прокладки плоские эластичные. Размеры		
ГОСТ 15527—70 (СТ СЭВ 379—76, СТ СЭВ 2621—80)	Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки		
ГОСТ 17374—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Типы и основные параметры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 17375—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Отводы крутоизогнутые		
ГОСТ 17376—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Тройники		
ГОСТ 17377—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Седловины накладные		
ГОСТ 17378—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Переходы		
ГОСТ 17379—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Заглушки эллиптические		
ГОСТ 17380—83	Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на $P_y \leq 10$ МПа (≤ 100 кгс/см²). Технические условия		
ГОСТ 17711—80	Сплавы медно-цинковые (латуни). Марки		
ГОСТ 18175—78 (СТ СЭВ 377—76, СТ СЭВ 731—77)	Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки		
ГОСТ 18465—73	Калибры для метрической резьбы от 1 до 68 мм. Исполнительные размеры		
ГОСТ 18466—73	Калибры для метрической резьбы св. 68 до 200 мм. Исполнительные размеры		
ГОСТ 19281—73	Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная		
ГОСТ 19282—73	Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная		
ГОСТ 20072—74	Сталь теплоустойчивая. Технические условия		
ГОСТ 20295—74	Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 21631—76	Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия		
ГОСТ 22032—76	Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1d$ (нормальной точности). Конструкция и размеры		
ГОСТ 22034—76	Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1{,}25d$ (нормальной точности). Конструкция и размеры		
ГОСТ 22038—76	Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $2d$ (нормальной точности). Конструкция и размеры		
ГОСТ 24444—80	Оборудование технологическое. Общие монтажно-технологические требования		
ГОСТ 24982—81	Прокат листовой из коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сплавов. Технические условия		
ГОСТ 12.1.004—76	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования		
ГОСТ 12.1.005—76	ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования		
ГОСТ 12.1.007—76	ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности		
ГОСТ 12.2.063—81	Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности		
ГОСТ 9466—75	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация, размеры и общие технические требования		
ГОСТ 6996—66	Сварные соединения. Методы определения механических свойств		
ГОСТ 10052—75	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 3242—69	Швы сварных соединений. Методы контроля качества		
ГОСТ 9467—75	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы		
ГОСТ 10052—75	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы		
ГОСТ 23055—78	Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля		
ГОСТ 18353—79	Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов		
ГОСТ 18442—80	Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования		
ГОСТ 21104—75	Контроль неразрушающий. Феррозондовый метод		
ГОСТ 21105—75	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод		
ГОСТ 23479—79	Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования		
ГОСТ 23049—78	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Общие технические требования		
ГОСТ 23349—78	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы капиллярные. Общие технические требования и методы испытаний		
ГОСТ 23702—79	Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Основные параметры и методы их измерений		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 24732—81	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы магнитные и вихретоковые. Общие технические требования		
ГОСТ 25335—82	Контроль неразрушающий. Толщиномеры покрытий магнитные и вихретоковые. Общие технические требования		
ГОСТ 23667—79	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров		
ГОСТ 23829—79	Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения		
ГОСТ 24034—80	Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения		
ГОСТ 24289—80	Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения		
ГОСТ 24450—80	Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения		
ГОСТ 24521—80	Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения		
ГОСТ 24522—80	Контроль неразрушающий капиллярный. Термины и определения		
ГОСТ 25314—82	Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения		
ГОСТ 25315—82	Контроль неразрушающий электрический. Термины и определения		
ГОСТ 23483—79	Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования		
ГОСТ 3242—79	Соединения сварные. Методы контроля качества		
ГОСТ 7512—82	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод		
ГОСТ 12503—75	Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования		
ГОСТ 14782—76 (СТ СЭВ 2857—81)	Контроль неразрушающий. Швы сварные. Методы ультразвуковые		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ГОСТ 20415—82	Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения		
ГОСТ 20426—82	Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения		
ГОСТ 22368—77	Контроль неразрушающий. Классификация дефектности стыковых сварных швов по результатам ультразвукового контроля		
ГОСТ 22727—77	Сталь толстолистовая. Методы ультразвукового контроля сплошности		
ГОСТ 22838—77	Сплавы жаропрочные. Методы контроля и оценки макроструктуры		
ГОСТ 23055—78	Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля		
ГОСТ 25225—82	Контроль неразрушающий. Швы сварных соединений трубопроводов. Магнитографический метод		
ГОСТ 25863—83	Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые контактные. Общие технические требования		
ГОСТ 25113—82	Аппараты рентгеновские для промышленной дефектоскопии. Основные параметры		
ГОСТ 19232—73	Сварка металлов плавлением. Дефекты сварных соединений. Термины и определения		
ГОСТ 15843—79	Принадлежности для промышленной радиографии. Основные размеры		
ОСТ 25.1100—83	Система показателей качества продукции. Приборы неразрушающего контроля качества материалов и изделий, аппаратура и приборы виброметрии. Номенклатура показателей		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
	Технические условия		
ТУ 14-1-642—73	Сталь толстолистовая теплоустойчивая марок 12МХ, 12ХМ		
ТУ 14-1-1032—74	Прутки жаропрочной релаксационностойкой стали марки 08Х14Н20В2ТР (ЭП712)		
ТУ 14-1-1950—77	Сталь листовая низколегированная для прямошовных труб Ø 1020 и 1220 для магистральных газопроводов		
ТУ 14-3-218—80	Трубы бесшовные тонкостенные из коррозионностойких аустенитных сталей		
ТУ 14-3-460—75	Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов		
ТУ 14-3-500—76	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные для этиленопровода из стали марки 09Г2С		
ТУ 14-3-587—77	Трубы бесшовные горячекатанные из стали марки 20 для нефтеперерабатывающей промышленности		
ТУ 14-3-597—77	Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 08Х18Н10Т Ø108—273 мм с повышенным качеством поверхности		
ТУ 14-3-620—77	Трубы стальные электросварные диаметром 530, 720, 820, 1020 и 1220 мм для трубопроводов высокого давления		
ТУ 14-3-684—77	Трубы стальные электросварные со спиральным швом диаметром 530—1420 мм		
ТУ 14-3-721—78	Трубы стальные электросварные спиральношовные диаметром 820, 1020, 1220 мм для магистральных газопроводов		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ТУ 14-3-796—79	Трубы бесшовные холоднодеформированные для паровых котлов и трубопроводов из коррозионно-стойких марок стали		
ТУ 14-3-808—78	Трубы электросварные спиральношовные из углеродистой стали 20 для трубопроводов атомных электростанций		
ТУ 14-3-816—79	Трубы бесшовные горячекатанные из стали марок 10, 20, диаметром 42—140 мм толщиной 3,0—32,0 мм		
ТУ 14-3-826—79	Трубы бесшовные холоднодеформированные из сталей марок 10, 20, 10Г2 с контролем качества поверхности неразрушающими методами диаметром 25—50 мм толщиной 2—6 мм		
ТУ 14-3-858—79	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные		
ТУ 14-3-893—79	Трубы стальные электросварные из низколегированной стали 16ГС		
ТУ 14-3-901—79	Трубы стальные электросварные прямошовные		
ТУ 14-3-916—80	Трубы стальные электросварные прямошовные Ø 530—820 мм для городских и поселковых систем газоснабжения природным и сжиженным газом высокого давления		
ТУ 14-3-954—80	Трубы стальные электросварные спиральношовные диаметром 530—1420 мм для трубопроводов тепловых сетей		
ТУ 14-3-1080—81	Трубы бесшовные горячекатанные из стали марки 15Х5М для нефтеперерабатывающей промышленности		
ТУ 14-3-1138—82	Трубы стальные электросварные прямошовные Ø 1020, 1220 мм для газонефтепроводов		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ТУ 14-3-1270—84	Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 500 мм		
ТУ 24-10-003—70	Листы из стали марок 12МХ и 12ХМ толщиной от 20 до 130 мм		
ТУ 36-1626—77	Переходы вальцованные сварные концентрические и эксцентрические для технологических трубопроводов из углеродистой стали		
ТУ 38-11145—83	Заглушки быстросъемные		
ТУ 38-114233—81	Прокладки спиральнонавитые		

Отраслевые стандарты

ОСТ 6-19-503—79	Пластикат поливинилхлоридный прокладочный. Технические условия		
ОСТ 26-02-2079—83	Компенсаторы сильфонные. Общие технические условия		
ОСТ 26-830—73	Фланцы с соединительным выступом стальные плоские приварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-831—73	Фланцы с выступом или впадиной стальные плоские приварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-832—73	Фланцы с шипом или пазом стальные плоские приварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-833—73	Фланцы стальные свободные на приварном кольце. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-834—73	Фланцы с выступом или впадиной стальные свободные на приварном кольце. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-835—73	Фланцы с шипом или пазом стальные свободные на приварном кольце. Конструкция и размеры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 26-839—73	Фланцы с соединительным выступом стальные приварные встык. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-840—73	Фланцы с выступом или впадиной стальные приварные встык. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-841—73	Фланцы с шипом или пазом стальные приварные встык. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-842—73	Фланцы под прокладку овального и восьмиугольного сечения стальные приварные встык. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-844—73	Прокладки асбометаллические. Конструкция и размеры. Технические требования		
ОСТ 26-845—73	Прокладки овального и восьмиугольного сечения стальные. Конструкция и размеры. Технические требования		
ОСТ 26-2037—77	Гайки шестигранные для фланцевых соединений. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-2038—77	Гайки шестигранные для фланцевых соединений. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-2039—77	Шпильки с ввинчиваемым концом для фланцевых соединений (нормальной точности). Конструкция и размеры		
ОСТ 26-2040—77	Шпильки для фланцевых соединений. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-2041—77	Гайки для фланцевых соединений. Конструкция и размеры		
ОСТ 26-2043—77	Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых соединений. Технические требования		
ОСТ 34-42-309—76	Компенсатор осевой однолинзовый на $P_y \leqslant 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-310—76	Компенсатор осевой двухлинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 34-42-311—76	Компенсатор осевой трехлинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-312—76	Компенсатор осевой четырехлинзовый на $P_y \leqslant 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-313—76	Компенсатор шарнирный однолинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-314—76	Компенсатор шарнирный двухлинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-315—76	Компенсатор шарнирный трехлинзовый на $P_y \leqslant 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-316—76	Компенсатор шарнирный четырехлинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-325—77	Компенсатор осевой однолинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-326—77	Компенсатор осевой двухлинзовый на $P_y < 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 34-42-327—77	Компенсатор осевой трехлинзовый на $P_y \leq$ $\leq$1,6 МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-328—77	Компенсатор осевой четырехлинзовый на $P_y \leq$ $\leq$1,6 МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-329—77	Компенсатор шарнирный однолинзовый на $P_y \leq$ $\leq$1,6 МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-330—77	Компенсатор шарнирный двухлинзовый на $P_y \leq$ $\leq$1,6 МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-331—77	Компенсатор шарнирный трехлинзовый на $P_y \leqslant$ $\leqslant$1,6 МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 34-42-332—77	Компенсатор шарнирный четырехлинзовый на $P_y \leqslant 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²). Конструкция и размеры		
ОСТ 36-21—77	Детали трубопроводов D_y 500—1400 мм сварные из углеродистой стали на $P_y < 2{,}5$ МПа (25 кгс/см²). Отводы секционные $R = 1{,}5\ D_y$ под углом 30, 45, 60 и 90°. Размеры		

Продолжение

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 36-22—77	Детали трубопроводов D_y 500—1400 мм сварные из углеродистой стали на $P_y < 2{,}5$ МПа (25 кгс/см)². Переходы концентрические и эксцентрические. Размеры		
ОСТ 36-24—77	Детали трубопроводов D_y 500—1400 мм сварные из углеродистой стали на $P_y < 2{,}5$ МПа (25 кгс/см²). Тройники сварные. Размеры		
ОСТ 108.031.02—75	Котлы стационарные паровые и водогрейные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность		
ОСТ 36-41—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Типы и основные параметры		
ОСТ 36-42—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Отводы гнутые. Конструкция и размеры		

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 36-43—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Отводы сварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 36-44—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Переходы сварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 36-45—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Ответвления. Конструкция и размеры		
ОСТ 36-46—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Тройники сварные. Конструкция и размеры		
ОСТ 36-47—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²). Заглушки плоские. Конструкция и размеры		

Шифр	Наименование	Ведомство и год утверждения	Примечание
ОСТ 36-48—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²).		
ОСТ 36-49-81	Заглушки ребристые. Конструкция и размеры		
ОСТ 36-59—81	Детали трубопроводов из углеродистой стали сварные и гнутые D_y до 500 мм на P_y до 10 МПа (100 кгс/см²).		
ОСТ 26-291—79	Контроль неразрушающий. Сварные соединения трубопроводов и конструкций. Радиографический метод		
	Сосуды и аппараты стальные, сварные. Технические требования		

Соотношение между единицами давления

Единица	Па	бар	мм вод. ст.	мм рт. ст.	дин/см²	кгс/см²
паскаль	1	10^{-5}	0,102	$7{,}5024 \cdot 10^{-3}$	10	$1{,}02 \cdot 10^{-5}$
бар	10^{5}	1	$1{,}02 \cdot 10^{4}$	$7{,}5024 \cdot 10^{2}$	10^{6}	1,02
миллиметр водяного столба	9,8067	$9{,}8067 \cdot 10^{-5}$	1	$7{,}35 \cdot 10^{-2}$	98,1	10^{-4}
миллиметр ртутного столба	$1{,}33 \cdot 10^{2}$	$1{,}33 \cdot 10^{-3}$	13,6	1	$1{,}33 \cdot 10^{3}$	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$
дина на квадратный сантиметр	0,1	10^{-6}	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	1	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$
килограмм-сила на квадратный сантиметр	$9{,}8067 \cdot 10^{4}$	0,98067	10^{4}	$7{,}35 \cdot 10^{2}$	$9{,}81 \cdot 10^{5}$	1

Перевод единицы давления кгс/см² в МПа

кгс/см² (А)	0,0	А+0,1	А+0,2	А+0,3	А+0,4	А+0,5	А+0,6	А+0,7	А+0,8	А+0,9
				Мегапаскали						
1	0,09806	0,1079	0,1177	0,1275	0,1373	0,1471	0,1569	0,1667	0,1765	0,1863
2	0,1961	0,2059	0,2157	0,2256	0,2354	0,2452	0,2550	0,2648	0,2746	0,2844
3	0,2942	0,3040	0,3138	0,3236	0,3334	0,3432	0,3530	0,3628	0,3726	0,3825
4	0,3923	0,4021	0,4119	0,4217	0,4315	0,4413	0,4511	0,4609	0,4707	0,4805
5	0,4903	0,5001	0,5099	0,5197	0,5296	0,5394	0,5492	0,5590	0,5688	0,5786
6	0,5884	0,5982	0,6080	0,6178	0,6276	0,6374	0,6472	0,6570	0,6668	0,6767
7	0,6865	0,6963	0,7061	0,7159	0,7257	0,7355	0,7453	0,7551	0,7649	0,7747
8	0,7845	0,7943	0,8041	0,8139	0,8237	0,8336	0,8434	0,8532	0,8630	0,8728
9	0,8826	0,8924	0,9022	0,9120	0,9218	0,9316	0,9414	0,9512	0,9610	0,9708
10	0,9806	0,9905	1,0003	1,0101	0,0199	1,0297	1,0395	1,0493	1,0591	1,0689

Перевод единицы давления мм рт. ст. в кПа

мм рт. ст. (А)	0	А+0,1	А+0,2	А+0,3	А+0,4	А+0,5	А+0,6	А+0,7	А+0,8	А+0,9
					Килопаскали					
1	0,1333	0,1466	0,1600	0,1733	0,1866	0,1995	0,2133	0,2266	0,2390	0,2533
2	0,2666	0,2793	0,2933	0,3066	0,3199	0,3333	0,3466	0,3599	0,3732	0,3866
3	0,3999	0,4132	0,4266	0,4399	0,4532	0,4666	0,4799	0,4932	0,5065	0,5199
4	0,5332	0,5465	0,5599	0,5732	0,5865	0,5999	0,6132	0,6265	0,6339	0,6532
5	0,6665	0,6798	0,6932	0,7065	0,7198	0,7332	0,7465	0,7598	0,7731	0,7865
6	0,7998	0,8131	0,8265	0,8398	0,8531	0,8665	0,8798	0,8931	0,9064	0,9198
7	0,9331	0,9464	0,9598	0,9731	0,9864	0,9998	1,0131	1,0264	1,0397	1,0531
8	1,0664	1,0797	1,0931	1,1064	1,1197	1,1331	1,1464	1,1597	1,1730	1,1864
9	1,1997	1,2130	1,2264	1,2397	1,2530	1,2664	1,2797	1,2930	1,3063	1,3197
10	1,3330	1,3463	1,3597	1,3730	1,3863	1,3997	1,4130	1,4263	1,4396	1,4530

Соотношение между единицами энергии

Единица	Дж	эрг	кгс·м	кал	ккал	кВт·ч
джоуль	1	10^{7}	0,102	0,239	$2,39 \cdot 10^{-4}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$
эрг	10^{-7}	1	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$2,39 \cdot 10^{-8}$	$2,78 \cdot 10^{-11}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$
килограмм-сила·метр	9,8067	$9,8067 \cdot 10^{7}$	1	2,343	$2,343 \cdot 10^{-3}$	$2,72 \cdot 10^{-6}$
калория	4,1868	$4,1868 \cdot 10^{7}$	0,42686	1	10^{-3}	$1,16 \cdot 10^{-6}$
килокалория	$4,1868 \cdot 10^{3}$	$4,1868 \cdot 10^{10}$	$4,2686 \cdot 10^{2}$	10^{3}	1	$1,16 \cdot 10^{-3}$
киловатт-час	$3,6 \cdot 10^{6}$	$3,6 \cdot 10^{13}$	$3,67 \cdot 10^{5}$	$8,6 \cdot 10^{5}$	$8,6 \cdot 10^{2}$	1

Перевод единицы энергии ккал в кДж

Ккал (А)	0	А+0,1	А+0,2	А+0,3	А+0,4	А+0,5	А+0,6	А+0,7	А+0,8	А+0,9
	Килоджоули									
1	4,1868	4,6055	5,0242	5,4429	5,8616	6,2803	6,6989	7,1176	7,5363	7,9550
2	8,3767	8,7924	9,2110	9,6297	10,0484	10,467	10,8858	11,3045	11,7232	12,1418
3	12,5605	12,9792	13,3979	13,8166	14,2353	14,6539	15,0726	15,4913	15,9100	16,3287
4	16,7474	17,1660	17,5848	18,0034	18,4221	18,8408	19,2595	19,6781	29,0968	20,5155
5	20,9342	21,3529	21,7716	22,1903	22,6090	23,0276	23,4463	23,8650	24,2837	24,7024
6	25,1210	25,5397	25,9584	26,3771	26,7958	27,2145	27,6331	28,0518	28,4705	28,8892
7	29,3079	29,7266	30,1452	30,5640	30,9826	31,4013	31,8200	32,2387	32,6574	33,0760
8	33,4947	33,9134	34,3329	34,7508	35,1695	35,5881	36,0068	36,4255	36,8442	37,2629
9	37,6816	38,1002	38,5189	38,9376	39,3563	39,7750	40,1937	40,6123	41,0310	41,4497
10	41,8684	42,2871	42,7058	43,1245	43,5431	43,9618	44,3805	44,7992	45,2179	45,6366

Арматура трубопроводов
- акт на ремонт и испытание 204
- выбор материала 14
- — типа в зависимости от параметров среды 15, 102—129
- классификация 14
- набивки сальников 32
- нормы герметичности 15, 130 сл.
- обводная линия (байпас) 14
- обслуживание 31, 32
- ревизия 33
- ремонт 33, 56, 57
- типы и марки 14, 15, 102—129
- установка 56
- чугунная см. Арматура чугунная

Арматура чугунная
- испытание на прочность 41, 50
- параметры среды 133
- ремонт 57
- условия применения 15, 16

Вентили
- запорные 102 сл.
- мембранные 106
- нормы герметичности затворов 130, 132
- — отбраковки 37
- регулирующие 102 сл.
- сильфонные 110, 112, 114
- трехходовые 102 сл.
- угловые 104, 106
- условия применения 14

Выбор
- заглушек 22, 257 сл.
- крепежных деталей 16, 17, 134, 135
- материала трубопроводов и арматуры 11, 88 сл.
- параметров транспортируемой среды 96, 97
- прокладок 137 сл.
- типа сильфонного компенсатора 25
- труб 98 сл.

Гайки 16, 17, 134, 135

Гибка труб
- с подгибкой 53
- радиусы гиба 52
- режимы термообработки после гибки 165
- из углеродистой и легированной стали 51 сл.

Гидравлическое испытание трубопроводов 40, 41, 88 сл., 162

Давление в трубопроводах
- из бронзы и латуни 93
- зависимость от рабочей температуры среды 9, 88 сл.
- пробное 89, 91, 92
- рабочее 89, 91 сл.
- стальных 88 сл.
- условное 89, 91 сл.
- чугунных 92

Допустимые напряжения для сталей
- жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких 159, 160
- теплоустойчивых и коррозионно-стойких хромистых 160, 161
- углеродистых и низколегированных 158, 159

Задвижки
- марки 104—130
- нормы отбраковки 37
- условия применения 14, 104—130

Заглушки 22
- выбор 237 сл.
- отбортованные 238, 239
- плоские между фланцами
  - из легированных сталей 250 сл.
  - — углеродистой стали 246 сл.
- плоские приварные
  - из легированной стали 242, 243
  - — углеродистой стали 240, 241
- плоские ребристые (днища) 244, 245

Заглушки
установка на снятие 206
эллиптические 237
Засверловка контрольных отверстий
глубина 34
точки расположения 33

Исправление дефектов сварных соединений 84, 85
Испытания трубопроводов
акт испытания на прочность и плотность 205
на герметичность 39, 42 сл.
гидравлическое 40, 41
давление испытания (пробное) 39, 88 сл., 162
периодичность проведения 34
пневматическое 41, 42, 162

Клапаны
дренажные 116
нормы отбраковки 37
обратные 102 сл., 130
отсечные 116
предохранительные 15, 32, 102 сл., 130
регулирующие 15, 102
Классификация технологических трубопроводов в зависимости от параметров среды 94 сл.
Компенсаторы
линзовые см. компенсаторы линзовые
нормы отбраковки 38
паспортные данные 26
П-образные 23, 24
предварительная растяжка 24
сальниковые 23
сильфонные 25, 144 сл. См. также Компенсаторы сильфонные шарнирные 24, 25
Компенсаторы линзовые
компенсирующая способность 143
нормы отбраковки 38
применение 23 сл.
Компенсаторы сильфонные
выбор типа 25
материал деталей 144 сл.
нормы отбраковки 38
осевые 154 сл.
Компенсаторы сильфонные
— *с* фланцами 151, 152
— многосекционные 153
применение 25
сдвиговые 150, 151
— *с* фланцами 149
угловые 148, 149
универсальные многошелевые 147
цикл работы 26
Компенсирующая способность
линзовых компенсаторов 24, 25, 143
способы увеличения 24
Контроль сварных соединений
исправление дефектов 84, 85
испытания на межкристаллитную коррозию 84
— образцов 83, 197, 198
макро- и микроструктуры 83, 84
методы 195
неразрушающий 81, 82, 195 сл.
объем 195
оценка качества 196, 197
плотности 84
пооперационный 80
из разнородных сталей 198
требования к углу загиба, ударной вязкости, твердости 197

Краны
проходные 110, 114, 120 сл.
трехходовые 120, 126
условия применения 14, 15
четырехходовые 122
шаровые 114
Крепежные детали
выбор типа и материала в зависимости от рабочих условий 16, 17, 134, 135
механические свойства сталей 16, 134, 135
нормы отбраковки 37, 38
режимы термообработки 17, 136
Крестовины и развилки 19, 21
Коэффициент
линейного расширения трубопровода 24, 143
несущей способности труб 36
Материалы трубопроводов
выбор 11

Материалы трубопроводов
арматуры и соединительных частей
бронза и латунь 93
стали (марки) 88 сл.
чугуны (марки) 92
Механические свойства сталей
для крепежных деталей 16, 134, 135
— сосуда или аппарата 158 сл.

Нормы герметичности арматуры 15
при испытании водой 130
— — воздухом 131, 132
Нормы отбраковки
задвижек 37
клапанов 37
компенсаторов 38
крепежных деталей 37, 38
резьбовых соединений 38

Опоры, ремонт 55

Пневматические испытания трубопроводов 41, 42, 162
Прокладка трубопроводов
внутрицеховых 44, 45
в одной траншее 48
подземных 46, 48, 58, 59
расстояния между осями 163, 164
способы 44
тепловая изоляция 48, 49
Прокладочные материалы
выбор в зависимости от параметров среды 137 сл.
условия применения 17, 18

Регламентирующие документы 8, 9
Режимы
прокалки электродов 167
термообработки труб
после гибки 165
— исправления дефектов (отливок) 166, 167
Резьбовые соединения, нормы отбраковки 38
Ремонтно-монтажные работы 49 сл.
заварка вставок 55
гибка труб см. Гибка труб
резка труб 50, 51
ремонт и установка опор 55
сборка фланцевых соединений 54
установка арматуры 56

Расчет
падения давления за время испытания трубопровода на плотность 43
самокомпенсация трубопровода 24
теплового удлинения трубопровода 23
толщины стенок трубы 9
Расчетная температура воздуха 12

Сварка аргонодуговая
взаимное расположение горелки и проволоки 71, 72
выбор материалов 184
— режима 71, 184
выполнение прихваток 70, 71
комбинированным методом 67, 68, 72
при отрицательной температуре 71, 182
подготовка кромок под сварку 71, 183
последовательность 71, 72
применение 68, 69
сборка кольцевых угловых соединений 69
схема поста ручной сварки 70
технические данные горелок 70, 181, 182
Сварка газовая
выбор горелки 73
— проволоки 72, 185
выполнение прихваток 72, 73
конструкции сварного соединения 72, 185
технологии сварки 73, 74
Сварка лепестковых переходов
выбор электродов 174 сл.
режим термообработки 194
Сварка теплоустойчивых сталей
выбор типа и марки электрода 75, 190, 191
выполнение прихваток 76
механические свойства и химический состав шва 75, 192, 193
наложение корневого слоя 76, 77
наплавка кромок 75, 76, 190, 191
подогрев стыка 78, 79, 192
порядок наложения швов 77

А/К

Сварка теплоустойчивых сталей
режим сварки 193
технология 69, 74, 75, 77
условия применения 74, 75
число проходов многослойного шва 193
Сварка трубопроводов
аргонодуговая см. Сварка аргонодуговая
газовая см. Сварка газовая
калибровка концов труб и деталей 62
кольцевого соединения из двухслойных сталей 180
материалы 59
поворотных и неповоротных стыков 65, 66
подготовка кромок под сварку 61, 168 сл.
последовательность наложения слоев 68
прихватка труб 65
проверка знаний сварщиков 61, 206
размещение подкладного кольца 64
режим прокалки и хранения электродов 60, 167
сборка стыков труб 63, 64
из теплоустойчивых сталей см. Сварка теплоустойчивых сталей
условия проведения 174
хранение электродов 60
электродуговая см. Сварка электродуговая
Сварка электродуговая
выбор электродов 67, 174 сл.
порядок наложения слоев 68
последовательность сварки стыка 66
из разнородных сталей 177 сл.
режимы 180, 181
Стали
механические свойства 158 сл., 188, 189
химический состав 186, 187

Температура воздуха расчетная 12
Тепловое удлинение трубопровода 23

Термообработка сварных соединений
допустимая твердость металла шва 80, 198
режим 79, 194
Техническая документация на трубопроводы 85, 86, 199 сл.
Толщина стенки трубы, прибавка на компенсацию коррозии 9
Транспортируемые среды
влияние на выбор труб 98, 99
выбор параметров 96, 97
классификация 94 сл.
Трубопроводы
акт ревизии и отбраковки 203, 204
дефектоскопия сварных швов 30
испытания см. Испытания трубопроводов
классификация 10, 11, 94 сл.
материалы труб 11, 88 сл., 92
надзор при эксплуатации 27
нормы отбраковки труб, деталей, сварных швов 35 сл.
обследование периодическое 27
осмотр внутренний 30
— наружный 28
прокладка см. Прокладка трубопроводов
ревизии 28, 29
сварка см. Сварка трубопроводов
техническая документация 85, 86, 199 сл.
транспортируемые среды 94 сл.
трубы см. Трубы
фасонные детали см. Фасонные детали трубопроводов
Трубы
выбор в зависимости от параметров среды 11, 12, 98 сл.
гибка см. Гибка труб
из легированной стали 12
материал 98 сл.
режимы термообработки 52, 165 сл.
резка 50, 51
из углеродистой стали 11, 12
электросварные 11, 12

Фасонные детали трубопроводов
бесшовные 215 сл., 222 сл., 233, 244
выбор 18 сл.

Фасонные детали трубопроводов
гнутые и штампованные 21, 22
крестовины и развилки сварные 19, 21
отводы крутоизогнутые 215 сл.
— сварные 20, 218 сл.
переходы концентрические и эксцентрические 20, 222 сл.
— лепестковые 20, 21, 232
сварные 18 сл., 218 сл., 235, 236
тройники переходные и равнопроходные 19, 20, 233 сл.
Фланцы
выбор типа и материала в зависимости от параметров среды 12, 13, 101

Фланцы
нормы отбраковки 37
сборка соединения 54
уплотнительные поверхности 13

Химический состав сталей 186, 187

Чугунная арматура см. Арматура чугунная

Шайбы 16, 17, 134, 135
Шпильки (болты) 16, 17, 134, 135

Электроды
режимы прокалки 167
сроки хранения после прокалки 167
типы и марки 166, 167, 174 сл.

Нормативно-производственное издание

Фолиянц Альберт Евгеньевич
Мартынов Николай Васильевич
Серебряный Владимир Борисович
Самохин Юрий Никитович

Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²) РД 38.13.004—86 (взамен РУ—75)

Редактор *Н. В. Стрелецкая*
Художественный редактор *Л. А. Леонтьева*
Технический редактор *В. М. Скитина*
Корректор *М. В. Черниховская*

Н/К

Сдано в наб. 28.10.87. Подп. в печ. 10.03.88. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 2. Гарн. литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 18,0. Усл. кр.-отт. 18,0. Уч.-изд. л. 19,15. Тираж 10 000 экз. Заказ № 1378. Цена 1 р. 30 к. Заказное.

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия».
107076, Москва, Стромынка, 21, корп. 2.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
113105, Москва, Нагатинская ул., д. 1.