ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СОСУДЫ И АППАРАТЫ СВАРНЫЕ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Общие технические условия

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

А. Лукьянова ул., д.4, корп.8, Москва, 105066
Телефон: (095) 263-97-75 Факс: (095) 261-60-43
E-mail:gost.e-ecolog.ru
gost.e-ecolog.ru
ОКПО 00029618, ОГРН 1027739610425
ИНН/КПП 7710124814/770101001

28.01.2004г. № 12-22/78

На № 7064-21-8/652 от 02 декабря 2003 г.

Заместителю Генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ»
Харину П.А.

Управление по котлонадзору и надзору за подъемными сооружениями Госгортехнадзора России рассмотрело ОСТ 26.260.482-2003 «Сосуды и аппараты сварные из титана и титановых сплавов. Общие технические условия», утвержденный ТК 260, и отмечает, что в нем по сравнению с действующим в настоящее время ОСТ 26-11-06-85 учтены новые требования нормативных документов, и в первую очередь новые требования правил безопасности Госгортехнадзора России, а также опыт изготовления сосудов из титана на заводах химического машиностроения.

Управление не имеет замечаний по данному проекту стандарта.

Начальник управления В.С. Котельников

Хапонен
тел. 267-32-34

Копия верна:
Зам. Генерального директора
П.А. Харин

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260
«Оборудование химическое
и нефтеперерабатывающее»
В.А. Заваров
«26» ноября 2003 г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

ОСТ 26.260.482-2003

СОСУДЫ И АППАРАТЫ СВАРНЫЕ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ
Общие технические условия

Начальник отдела химического сопротивления материалов и металловедения, к.т.н. — П.А. Харин

Начальник отдела прочности, к.т.н. — В.И. Рачков

Начальник отдела стандартизации и метрологии — А.В. Смирнов

Руководитель разработки, начальник лаборатории металловедения и сварки, к.т.н. — А.Л. Белинкий

Начальник лаборатории коррозионной стойкости металлов — Б.В. Лебедев

Начальник лаборатории конструктивной прочности, к.т.н. — С.М. Кутепов

Разработчики

Старший научный сотрудник — М.А. Ястребова

Старший научный сотрудник, к.т.н. — Ю.С. Сидоркина

Старший научный сотрудник, к.т.н. — Н.А. Адугина

Старший научный сотрудник — М.М. Абелев

Старший научный сотрудник, к.т.н. — Н.А. Фролов

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора ОАО «НИИХИММАШ», к.т.н. — П.А. Харин

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 Разработан открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения (ОАО «НИИХИММАШ»)

2 Утвержден и введен в действие техническим комитетом по стандартизации ТК 260 «Оборудование химическое и нефтеперерабатывающее» Листом утверждения

Взамен ОСТ 26-11-06-85

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ..... 1

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ..... 2

3 КЛАССИФИКАЦИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РАЗМЕРЫ..... 6

4 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ..... 7

4.1 Общие требования к конструкции..... 7
4.2 Требования к материалам..... 8
4.3 Требования к изготовлению..... 10
4.3.1 Общие требования к изготовлению..... 10
4.3.2 Заготовки, детали, сборочные единицы..... 11
4.3.3 Днища и переходные элементы..... 13
4.3.4 Обечайки и корпуса..... 21
4.3.5 Фланцы..... 25
4.3.6 Штуцеры, люки, бобышки и укрепляющие кольца..... 25
4.3.7 Змеевики, отводы и трубы гнутые..... 27
4.3.8 Подготовка кромок под сварку..... 31
4.3.9 Сборка деталей под сварку..... 32
4.3.10 Общие требования к сварке..... 32
4.3.11 Общие требования к сварным соединениям..... 34
4.3.12 Требования к качеству сварных соединений..... 39
4.3.13 Контроль качества сварных соединений..... 41
4.3.14 Механические испытания..... 42
4.3.15 Металлографические исследования..... 43
4.3.16 Ультразвуковая дефектоскопия, радиографический контроль и цветная дефектоскопия сварных соединений..... 44
4.3.17 Контрольные сварные соединения..... 46
4.3.18 Термообработка..... 48
4.3.19 Маркировка..... 50
4.3.20 Консервация, упаковка..... 52

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 54

6 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ..... 55

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ..... 58

8 ДОКУМЕНТАЦИЯ..... 59

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ..... 60

Приложение А Химический состав металлопродукции из титана и его сплавов..... 61
Приложение Б Механические свойства металлопродукции из титана и его сплавов в состоянии поставки..... 62
Приложение В Листовой прокат..... 68
Приложение Г Трубы..... 69
Приложение Д Прутки..... 70
Приложение Е Поковки, штамповки, кольца..... 71
Приложение Ж Сварочная проволока..... 73
Приложение И Рекомендуемые области применения титана марок ВТ1-0 и ВТ1-00 в химическом машиностроении..... 74
Приложение К Определение понятия однотипных сварных соединений..... 97

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СОСУДЫ И АППАРАТЫ СВАРНЫЕ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Общие технические условия

ОСТ 26.260.482-2003

Дата введения: 01.03.2004 г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на сварные сосуды и аппараты из титана и титановых сплавов, предназначенные для работы в химической и других областях промышленности, подведомственные Госгортехнадзору России, работающие при температуре среды от минус 270°С до 400°С и давлении не более 10 МПа (100 кгс/см^2) и не подведомственные Госгортехнадзору России, работающие под давлением 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2) включительно и под вакуумом с остаточным давлением не менее 665 Па (5 мм рт. ст.), а также работающие без давления или под наливом.

Стандарт устанавливает требования к конструированию, изготовлению, приемке и поставке сосудов и аппаратов из титана и титановых сплавов. Если для изготовления сосуда (аппарата) применяются кроме титана и титановых сплавов также и другие материалы, то требования настоящего стандарта распространяются только на те части, которые изготовляются из титана и титановых сплавов.

ОАО «НИИХИММАШ»

Зарегистрировано № 219 2003-II-26
Заместитель генерального директора,
к.т.н.
П.А. Харин

Настоящий стандарт является собственностью ОАО «НИИХИММАШ» и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без его разрешения.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты, правила, технические условия и руководящие документы:

ГОСТ 2.601-95 ЕСКД Эксплуатационные документы.

ГОСТ 9.014-78 ЕСЗКС Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования.

ГОСТ 9.402-80 ЕСЗКС Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 26.008-85 Шрифты для надписей, наносимых методом гравирования. Исполнительные размеры.

ГОСТ 26.020-80 Шрифты для средств измерения и автоматизации. Начертания и основные размеры.

ГОСТ 356-80 Арматура и детали трубопроводов. Давления условные, пробные и рабочие. Ряды.

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия.

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

ГОСТ 2991-85 Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия.

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

ГОСТ 5959-80 Ящики из листовых древесных материалов неразборные для грузов массой до 200 кг. Общие технические условия.

ГОСТ 6533-78 Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры.

ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств.

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.

ГОСТ 9150-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль.

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.

ГОСТ 9493-80 Сосуды и аппараты. Ряд условных (номинальных) давлений.

ГОСТ 9617-76 Сосуды и аппараты. Ряды диаметров.

ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

ГОСТ 10198-91 Ящики деревянные для грузов массой св. 200 до 20 000 кг. Общие технические условия.

ГОСТ 12619-78 Днища конические отбортованные с углами при вершине 60 и 90°. Основные размеры.

ГОСТ 12620-78 Днища конические неотбортованные с углами при вершине 60, 90 и 120°. Основные размеры.

ГОСТ 12621-78 Днища конические неотбортованные с углом при вершине 140°. Основные размеры.

ГОСТ 12622-78 Днища плоские отбортованные. Основные размеры.

ГОСТ 12623-78 Днища плоские неотбортованные. Основные размеры.

ГОСТ 12971-67 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры.

ГОСТ 13372-78 Сосуды и аппараты. Ряд номинальных объемов.

ГОСТ 13716-73 Устройства строповые для сосудов и аппаратов. Технические условия.

ГОСТ 14114-85 Устройства строповые для сосудов и аппаратов. Штуцера монтажные. Конструкция и размеры.

ГОСТ 14115-85 Устройства строповые для сосудов и аппаратов. Штуцера монтажные удлиненные. Конструкция и размеры.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

ГОСТ 15150-69 Машины, проборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категория, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 17299-78 Спирт этиловый технический. Технические условия.

ГОСТ 17375-2001 (ИСО 3419-81) Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Отводы крутоизогнутые 3Д (R≈1,5DN). Конструкция.

ГОСТ 17380-2001 (ИСО 3419-81) Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Общие технические условия.

ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки.

ГОСТ 21945-76 Трубы бесшовные горячекатаные из сплавов на основе титана. Технические условия.

ГОСТ 22178-76 Листы из титана и титановых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 22897-86 Трубы бесшовные холоднодеформированные из сплавов на основе титана. Технические условия.

ГОСТ 23055-78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.

ГОСТ 23170-78 Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования.

ГОСТ 23755-79 Плиты из титана и титановых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 24444-87 Оборудование технологическое. Общие требования монтажной технологичности.

ГОСТ 24890-81 Трубы сварные из титана и титановых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.

ГОСТ 26179-84 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски размеров св. 10000 до 40000 мм.

ГОСТ 26828-86 Изделия машиностроения и приборостроения. Маркировка.

ГОСТ 27265-87 Проволока сварочная из титана и титановых сплавов. Технические условия.

ГОСТ Р50460-92 Знак соответствия при обязательной сертификации. Форма, размеры и технические требования.

ОСТ 1 10569-72 ÷ ОСТ 1 10579-72. Болты, винты и шпильки из титанового сплава. Конструкция и размеры.

ОСТ 1 10829-72 ÷ ОСТ 1 10842-72. Болты, винты и шпильки из титанового сплава. Конструкция и размеры.

ОСТ 1 90000-70. Штамповки и поковки из титановых сплавов.

ОСТ 1 90013-81 Сплавы титановые. Марки.

ОСТ 1 90015-77 Проволока сварочная из титановых сплавов.

ОСТ 1 90024-94 Плиты из титановых сплавов.

ОСТ 1 90027-71 Лента из титановых сплавов.

ОСТ 1 90050-72 Трубы из титановых сплавов. Технические требования.

ОСТ 1 90065-72 Трубы из титановых сплавов повышенного качества. Технические требования.

ОСТ 1 90107-73 Прутки кованые из титановых сплавов.

ОСТ 1 90173-75 Прутки катаные из титановых сплавов. Технические требования.

ОСТ 1 90218-76 Листы из титановых сплавов. Технические требования.

ОСТ 1 90266-86 Прутки титановые. Крупногабаритные. Технические условия.

ОСТ 1 92020-82 Прутки прессованные из титановых сплавов.

ОСТ 1-92039-75 Кольца цельнокатаные из титановых сплавов.

ОСТ 26-01-890-80 Консервация изделий химического машиностроения. Общие технические требования.

ОСТ 26-01-1298-81 Фланцы сосудов и аппаратов из титана. Типы, конструкция и размеры. Метод расчета на прочность и герметичность.

ОСТ 26-1-87 Швы сварных соединений из титана и титановых сплавов. Типы и конструктивные элементы.

ОСТ 26-5-99 Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений наплавленного и основного металла.

ОСТ 26-11-03-84 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Радиографический метод контроля.

ОСТ 26.260.3-2001 Сварка в химическом машиностроении. Основные положения.

ОСТ 26-1420-75 Винты регулировочные, гайки и опорные пластины для монтажа оборудования. Конструкция и размеры.

ОСТ 26-2043-91 Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых соединений. Технические требования.

ОСТ 26-2044-83 Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.

ОСТ 26-2079-80 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Выбор методов неразрушающего контроля.

ТУ 1-5-328-75 Плиты титановые марки ВТ1-0 толщиной от 12 до 150 мм.

ТУ 1-9-922-82 Проволока сварочная из сплавов марок ВТ1-00С, 2В, ПТ-7М. Электроды сварочные плавящиеся.

ТУ 51-689-75 Гелий.

ТУ 1825-489-07510017-98 Трубы сварные круглые прямошовные повышенного качества из титановых сплавов. Технические условия.

ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.

ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

ПБ 03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных.

РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.

РД 24.200.04-90 Швы сварных соединений. Металлографический метод контроля основного металла и сварных соединений нефтехимической аппаратуры.

РД 24.200.17-90 Сосуды и аппараты из титана. Нормы и методы расчета на прочность.

РД 26-01-163-87 Фланцы трубопроводов и арматуры из титана. Нормы и методы расчета на прочность и герметичность.

РД 26-11-01-85 Инструкция по контролю сварных соединений, недоступных для проведения радиографического и ультразвукового контроля.

3 КЛАССИФИКАЦИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РАЗМЕРЫ

3.1 Сосуды и аппараты из титана и титановых сплавов в зависимости от назначения и рабочих параметров делятся на группы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Группы сосудов

Группы сосудов	Расчетное давление, МПа (кгс/см^2)	Расчетная температура, °С	Характер рабочей среды
1	более 0,07 (0,7)	от минус 270 до плюс 400	Взрывоопасная или пожароопасная или 1-го, 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
2	более 0,07 (0,7) до 10,0 (100)		Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
3а	до 0,07 (0,7) и под вакуумом с остаточным давлением не менее 665 Па (5 мм рт. ст.)		Взрывоопасная или пожароопасная или 1, 2, 3 классов опасности по ГОСТ 12.1.007
3б			Взрывобезопасная, пожаробезопасная, 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007

3.2 Номинальный объем сосудов и аппаратов должен быть выбран из ряда по ГОСТ 13372.

3.3 Основные размеры сосудов и аппаратов должны соответствовать:

- наружный (внутренний) диаметр цилиндрической части корпуса – ГОСТ 9617;
- длина сосуда (аппарата) – ГОСТ 6636.

3.4 Основные размеры днищ должны соответствовать:

- эллиптические – ГОСТ 6533;
- плоские отбортованные – ГОСТ 12622;
- плоские неотбортованные (работающие под налив) – ГОСТ 12623;
- конические – ГОСТ 12619 ÷ ГОСТ 12621.

3.5 Рабочее давление сосуда (аппарата) должно соответствовать ГОСТ 9493.

4 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1 Общие требования к конструкции

4.1.1 Конструкция сосудов и аппаратов должна быть технологичной, надежной в течение предусмотренного технической документацией срока службы, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки, промывки, продувки и ремонта, а также обеспечивать возможность термообработки, предусмотренной чертежом.

Конструкция сварных сосудов и аппаратов и их элементов должна обеспечивать доступ для выполнения сварочных работ и надежную газовую защиту сварных швов при сварке в процессе изготовления и ремонта.

4.1.2 Сосуды из титана и титановых сплавов должны быть рассчитаны на прочность в соответствии с РД 24.200.17 и нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке.

4.1.3 Конструкция и размеры фланцев и крепежа сосудов и аппаратов из титана, а также методы расчета на прочность и герметичность этих элементов должны соответствовать ОСТ 26-01-1298 и РД 26-01-163.

4.1.4 Монтажно-технологические требования сосудов и аппаратов должны соответствовать ГОСТ 24444.

4.1.5 Цилиндрические и конические опоры вертикальных аппаратов, а также опоры горизонтальных аппаратов, изготовляемые из стали должны присоединяться к корпусу аппарата с помощью переходного элемента из титана или титанового сплава.

Присоединение переходных элементов (обечаек) вертикальных аппаратов должно производиться так, чтобы совпадали средние диаметры стыкуемых элементов (рисунок 1).

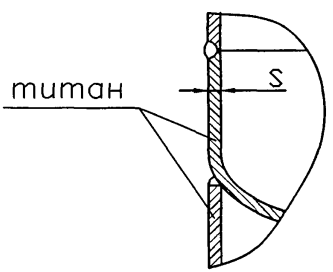


Рисунок 1 – Присоединение переходных элементов

4.1.6 Присоединение переходных элементов горизонтальных аппаратов должно производиться с обеспечением расстояния между швом приварки этого элемента и продольным швом нетермообработанного аппарата не

менее $\sqrt{Д \cdot S}$, где $Д$ – внутренний диаметр аппарата; S – толщина стенки аппарата; а термообработанного в соответствии с п. 4.3.11.5.

4.1.7 При наличии температурных расширений в продольном направлении в горизонтальных аппаратах следует выполнять жесткой лишь одну седловую опору, остальные опоры – свободные. Указание об этом должно содержаться в техническом проекте.

4.1.8 В опорах сосудов массой не более 16 т должны быть предусмотрены резьбовые отверстия под винты по ОСТ 26-1420 для регулирования положения оборудования на фундаменте и бесподкладочного метода его монтажа.

4.1.9 Во фланцевых монтажных соединениях оборудования, поставляемого блоками и сборочными единицами, в необходимых случаях должны быть выполнены установочные (контрольные) штифты (болты, шпильки), обеспечивающие возможность сборки оборудования без каких-либо подгоночных операций и регулировок взаимного положения соединяемых блоков (сборочных единиц).

Регулировочные прокладки, устанавливаемые в монтажных разъемах, должны быть предусмотрены в технической документации и поставляться предприятием-изготовителем комплектными промаркированными наборами, обеспечивающими проектные величины зазоров между соответствующими деталями.

4.1.10 При разработке строповых устройств для сосудов и аппаратов следует руководствоваться ГОСТ 13716, ГОСТ 14114, ГОСТ 14115. Вместо специальных устройств для строповки сосудов и аппаратов допускается использовать технологические штуцера, горловины и другие элементы корпуса, если это предусмотрено проектом.

4.1.11 В конструкторской документации должна быть указана максимально допустимая разность температур между сопрягаемыми элементами аппарата или максимально допустимая скорость подъема или снижения температуры стенки во время пуска, остановки, испытаний и эксплуатации, а также места размещения контрольных термопар.

При отсутствии данных о допустимой разности температур или допустимой скорости подъема или снижения температуры стенки, последняя не должна быть более 60°С в час.

4.2 Требования к материалам

4.2.1 Для изготовления сосудов, предусмотренных настоящим стандартом, применяются титан марок ВТ1-0, ВТ1-00 и титановый сплав 0Т4-0.

По химическому составу, механическим свойствам и условиям применения сплавы должны удовлетворять требованиям стандартов, технических условий и настоящего стандарта (приложения А÷Ж). Сплавы рекомендуются для применения в агрессивных средах согласно рекомендуемому приложению И.

4.2.2 При заказе труб сварных по ГОСТ 24890 необходимо предусмотреть поставку их по группе «А» указанного стандарта.

Сварные трубы не допускается применять в теплообменных аппаратах, предназначенных для работы с веществами 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007 и в сосудах, где смешение сред трубного и межтрубного пространства может привести к взрыву.

4.2.3 Для крепежных деталей, в зависимости от требуемых механических и физических свойств, а также коррозионной стойкости (для крепежа, работающего в контакте со средой) применяются марки титана и титановых сплавов в соответствии с ОСТ 1 10569 ÷ ОСТ 1 10579, ОСТ 1 10829 ÷ ОСТ 1 10842 и настоящим стандартом, а из сталей – в соответствии с ОСТ 26-2043.

4.2.4 Применение металлопродукции из титановых сплавов (приложения В, Г, Д, Е) для несущих элементов сосудов, подведомственных Госгортехнадзору России, работающих с параметрами, выходящими за установленные пределы, а также применение новых титановых сплавов допускается в порядке, установленном Правилами Госгортехнадзора по сосудам.

Применение новых сплавов титана и изменение пределов применения сплавов, предусмотренных настоящим стандартом, для сосудов групп 3а и 3б допускается на основании решения специализированной организации.

4.2.5 Материалы, указанные в приложениях А÷Е, могут быть приняты по другим стандартам и техническим условиям, если качество материала не ниже устанавливаемого настоящим стандартом, что должно быть согласовано со специализированной организацией. Для сред, не рекомендованных в приложении И, это должно быть подтверждено заключением специализированной организации или исследованием.

4.2.6 Сварочные материалы для сварки титана и титановых сплавов выбираются по приложению Ж. Допускаемые условия эксплуатации сварных соединений определяются указаниями приложений В÷Е.

4.2.7 Для сварки титана и титановых сплавов разных марок следует применять сварочную проволоку марки ВТ1-00.

4.2.8 Применение сварочных материалов, не предусмотренных в приложении Ж, допускается по согласованию со специализированной организацией.

4.2.9 Для автоматической сварки под флюсом и электрошлаковой сварки титана и титановых сплавов следует применять бескислородные фторидно-хлоридные флюсы типа АН-Т.

4.2.10 Потребляемый для сварки аргон должен соответствовать ГОСТ 10157, сорт «высший» и «первый», гелий «высокой чистоты» марок А, Б, В, поставляемый по ТУ 51-689. Допускается при сварке использовать смеси аргона и гелия.

4.3 Требования к изготовлению

4.3.1 Общие требования к изготовлению

4.3.1.1 Сосуды должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта, действующих правил Госгортехнадзора России (ПБ 03-576-03), РД 03-613-03, технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

4.3.1.2 Сварные сосуды из титана и титановых сплавов должны изготовляться на специализированных производственных участках предприятиями, располагающими техническими средствами, обеспечивающими качественное изготовление и их контроль.

4.3.1.3 На предприятии-изготовителе сосудов материалы до запуска в производство должны приниматься отделом технического контроля. При этом проверяется соответствие материалов требованиям чертежа, настоящего стандарта, стандартов или технических условий. Данные сертификатов или результаты испытаний материалов должны заноситься в паспорт изделия или в приложение к нему.

4.3.1.4 Во время хранения и транспортирования материалов должно быть исключено их повреждение и обеспечена возможность сличения нанесенной на них маркировки с данными сопроводительной документации.

4.3.1.5 Размеры механически обрабатываемых деталей с предельными отклонениями, которые не указаны в чертежах, должны выполняться по квалитету 14 ГОСТ 25347, а для поверхностей без механической обработки по квалитету 15-17 ГОСТ 25347 и ГОСТ 26179. Оси резьбовых отверстий деталей внутренних устройств должны быть перпендикулярны к опорным поверхностям: допуск перпендикулярности не более 0,8 мм на 100 мм, если не предъявляются более жесткие требования.

4.3.1.6 На рабочей поверхности обечаек и днищ не допускаются риски, забоины, царапины и другие дефекты, если их глубина превышает минусовые предельные отклонения по толщине металла, предусмотренные соответствующими стандартами или техническими условиями, при этом методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом. Забоины и риски удаляются плавной зачисткой.

4.3.1.7 Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ и защиты обратной стороны швов медной подкладкой и поддувом аргона или поддувом аргона в последовательности, предусмотренной технологическим процессом. При невозможности доступа для сварки и поддува с обратной стороны сварного соединения сварку допускается производить на подкладном кольце, что должно быть предусмотрено техническим проектом.

4.3.1.8 Конструктивные элементы с подготовкой кромок под сварку деталей и размеры сварного соединения должны соответствовать требованиям ОСТ 26-1.

4.3.1.9 Сварщик может приступить к сварке после установления контролером ОТК правильности сборки и зачистки всех поверхностей металла, подлежащий сварке.

4.3.2 Заготовки, детали, сборочные единицы

4.3.2.1 Методы разметки заготовок деталей не должны допускать повреждения рабочей поверхности деталей.

Керновка допускается только по линии реза.

4.3.2.2 Резку заготовок производить механическим или термическим способами.

4.3.2.3 При резке на ножницах или вырубки в штампах необходимо предусмотреть технологический припуск для механической обработки, обеспечивающей удаление слоя, имеющего наклеп, трещины, надрывы и другие дефекты. Рекомендуется припуск не менее: для толщины листа 1-3 мм – 0,6S; 4-6 мм – 0,4-0,5S; 8-12 мм – 0,3-0,4S, где S – толщина листа. Припуск для толщины листа более 12 мм – 3 мм.

4.3.2.4 При термической резке необходимо предусматривать технологический припуск на механическую обработку не менее 10 мм (от поверхности наибольшей впадины).

4.3.2.5 При термической резке поверхность заготовок деталей необходимо предохранять от брызг.

4.3.2.6 Заусенцы и острые ребра на деталях, а также на заготовках, подлежащих штамповке, гибке, должны быть зачищены и притуплены. Рекомендуется притупление углов радиусом или фаской не менее 0,5 мм.

4.3.2.7 При холодной гибке листовых деталей минимально допустимые относительные радиусы кривизны (отношение внутреннего радиуса к толщине) без нарушения целостности поверхности должны соответствовать таблице 2.

4.3.2.8 Детали и заготовки из листового и сортового проката после холодной гибки, вызывающей степень деформации металла, превышающую указанную в таблице 3, должны подвергаться термической обработке (п. 4.3.18.1).

4.3.2.9 Толщины заготовок для деталей, подлежащих горячей гибке и штамповке, должны быть указаны проектантом в рабочих чертежах с учетом суммарного утонения, состоящего из величин утонения при гибке, штамповке, нагреве, термообработке, очистке от газонасыщенного слоя, травлений и минусового допуска на прокат. При отсутствии других обоснованных данных уменьшение (утонение) толщины детали в процессе гибки следует принимать по таблице 4, а утонение при нагреве и травлении – 0,3-0,6 мм для заготовок толщиной до 60 мм, и 0,5-1,0 мм для заготовок толщиной св. 60 мм.

При вытяжке деталей с отбортовкой допускается утонение до 15% от исходной толщины заготовки.

Таблица 2 – Допустимые относительные радиусы кривизны

Толщина листовых заготовок, мм	Минимально допустимое отношение внутреннего радиуса кривизны к толщине заготовки	
	ВТ1-0, ВТ1-00	0Т4-0
0,8 - 4,0	2	4
5,0 - 10,0	3	5
12 - 14	4	6
16 - 26	6	8
28 - 60	10	12
62 - 80	12	20
82 - 130	16	24

Таблица 3 – Степень деформации

Толщина детали или заготовки (в радиальном направлении), S мм	Максимальная степень деформации $S/D \cdot 100\%$, при которой не требуется термическая обработка сплавов	
	ВТ1-0, ВТ1-00	0Т4-0
До 10 включ.	5	4
Свыше 10	3,5	2,5
D – средний диаметр, мм S – толщина, мм		

Таблица 4 – Процент утонения в зависимости от радиуса кривизны при горячей гибке

Отношение радиуса кривизны к толщине заготовки	2	3	4	5	6	7	9	10
Утонение (в % от толщины детали)	8	7	6	5	4	3	2	1

4.3.2.10 Гибка листовых деталей должна производиться на гибочных вальцах, листогибочных станках и прессах с применением специальных и универсальных штампов. Допускается горячую гибку и правку выполнять вручную на плите, оправках и в специальных приспособлениях при соблюдении мер по предохранению поверхностей деталей от вмятин и

забоин, выходящих за минусовый допуск листов (применение гладилок, прокладок, специальных оправок). Ручная холодная гибка допускается в приспособлениях, исключающих приложение ударных нагрузок.

4.3.2.11 Детали после горячей гибки и штамповки, кроме гибки с индукционным нагревом, должны быть термообработаны и очищены от газонасыщенного слоя.

4.3.2.12 Клеймение деталей допускается при их толщине более 4 мм со стороны, не обращенной к агрессивной среде. Глубина клейма не более 0,3 мм.

Детали толщиной 4 мм и менее маркировать несмываемой краской.

4.3.3 Днища и переходные элементы

Днища эллиптические

4.3.3.1 Эллиптические днища должны соответствовать требованиям ГОСТ 6533. Заготовки днищ допускается изготовлять сварными из частей с расположением сварных швов, указанным на рисунке 2.

Днища, изготовляемые из частей, должны удовлетворять следующим требованиям:

- расстояние «C» и «C_1» от оси заготовки днища до сварного шва должно быть не более 0,2 внутреннего диаметра днища (рисунок 2 *б*, *в*, *д*, *е*, *ж*, *з*, *и*, *к*), а расстояние между швами «$C+C_1$» по рисунку 2 (*в*, *д*, *ж*, *з*, *и*, *к*) или «C» по рисунку 2 (*е*) – не менее 200 мм;
- на днищах, изготовленных из лепестков и шарового сегмента по рисунку 2 (*л*, *м*) сварные швы должны располагаться на меридиональных и круговых сечениях. Количество лепестков должно определяться в чертеже.

Круговые швы должны располагаться от центра днища на расстоянии не более 0,33 диаметра. Наименьшее расстояние между меридиональными швами в месте примыкания к шаровому сегменту по рисунку 2 (*л*, *м*), а также между меридиональными швами и швом на шаровом сегменте по рисунку 2 (*м*) должно быть более трехкратной толщины днища, но не менее 100 мм.

Допускается шаровой сегмент не изготовлять по рисунку 2 (*л*), если по центру днища устанавливается штуцер, при этом расстояние между меридиональными швами в местах примыкания к штуцеру должно быть более трехкратной толщины днища, но не менее 100 мм.

Примечание – Расположение сварных швов в заготовках днищ, не предусмотренное рисунком 2, может быть допущено по согласованию со специализированной организацией.

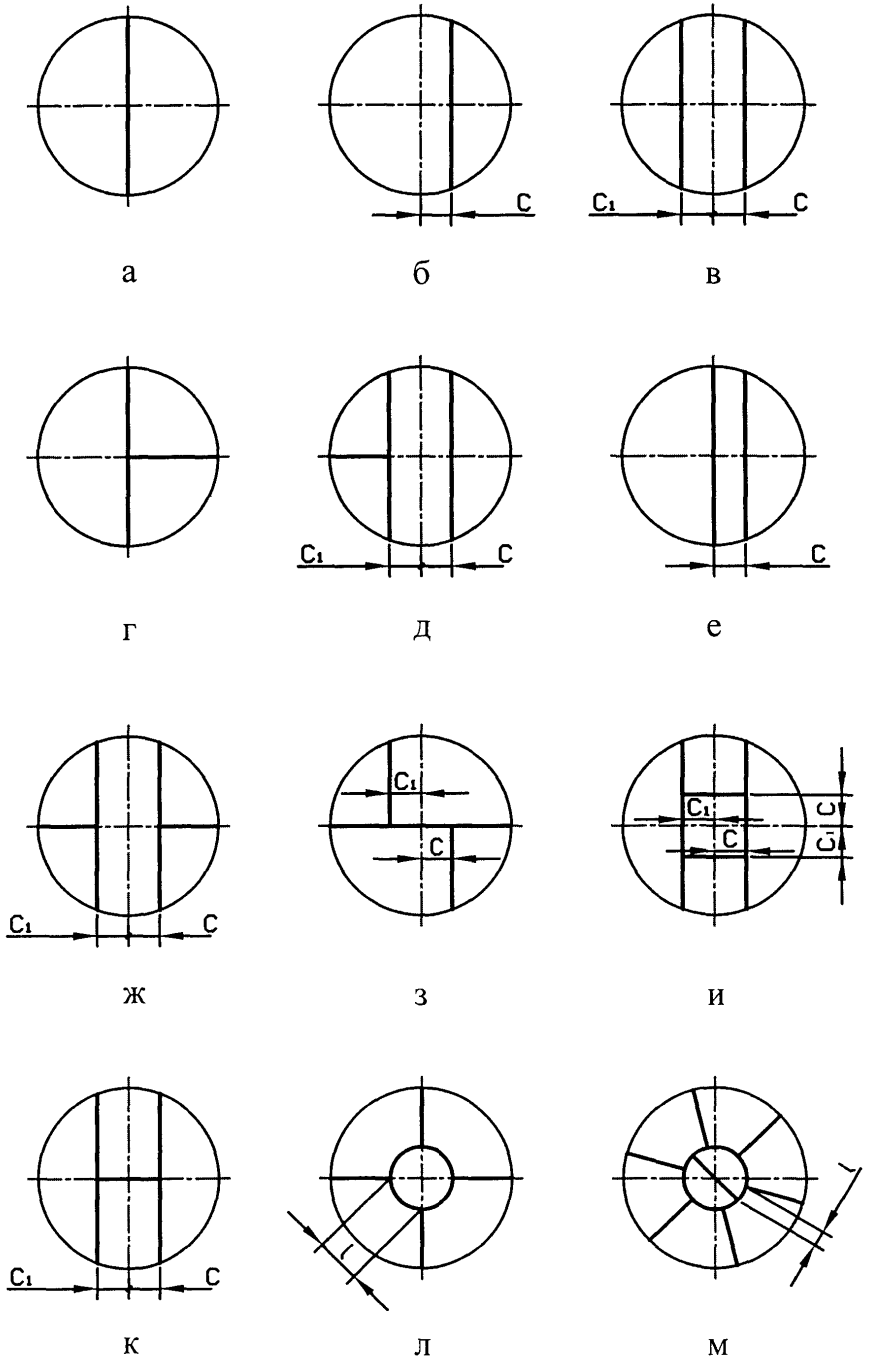


Рисунок 2 – Расположение сварных швов заготовок выпуклых днищ

4.3.3.2 В днищах, изготовляемых сварными из лепестков и шарового сегмента, сварные швы должны располагаться по круговым и меридиональным сечениям, при этом меридиональные сварные швы смежных поясов должны быть смещены относительно друг друга так, чтобы расстояние между осями превышало трехкратную толщину днища, но было не менее 100 мм.

При выполнении кольцевых швов днищ автоматической сваркой смещения меридиональных швов не требуется.

Допускается шаровой сегмент выполнять из частей с расположением сварного шва по рисунку 2 (*к*).

4.3.3.3 При изготовлении лепестков штамповкой из заранее сваренных заготовок (карт) сварные швы должны располагаться согласно рисунку 3 при условии, что расстояния C и C_1, C_2 и C_3 не менее 200 мм, при этом расстояния между швами в готовом днище должны соответствовать требованиям п. 4.3.11.6.

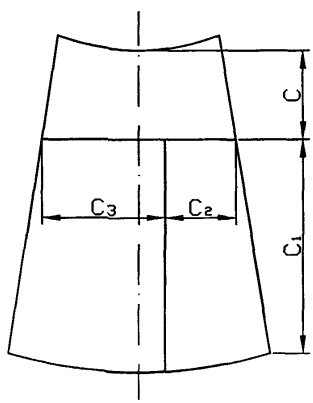


Рисунок 3 – Расположение сварных швов при изготовлении лепестков штамповкой

4.3.3.4 Отклонения основных размеров отбортованных днищ не должны выходить за пределы допусков, указанных в таблицах 5-7 и на рисунке 4.

Отклонение внутреннего (наружного) диаметра в цилиндрической части отбортованных днищ допускается не более ±1% номинального диаметра. Относительная овальность допускается не более 1%.

Допускается утонение в зоне отбортовки не более 15% от исходной толщины заготовки.

Контроль формы готового днища следует производить шаблоном длиной 0,5 внутреннего диаметра днища. Высота цилиндрической части должна измеряться приложением линейки. Линейка должна отвечать требованиям ГОСТ 427.

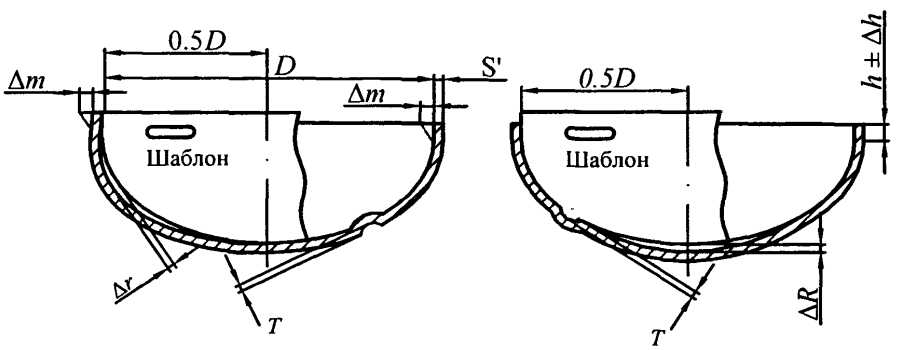


Рисунок 4 – Отклонение размеров и формы эллиптического днища

Таблица 5 – Допуски высоты цилиндрической части и высоты выпуклости (вогнутости) на эллиптической части днища

в миллиметрах

Диаметр днища D	Предельное отклонение высоты цилиндрической части Δh	Предельная высота отдельной вогнутости или выпуклости на эллиптической части T
До 720 включ.	±5	2
От 800 до 1300 включ.		3
От 1320 и более		4

Примечания

1 На цилиндрической части днища не допускаются гофры высотой более 2 мм.

2 Высота эллиптической части днища обеспечивается оснасткой.

Таблица 6 – Допуски наклона цилиндрической части

в миллиметрах

Толщина днища S'	Допуски наклона Δm
До 20 включ.	4
От 22 до 25 включ.	5
От 28 до 35 включ.	6
От 38 и более	8

Таблица 7 – Допуски формы эллиптической поверхности

в миллиметрах

Диаметр днищ D	Зазор между шаблоном и эллиптической поверхностью	
	Δr	ΔR
До 530 включ.	4	8
От 550 до 1400 включ.	6	13
От 1500 до 2200 включ.	10	21
От 2400 до 2800 включ.	12	31
От 3000 и более	16	41

Днища плоские

4.3.3.5 Плоские днища (рисунок 5 *а* и *б*), применяемые в сосудах 1-ой и 2-ой групп, должны изготавливаться из поковок. При этом должны выполняться следующие условия: радиус закругления $r \geq 2{,}5S$ (рисунок 5 *а*), кольцевая выточка должна выполняться с радиусом $r_1 \geq 2{,}5S$, при этом $r_1 \geq 8$ мм (рисунок 5 *б*). Расстояние от начала закругления до оси сварного шва должно быть не менее $0{,}25\sqrt{D \cdot S}$, где D – внутренний диаметр обечайки, S – толщина обечайки. Наименьшая толщина днища (рисунок 5 *б*) в месте кольцевой выточки $S_2 \geq 0{,}8S_1$, но $S_2 \geq S$. Зона A контролируется в направлении Z ультразвуковым методом по всей площади.

4.3.3.6 Допускается изготовление плоского днища (рисунок 5) из листа, если отбортовка выполняется штамповкой или обкаткой кромки листа с изгибом на 90°.

4.3.3.7 Основные размеры плоских днищ, предназначенных для сосудов 3*а* и 3*б* групп, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12622 и ГОСТ 12623.

4.3.3.8 Плоские крышки, присоединяемые на болтах или шпильках, могут применяться для всех типов сосудов.

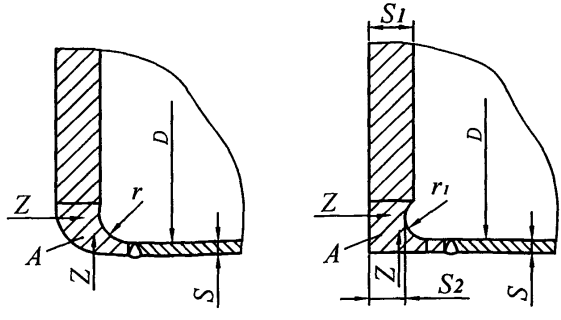


Рисунок 5 – Плоские днища

Днища конические

4.3.3.9 Конические днища должны соответствовать требованиям ГОСТ 12619 ÷ ГОСТ 12621. Допускается применять конические неотбортованные днища или переходы в случаях, не предусмотренных в указанных стандартах, при выполнении следующих требований:

а) для сосудов 1-ой и 2-ой групп, если центральный угол при вершине конуса не более 45°;

б) для сосудов, работающих под наружным давлением или вакуумом, если центральный угол при вершине конуса не более 60°.

В сосудах переменного диаметра допускается использовать в местах перехода конические вставки без отбортовки, при этом необходимо провести соответствующие расчеты на прочность и соблюдать требования настоящего пункта в части величины центральных углов.

Части выпуклых днищ в сочетании с коническими днищами или переходами применяются без ограничения угла при вершине конуса.

Примечание – Возможность применения неотбортованных конических днищ с центральными углами более 45° и 60° решается в каждом отдельном случае специализированной организацией.

4.3.3.10 При изготовлении конического днища из сварной заготовки (карты) продольные замыкающие швы должны располагаться по образующей конуса, кольцевые швы – параллельно основанию конуса. Продольные швы смежных поясов должны быть смещены относительно друг друга на величину не менее 100 мм.

Отклонение продольного шва от образующей конуса допускается не более 15 мм на 1 м высоты днища.

У сосудов и аппаратов, работающих под давлением не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2), продольные швы смежных поясов допускается не смещать, если продольные или кольцевые швы выполняются автоматической сваркой и производится 100%-ное рентгенопросвечивание мест пересечения швов.

Примечание – При изготовлении днищ из сварных заготовок (карт) допускается располагать продольные и кольцевые швы, выполняемые до гибки конуса, в любом направлении.

4.3.3.11 Совместный увод кромок (угловатость) в кольцевых и продольных швах или отклонение от прямолинейности образующей в местах соединения конусов отдельных поясов не должны превышать: $0{,}1S+3$ мм, но не более 5 мм для днищ диаметром до 2000 мм и не более 7 мм для днищ диаметром свыше 2000 мм.

Днища полусферические

4.3.3.12 Высота отдельной вогнутости или выпуклости T (рисунок 6 *а*) поверхности днищ должна быть не более 4 мм.

4.3.3.13 Зазоры ΔR и Δr между шаблоном и сферической поверхностью днища из лепестков и шарового сегмента (рисунок 6 *б*, *в*) должны быть не

более ±5 мм при внутреннем диаметре днища до 5000 мм и ±8 мм при внутреннем диаметре днища более 5000 мм. Величина зазора ΔR может быть увеличена в 2 раза, если $S^1 \geq 0{,}8S$ (S – толщина обечайки, S^1 – толщина днища).

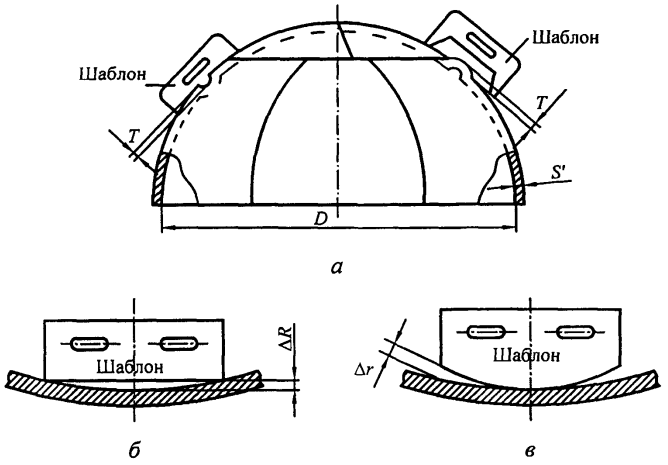


Рисунок 6 – Отклонение формы полусферического днища

4.3.3.14 Зазор ΔR и Δr между шаблоном и сферической поверхностью штампованного днища должен быть не более значений, указанных в таблице 7.

4.3.3.15 Контроль формы готового днища производится шаблоном длиной не менее 1/6 внутреннего диаметра днища.

4.3.3.16 Отклонение внутреннего (наружного) диаметра полусферического днища допускается не более ±1% номинального диаметра. Относительная овальность допускается не более 1%.

4.3.3.17 Полусферические составные днища (рисунок 7) допускается применять в сосудах с толщиной обечайки не менее 40 мм при выполнении следующих условий:

- нейтральные оси полушаровой части днища и переходной части обечайки корпуса должны совпадать; совпадение осей должно обеспечиваться соблюдением размеров, указанных в конструкторской документации;
- смещение t нейтральных осей полушаровой части днища и переходной части обечайки корпуса не должно превышать $0{,}5(S - S_1)$, где S – толщина обечайки, S_1 – толщина днища;

- высота h переходной части обечайки корпуса должна быть не менее $3y$, где y – расстояние от края днища до края обечайки.

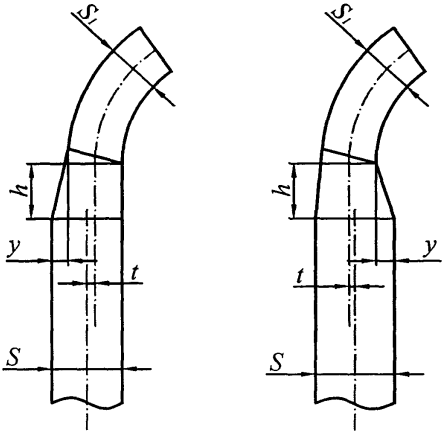


Рисунок 7 – Узел соединения днища с обечайкой

4.3.3.18 Сферические неотбортованные днища допускается применять в сосудах 3а и 3б групп, за исключением работающих под вакуумом.

Сферические неотбортованные днища в сосудах 1-ой и 2-ой групп и в сосудах, работающих под вакуумом, допускается применять только в качестве элемента фланцевых крышек.

Сферические неотбортованные днища (рисунок 8) должны:

- иметь радиус сферы R не менее $0{,}85D$ и не более D (D – внутренний диаметр днища);
- привариваться сварным швом со сплошным проваром.

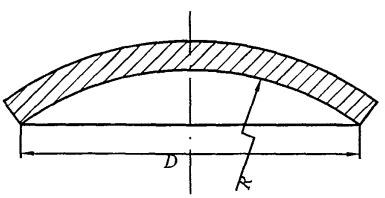


Рисунок 8 – Сферическое неотбортованное днище

Отбортованные и переходные элементы

4.3.3.19 Длина цилиндрического борта l (l – расстояние от начала закругления отбортованного элемента до окончательно обработанной кромки) в зависимости от толщины стенки S (рисунок 9) для отбортованных и переходных элементов сосудов, за исключением штуцеров, компенсаторов и выпуклых днищ, должна быть не менее: при толщине стенки до 5 мм – 15 мм, более 5 до 10 мм – ($2S + 5$) мм, более 10 до 20 мм – ($S + 15$) мм, более 20 мм – ($S/2 + 25$) мм. Радиус отбортовки $R \geq 3{,}0S$.

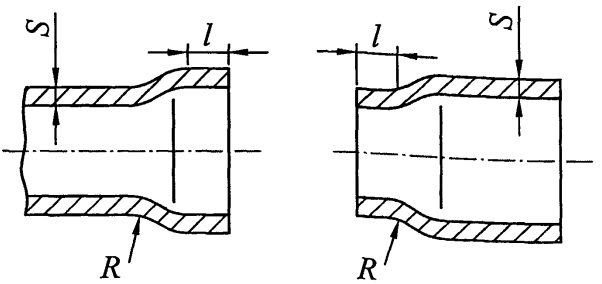


Рисунок 9 – Отбортованный и переходный элемент

4.3.4 Обечайки и корпуса

4.3.4.1 Отклонения в длине развертки окружности взаимостыкуемых обечаек должны обеспечивать выполнение требований п. 4.3.11.8.

Замер длины развертки производится с двух концов заготовки обечайки.

4.3.4.2 Обечайки диаметром до 1000 мм должны изготовляться не более чем с двумя продольными швами.

Отклонение внутреннего (наружного) диаметра корпуса сосудов допускается не более ±1% номинального диаметра, если в технической документации не оговорены более жесткие требования.

Относительная овальность «*a*» корпуса сосудов (за исключением аппаратов, работающих под вакуумом или наружным давлением, теплообменных кожухотрубчатых аппаратов) не должна превышать 1%.

В корпусах аппаратов, работающих под вакуумом или наружным давлением, относительная разность диаметров (некруглость, определяемая по формуле, не должна превосходить 0,5%.

Величина относительной овальности определяется:

- в местах, где не установлены штуцера и люки по формуле:

$$a = \frac{2(D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100, \ \% \qquad (1)$$

- в местах установки штуцеров и люков по формуле:

$$a = \frac{2(D_{max} - D_{min} - 0{,}02d)}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100, \ \% \qquad (2)$$

где: D_{max}, D_{min} – наибольший и наименьший внутренние диаметры корпуса соответственно, измеренные в одном поперечном сечении, d – внутренний диаметр штуцера или люка.

Значение «a» допускается увеличивать до 1,5% для сосудов при отношении толщины корпуса к внутреннему диаметру не более 0,01.

В сосудах, работающих под вакуумом или наружным давлением, значение «a» должно быть не более 0,5%.

Для сосудов без давления (под налив) значение «a» должно быть не более 2%.

4.3.4.3 Отклонения (вследствие любых причин) по толщине стенки обечайки должны быть такими, чтобы толщина была не ниже расчетной.

4.3.4.4 Отклонение от перпендикулярности торца обечайки к ее образующей допускается в пределах 1 мм на 1 м диаметра, но не более 3 мм при диаметре свыше 3 м.

Для одной из стыкуемых обечаек допускается выхват глубиной не более 2 мм на длине дуги не более 150 мм.

4.3.4.5 Допускается изготовление обечаек путем вальцовки карт, сваренных в плоском состоянии из нескольких листов.

Обечайки, свальцованные из карт, должны быть изготовлены из листов максимально возможной ширины с замыкающей вставкой не менее 300 мм. В смежных листах допускается наличие поперечных швов при условии их смещения по отношению друг к другу на величину, равную трехкратной толщине листа, но не менее чем на 100 мм между осями швов.

4.3.4.6 После сборки и сварки обечаек корпуса сосудов должны удовлетворять следующим требованиям:

а) отклонение по длине не должно превышать ±0,3% от номинальной длины корпуса, но не более ±75 мм;

б) отклонение от прямолинейности не должно выходить за пределы 2 мм на длине 1 м, а на всей длине корпуса:

20 мм ..... при длине корпуса не более 10 м,

30 мм ..... при длине корпуса более 10 м.

При этом местная прямолинейность не учитывается:

- в местах сварных швов;
- в зоне вварки штуцеров и люков в корпусе;

- в зоне конусности обечайки, используемой для достижения допустимых смещений кромок в кольцевых швах сосудов, имеющих эллиптические или отбортованные конические днища;

в) усиления кольцевых и продольных швов на внутренней поверхности корпуса должны быть зачищены заподлицо с основным металлом в тех местах, где они мешают установке внутренних устройств;

г) местное отклонение от прямолинейности корпуса вследствие увода кромок в местах вварки штуцеров и люков не должно превышать значений указанных в таблице 8 при условии соблюдения требований п. 4.3.4.2;

д) длина (высота) замыкающей обечайки корпуса должна быть не менее 300 мм, если нет других указаний в технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

Таблица 8 – Местное отклонение от прямолинейности корпуса в местах вварки штуцеров и люков

в миллиметрах

Диаметр обечайки корпуса	Диаметр штуцера лаза	Допустимая величина втяжины стенки обечайки корпуса в местах вварки штуцеров и лазов, при толщине стенки обечайки корпуса						
		до 6	от 6 до 10	от 10 до 16	от 16 до 20	от 20 до 26	от 26 до 30	более 30
До 1400 включ.	До 200 включ.	5	5	4	3	2	2	2
	Св. 200 до 250 включ.	6	6	5	4	3	2	2
	Св. 250 до 300 включ.	7	7	6	5	4	3	3
	Св. 300 до 400 включ.	9	8	6	5	4	3	3
	Св. 400	10	10	8	6	5	4	3
Св. 1400 до 2000 включ.	До 200 включ.	7	7	6	5	5	4	3
	Св. 200 до 300 включ.	9	9	8	6	5	4	3
	Св. 300 до 500 включ.	10	10	8	6	5	4	4
	Св. 500 включ.	12	12	10	8	6	5	4
Св. 2000 до 2600 включ.	До 200 включ.	-	8	7	6	5	4	3
	Св. 200 до 300 включ.	-	11	11	10	8	6	5
	Св. 300 до 500 включ.	-	12	12	11	10	8	6
	Св. 500 до 800 включ.	-	14	14	13	12	10	8
	Св. 800	-	16	16	15	14	12	10

Окончание таблицы 8

в миллиметрах

Диаметр обечайки корпуса	Диаметр штуцера лаза	Допустимая величина втяжины стенки обечайки корпуса в местах вварки штуцеров и лазов, при толщине стенки обечайки корпуса						
		до 6	от 6 до 10	от 10 до 16	от 16 до 20	от 20 до 26	от 26 до 30	более 30
Св. 2000 до 2600 включ.	До 200 включ.	-	8	7	6	5	4	3
	Св. 200 до 300 включ.	-	11	11	10	8	6	5
	Св. 300 до 500 включ.	-	12	12	11	10	8	6
	Св. 500 до 800 включ.	-	14	14	13	12	10	8
	Св. 800	-	16	16	15	14	12	10
Св. 2600 до 3200 включ.	До 200 включ.	-	9	9	8	8	7	5
	Св. 200 до 300 включ.	-	13	13	12	10	9	8
	Св. 300 до 500 включ.	-	15	15	14	12	11	10
	Св. 500 до 800 включ.	-	17	17	16	15	18	12
	Св. 800	-	20	20	18	16	14	12
Св. 3200 до 4000 включ.	До 200 включ.	-	11	11	10	9	7	5
	Св. 200 до 300 включ.	-	14	14	13	12	10	9
	Св. 300 до 500 включ.	-	18	18	16	15	13	11
	Св. 500 до 800 включ.	-	20	20	18	16	15	13
	Свыше 800	-	-	25	20	18	16	14
Св. 4000	До 200 включ.	-	-	11	10	9	8	7
	Св. 200 до 300 включ.	-	-	15	14	13	12	10
	Св. 300 до 500 включ.	-	-	17	16	15	14	13
	Св. 500 до 800 включ.	-	-	25	20	18	16	15
	Св. 800	-	-	30	25	23	20	18

Примечания

1 Минимальное расстояние между осями привариваемых элементов должно быть не менее 2,5 диаметра большего штуцера.

2 При меньшем расстоянии между осями привариваемых элементов на каждые 10% уменьшения его размера, величина втяжины увеличивается на 1 мм.

4.3.5 Фланцы

4.3.5.1 Технические требования к фланцам сосудов и аппаратов из титана должны отвечать ОСТ 26-01-1298 и РД 26-01-163.

4.3.5.2 Плоские (неприварные встык) аппаратные и арматурные (устанавливаемые на штуцерах и люках) фланцы допускается применять для сосудов, работающих соответственно до 1,6 МПа (16 кгс/см^2) и 2,5 МПа (25 кгс/см^2).

В других случаях должны применяться фланцы приварные встык.

4.3.5.3 Поверхности фланцев должны быть гладкими, без раковин, трещин, заусенцев и других дефектов, снижающих надежность фланцевого соединения.

Шероховатость уплотнительной поверхности должна соответствовать требованиям, приведенным в стандартах на фланцы.

4.3.5.4 Допускается изготовление плоских фланцев сварными из нескольких частей при условии выполнения сварных швов фланцев с полным проваром. Качество радиальных сварных швов должно быть проверено радиографическим или ультразвуковым методом в объеме 100%.

При 100%-ном контроле качества просвечиванием или ультразвуковой дефектоскопией сварных швов фланцев допускается располагать отверстия на сварных швах.

4.3.6 Штуцеры, люки, бобышки и укрепляющие кольца

4.3.6.1 Расположение отверстий в эллиптических и полусферических днищах не регламентируется.

4.3.6.2 Отверстия для люков, лючков и штуцеров в сосудах 1, 2 групп должны располагаться вне сварных швов.

Расположение отверстий допускается на:

продольных швах цилиндрических и конических обечаек сосудов, если диаметр отверстий не более 150 мм;

кольцевых швах цилиндрических и конических обечаек сосудов без ограничения диаметра отверстий;

швах выпуклых днищ без ограничения диаметра отверстий при условии 100-процентной проверки сварных швов днищ радиографическим или ультразвуковым методом;

швах плоских днищ.

4.3.6.3 Отверстия не разрешается располагать в местах пересечения сварных швов сосудов 1, 2 групп.

Данное требование не распространяется на случай, когда по центру днища, изготавливаемого из штампосварных лепестков и шарового сегмента, устанавливается штуцер и в этом случае шаровой сегмент допускается не изготавливать.

4.3.6.4 Отверстия для люков, лючков, штуцеров в сосудах 3*а* и 3*б* групп разрешается размещать на сварных швах без ограничения по диаметру.

4.3.6.5 При приварке к корпусу или днищу укрепляющих колец, бобышек, штуцеров, люков расстояние *N* между краем шва сосуда и краем шва приварки детали (рисунок 10) принимается в соответствии с требованиями п. 4.3.11.5.

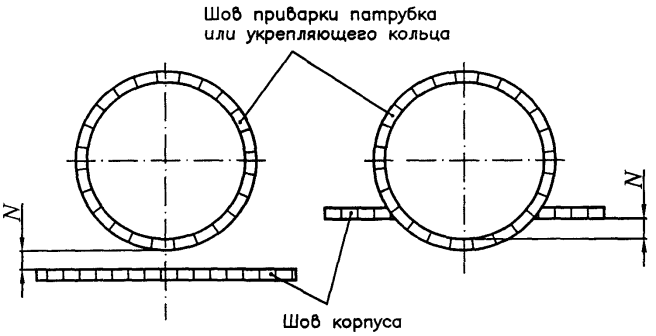


Рисунок 10 – Схема определения расстояния между краем шва корпуса и краем шва приварки детали

Допускается перекрывать на корпусах и днищах укрепляющими кольцами сварные швы.

До перекрытия продольных и кольцевых швов корпуса и швов днищ укрепляющими кольцами перекрываемые участки сварных швов должны быть зачищены заподлицо с наружной поверхностью корпуса или днища, проконтролированы на всей длине просвечиванием или ультразвуковой дефектоскопией.

4.3.6.6 Укрепляющие кольца должны прилегать к наружной поверхности корпуса, зазор не должен превышать 3 мм. Зазор контролируется щупом по наружному диаметру укрепляющего кольца. Допускается сварка частей укрепляющего кольца непосредственно на сосуде (после его установки) с контролем полноты проплавления рентгенографическим методом или ультразвуковой дефектоскопией.

4.3.6.7 В каждом укрепляющем кольце или каждой части кольца должно быть одно контрольное отверстие с резьбой М10 по ГОСТ 9150, которое в эксплуатации остается открытым. В укрепляющем кольце из частей допускается одно контрольное отверстие, если сварка всех частей производилась до его установки на корпусе. В случае сварки частей укрепляющего кольца после его установки на сосуде, в каждой из этих частей должно быть не менее одного контрольного отверстия. Контрольные отверстия должны располагаться в нижней части кольца или частей колец по отношению к сосуду, устанавливаемому в эксплуатационное положение.

4.3.6.8 При установке штуцеров и люков:

- позиционное отклонение в радиусном измерении осей штуцеров и люков должно быть не более ±10 мм;
- отклонения диаметров отверстий под штуцера и люки должны быть в пределах зазоров, допускаемых для сварных соединений по конструкторской документации;
- оси отверстий для болтов и шпилек фланцев не должны совпадать с главными осями сосудов и аппаратов и должны располагаться симметрично относительно этих осей (отклонение от симметричности в пределах ±5°);
- отклонение по высоте (вылету) штуцеров ±5 мм.

4.3.7 Змеевики и отводы, трубы гнутые

4.3.7.1 При изготовлении змеевиков должны выполняться следующие требования (при отсутствии специальных указаний в чертежах):

а) расстояние между сварными стыками в змеевиках спирального, винтового и других типов устанавливается чертежом и должно быть не менее 4 м, длина замыкающей трубы должна быть не менее 500 мм, за исключением случая приварки к замыкающей трубе патрубка, штуцера или отвода;

б) в змеевиках с приварными двойниками (колена двойные) на прямых участках труб длиной 2 м и более допускается один сварной стык, исключая швы приварки двойников.

При горячей гибке труб с наполнителем допускается не более одного сварного стыка на каждом витке при условии, что расстояние между сварными стыками не менее 2 м.

Примечание – При горячей гибке вручную труб с наполнителем для змеевиков с диаметром витка не более 1,3 м допускается не более двух стыков на каждом витке. Для змеевиков с диаметром витка более 1,3 м количество стыков не нормируется, но при этом расстояние между стыками должно быть не менее 2 м.

4.3.7.2 На каждый крайний сварной стык, независимо от способа сварки, наносится клеймо, позволяющее установить фамилию сварщика, выполнявшего эту работу.

Место клеймения должно располагаться на основном металле на расстоянии не более 100 мм от стыка.

4.3.7.3 Отклонение от перпендикулярности торца трубы относительно оси трубы диаметром не более 100 мм не должно превышать 0,6 мм при электродуговой сварке. Для труб диаметром более 100 мм допуск перпендикулярности торцов труб принимается по нормам предприятия-изготовителя.

4.3.7.4 Разность толщин стенок стыкуемых труб не должна превышать 15% толщины стенки более тонкой трубы.

4.3.7.5 Овальность в местах гиба труб и сужение внутреннего диаметра трубы в местах сварных швов должны проверяться пропусканием контрольного шара.

Диаметр контрольного шара для проверки прохода внутри стыка трубы должен быть равен $0{,}75d_B$ для труб с приварными коленами и $0{,}8\ d_B$ для других видов гнутых сварных труб (d_B – номинальный внутренний диаметр трубы).

В трубах без гибов сужение внутреннего диаметра в местах сварных стыков должно проверяться контрольным шаром диаметром $0{,}9d_B$. Это требование не распространяется на стыки труб с подкладными остающимися кольцами.

При гибке труб в горячем состоянии по кондуктору овальность в местах гиба допускается проверить контрольным шаром диаметром $0{,}86\ d_B$ независимо от радиуса гиба и диаметра трубы. Отклонение от номинального размера диаметра контрольного шара не должно превышать 1,5 мм.

4.3.7.6 Смещение кромок B труб в стыковых швах (рисунок 11) должно определяться шаблоном и не должно превышать норм, приведенных в таблице 9.

Отклонение от прямолинейности ΔL оси трубы на расстоянии 200 мм от оси шва (рисунок 12) определяется шаблоном и щупом и не должно превышать значений, указанных в таблице 10.

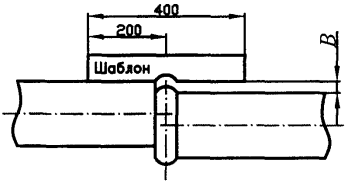


Рисунок 11 – Схема определения смещения кромок стыкуемых труб

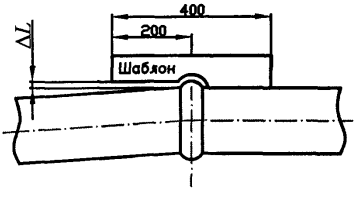


Рисунок 12 – Схема определения отклонения от прямолинейности оси трубы

Таблица 9 – Смещение кромок стыкуемых труб

в миллиметрах

Номинальная толщина стенки трубы S	B
До 3 включ.	$0{,}2S$
Св. 3 до 6 включ.	$0{,}1S + 0{,}3$
Св. 6 до 10 включ.	$0{,}15S$
Св. 10 до 20 включ.	$0{,}05S + 1{,}0$
Св. 20	$0{,}1S$, но не более 3 мм

Таблица 10 – Отклонение от прямолинейности оси трубы

в миллиметрах

Номинальная толщина стенки трубы S	ΔL
До 3 включ.	$0{,}2S + 1{,}0$
Св. 3 до 6 включ.	$0{,}1S + 1{,}3$
Св. 6 до 10 включ.	$0{,}15S + 1{,}0$
Св. 10 до 20 включ.	$0{,}05S + 2{,}0$
Св. 20	$0{,}1S + 1{,}0$, но не более 4 мм

4.3.7.7 При изготовлении гнутых змеевиков предельные отклонения размеров должны быть следующие (рисунок 13).

±6 мм ..... для L

±5 мм ..... для L_1 и t_2

±4 мм ..... для t_1

±10 мм ..... для D

Предельные отклонения радиусов R_1, R_2, R_3, R_4, диаметра D_1 и шага t_3 (рисунок 13 б, в) устанавливаются в чертежах предприятия-изготовителя.

Примечание – При длине L или L_1 больше 6 м предельные отклонения увеличиваются на 1 мм на каждый 1 метр длины, но не более 10 мм на всю длину.

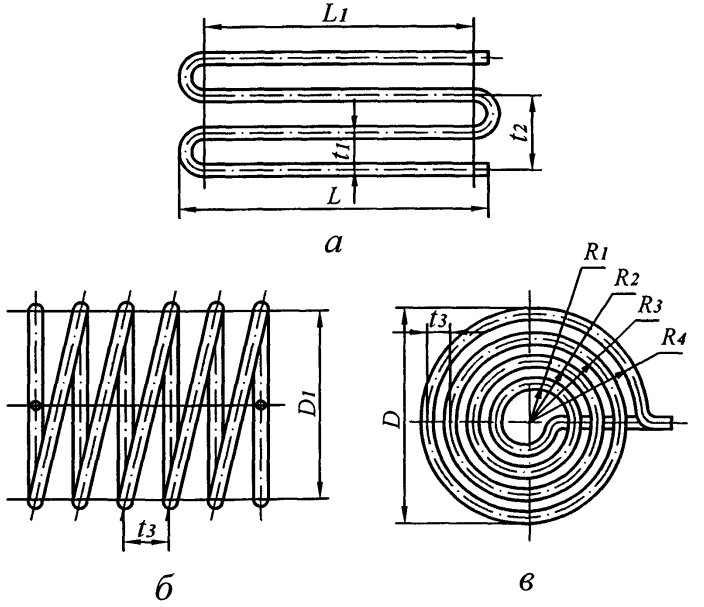


Рисунок 13 – Размеры гнутых змеевиков

4.3.7.8 До установки в сосуд змеевики должны подвергаться гидравлическому испытанию пробным давлением, указанным в чертежах предприятия-изготовителя.

При испытании не должно быть признаков течи или потения.

4.3.7.9 Термообработку змеевиков и их гнутых элементов производить в соответствии с требованиями раздела 4.3.18 при наличии указаний в техническом проекте.

4.3.7.10 Радиусы гибки труб должны быть: $R \geq 3{,}0d_H$ для труб $d_H \leq 40$ мм, $R \geq 4{,}0d_H$ для труб $d_H > 40$ мм; где R – радиус гиба; d_H – наружный диаметр трубы.

4.3.7.11 Конструкция и размеры отводов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 17375, ГОСТ 17380 и чертежам предприятия-изготовителя.

Отводы должны изготавливаться с углом гиба 45°, 60°, 90° и 180°.

Отводы, гнутые из труб под углом 180°, допускается изготавливать сварными из двух отводов под углом 90°.

Изменение угла гиба допускается по соглашению с заказчиком.

4.3.7.12 Крутоизогнутые отводы могут изготавливаться из труб и листового проката. Применение секторных отводов в сосудах 1-й и 2-й групп не допускается.

4.3.7.13 Каждый штампосварной отвод должен подвергаться гидравлическому испытанию пробным давлением, указанным в ГОСТ 356.

Гидравлическое испытание отводов допускается совмещать с гидравлическим испытанием труб.

Гидравлическое испытание допускается заменять 100-процентным контролем сварных швов радиографическим или ультразвуковым методом.

4.3.7.14 Предельные отклонения размеров и допуск плоскостности торцов Δ отводов и труб гнутых не должны превышать значений, указанных в таблице 11.

Предельные отклонения размеров L_1, L_2, L_3 отводов (рисунок 14) не должны превышать значений, указанных в таблице 12.

Таблица 11 – Предельные отклонения размеров и допуск плоскостности отводов и гнутых труб

в миллиметрах

Толщина отводов или гнутых труб S	Предельные отклонения		Допуск плоскостности Δ
	внутреннего диаметра	толщины стенки	
От 2,5 до 3,0 включ.	±0,5	±0,125S	±0,5
От 3,5 до 4,5 включ.	±1,0		±1,0
От 5,0 до 6,0 включ.	±1,5		±1,5
От 7,0 до 8,0 включ.	±2,0		
От 9,0 до 15,0 включ.	±2,5		
От 16,0 и более	±3,0		

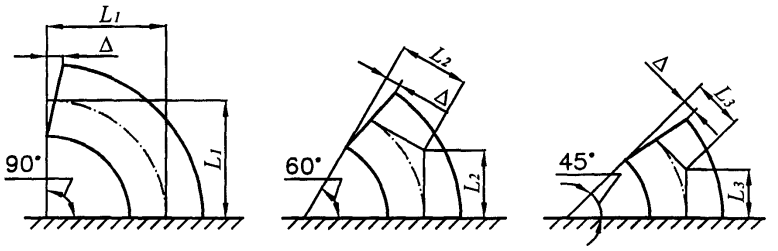


Рисунок 14 – Схема определения размеров L_1, L_2, L_3, Δ отводов в зависимости от угла гиба

Таблица 12 – Предельные отклонения размеров L_1, L_2, L_3 отводов

в миллиметрах

Условный проход отводов	Предельные отклонения размеров L_1, L_2, L_3
До 125 включ.	±2,0
Св. 125 до 200 включ.	±3,0
Св. 200 до 350 включ.	±4,0
Св. 350 до 500 включ.	±5,0
Св. 500	±6,0

4.3.8 Подготовка кромок под сварку

4.3.8.1 Обработка кромок заготовок под сварку производится механическими способами, обеспечивающими форму и размеры обработанных поверхностей в соответствии с требованиями действующей нормативной документации и чертежей. Допускаемая шероховатость не выше R_Z 40 ГОСТ 2789.

4.3.8.2 Подготовленные кромки должны быть тщательно осмотрены для выявления недопустимых пороков металла: закатов, трещин, надрывов и т.п.

4.3.8.3 Кромки и прилегающие к ним поверхности металла перед сборкой необходимо зачистить с обеих сторон на ширину 20-30 мм. Горячекатаные листы зачищать электрокорундовыми кругами или шабером с последующей зачисткой металлической щеткой; холоднокатаные листы, не подвергавшиеся нагреву, зачищаются металлической щеткой.

Зачищенные поверхности обезжирить ацетоном или другим органическим растворителем и промыть спиртом этиловым техническим по ГОСТ 17299 в соответствии с действующими инструкциями по технике безопасности.

4.3.8.4 При зачистке вулканитовыми кругами не допускается перегрев металла, вызывающий появление на поверхности цветов побежалости недопускаемых п. 4.3.11.13.

4.3.9 Сборка деталей под сварку

4.3.9.1 Все работы по сборке должны проводиться на специализированных участках в условиях, исключающих попадание влаги, жировых веществ и других загрязнений на детали и сборочные единицы, подготовляемые под сварку.

4.3.9.2 Перед сборкой под сварку должно быть проверено качество зачистки и обезжиривания поверхности и правильности подготовки кромок в соответствии с требованиями технологии и настоящего стандарта.

4.3.9.3 Прихватку деталей и сборочных единиц необходимо выполнять с соблюдением тех же требований к сварочным материалам, квалификации сварщика и защите металла инертным газом, которые предъявляются к сварке.

4.3.10 Общие требования к сварке

4.3.10.1 При производстве сварочных работ и контроле качества сварных соединений необходимо определить группу сосудов согласно п. 3.1 (см. таблицу 1).

4.3.10.2 К сварке сосудов, аппаратов и их элементов, изготовляемых из титана и его сплавов, допускаются сварщики, прошедшие практические испытания по программе завода-изготовителя, включающей особенности сварки марок титана и его сплавов.

К выполнению сварочных работ при изготовлении, ремонте и монтаже оборудования, подведомственному Госгортехнадзору РФ, допускаются только сварщики I уровня аттестованные по Правилам ПБ 03-273.

К руководству сварочными работами допускаются специалисты сварочного производства II, III и IV уровней, а также инженерно-технические работники, изучившие положения настоящего стандарта, технологические инструкции и другую действующую нормативную документацию по сварке титана и его сплавов.

Аттестованные по Правилам ПБ 03-273 сварщики и специалисты сварочного производства допускаются к выполнению тех видов деятельности, которые указаны в их аттестационных удостоверениях.

4.3.10.3 Сосуды из титана и титановых сплавов могут быть изготовлены с применением аргонодуговой сварки (ручной, полуавтоматической, автоматической), автоматической сваркой под слоем флюса, контактной сваркой, электрошлаковой сваркой, электронно-лучевой только для ВТ1-0 и ВТ1-00.

Применение других видов сварки допускается по согласованию со специализированной организацией.

4.3.10.4 Сварка должна производиться на специальных изолированных участках при температуре не ниже 5°С.

Специализированные участки по состоянию стен, полов, отсутствию сквозняков, местных потоков воздуха, освещенности и др. характеристик должны отвечать требованиям, изложенным в ОСТ 26.260.3.

4.3.10.5 Сварка должна производиться в соответствии с технологическими процессами или производственными инструкциями, разработанными в соответствии с настоящим стандартом и ОСТ 26.260.3 с учетом специфики изделий и свариваемых материалов.

4.3.10.6 Инструкции по сварке или технологические процессы должны содержать указания по технологии сварки титана и его сплавов, защите лицевой и обратной поверхности сварного соединения, включать требования к присадочным материалам, термической обработке, видам и объему контроля, методам исправления дефектов.

4.3.10.7 Для сосудов, предусмотренных таблицей 1, прихватка свариваемых элементов должна производиться с применением сварочных материалов, указанных в приложении Ж. Прихватка должна выполняться сварщиками той же квалификации, что и выполняющих сварку.

4.3.10.8 Способы подготовки кромок свариваемых деталей должны исключать механические повреждения кромок и возникновение зон термического влияния, снижающих регламентированные свойства сварных соединений. Форма подготовки кромок должна соответствовать требованиям действующих стандартов, нормативной документации и чертежа.

Кромки подготовленных под сварку элементов сосудов должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены на ширину не менее 20 мм, а для электрошлаковой сварки – на ширину не менее 50 мм и не должны иметь следов масла и прочих загрязнений.

Подготовленные кромки контролируются визуальным осмотром при необходимости с помощью лупы с трехкратным увеличением для выявления пороков металла (расслоений, закатов, трещин, надрывов).

4.3.10.9 Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы. Клеймо наносится на расстоянии 20-50 мм от кромки сварного шва.

У продольных швов клеймо должно находиться в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва. Для кольцевого шва клеймо должно выбиваться в месте пересечения кольцевого шва с продольным и далее через каждые 2 м, но при этом должно быть не менее двух клейм на каждом шве. На кольцевой шов сосуда диаметром не более 700 мм допускается ставить одно клеймо. Клейма ставятся с наружной стороны.

Если шов с наружной и внутренней сторон заваривается разными сварщиками, клейма ставятся только с наружной стороны через дробь, где в числителе клеймо сварщика, выполнившего сварку с наружной стороны, в знаменателе – с внутренней стороны.

На обечайке с продольным швом длиной менее 400 мм (например, приварка фланца к обечайке или обечайки к трубной решетке) допускается ставить одно клеймо.

Клеймение сварных швов производить на поверхности не соприкасающейся с агрессивной средой, глубина клеймения не должна превышать 0,3 мм.

Клеймение продольных и кольцевых швов сосудов с толщиной стенки менее 4 мм допускается производить электрографом или несмываемой краской.

Место клеймения заключается в хорошо видимую рамку, выполняемую несмываемой краской.

4.3.11 Общие требования к сварным соединениям

4.3.11.1 Стыковые сварные соединения должны быть с полным проплавлением.

4.3.11.2 Конструктивные зазоры в угловых и тавровых сварных соединениях, исключающие рентгенографический контроль и ультразвуковую дефектоскопию, не допускаются в следующих случаях:

- в соединениях штуцеров, люков, бобышек и т.п. деталей с корпусами аппаратов 1-й и 2-й групп при диаметре отверстия 120 мм и более и аппаратов группы 3*а* при диаметре отверстия более 275 мм;
- в соединениях фланцев с патрубками штуцеров и люков аппаратов, работающих при температуре выше 300°С при давлении выше 2,5 МПа (25 кгс/см^2), и фланцев с обечайками и днищами аппаратов, работающих при температуре выше 300°С при давлении выше 1,6 МПа (16 кгс/см^2).

4.3.11.3 Сварные швы сосудов должны быть расположены так, чтобы обеспечить возможность их визуального осмотра и контроля качества неразрушающим методом (ультразвуковым, радиографическим и др.), а также устранения в них дефектов.

Допускается в сосудах 1, 2 и 3*а* групп не более одного, в сосудах 3б группы не более четырех, в теплообменниках не более двух стыковых швов, доступных для визуального осмотра только с одной стороны. Швы должны выполняться способами, обеспечивающими провар по всей толщине свариваемого металла (например, с применением аргонодуговой сварки корня шва, подкладного кольца, замкового соединения). Возможность применения остающегося подкладного кольца и замкового соединения в сосудах 1-й группы должна быть согласована с разработчиком сосуда или специализированной организацией.

4.3.11.4 Сварные швы сосудов не должны перекрываться опорами. В отдельных случаях (в горизонтальных сосудах на седловых опорах или подвесных вертикальных сосудах) допускается местное перекрытие опорами кольцевых (поперечных) сварных швов на общей длине не более $0{,}35\pi D_H$ (D_H – наружный диаметр сосуда) и $0{,}5\pi D_H$ при наличии подкладного листа при условии, что перекрываемые участки швов по всей длине

проконтролированы радиографией или ультразвуковой дефектоскопией. Перекрытие мест пересечения швов не допускается.

Расстояние между продольным швом корпуса горизонтального сосуда и швом приварки опоры должно приниматься:

- не менее $\sqrt{D \cdot S}$ - для нетермообработанного сосуда (D - внутренний диаметр сосуда, S - толщина обечайки);
- в соответствии с требованием п. 4.3.11.5 для термообработанного сосуда.

4.3.11.5 Расстояние между краем шва приварки внутренних и внешних устройств и деталей и краем ближайшего шва корпуса или днища должно быть не менее толщины стенки корпуса или днища, но не менее 20 мм. В отдельных случаях уменьшение расстояния между швами допускается по согласованию со специализированной организацией. При приварке к корпусу внутренних и внешних устройств, например, опорных элементов тарелок, рубашек, перегородок и т.п. допускается пересечение стыковых швов корпуса угловыми швами при условии контроля перекрываемого участка шва корпуса просвечиванием или ультразвуковой дефектоскопией.

При приварке колец жесткости к обечайке общая длина сварного шва с каждой стороны кольца должна быть не менее половины длины окружности. Если сварные швы прерывистые, то расстояние между концами соседних швов не должно превышать восьми толщин стенки обечайки.

4.3.11.6 Продольные швы смежных обечаек и швы днищ в сосудах 1-й и 2-й групп должны быть смещены относительно друг от друга на величину трехкратной толщины наиболее толстого элемента, но не менее чем на 100 мм между осями швов.

Допускается не смещать или смещать на меньшую величину указанные швы относительно друг друга:

- в сосудах, работающих под давлением не более 1,6 МПа (16 кгс/см^2), с толщиной стенки не более 30 мм при условии, что эти швы выполняются автоматической или электрошлаковой сваркой, а места пересечения швов контролируются радиографическим или ультразвуковым методом в объеме 100%;
- в сосудах 3*а* и 3*б* групп независимо от способа сварки.

4.3.11.7 При сварке стыковых соединений элементов разной толщины необходимо предусмотреть плавный переход от одного элемента к другому постепенным утонением более толстого элемента. Угол скоса элементов разной толщины должен быть не более 20° (уклон 1:3) (рисунок 15 *а*, *б*, *в*, *г*, *е*).

Сварку патрубков разной толщины допускается выполнять в соответствии с рисунком 15 *д*, *е*. При этом расстояние l должно быть не менее толщины S, но не менее 20 мм, а радиус $r \geq S_2 - S$.

При приварке фланца к обечайке уклон его втулки не должен быть больше, чем 1:3 (рисунок 16).

Допускается выполнять сварку стыковых швов без предварительного утонения более толстого элемента, если разность в толщинах соединяемых

элементов не превышает 30% от толщины более тонкого элемента, но не более 5 мм. При этом форма шва должна обеспечить плавный переход от толстого листа к тонкому.

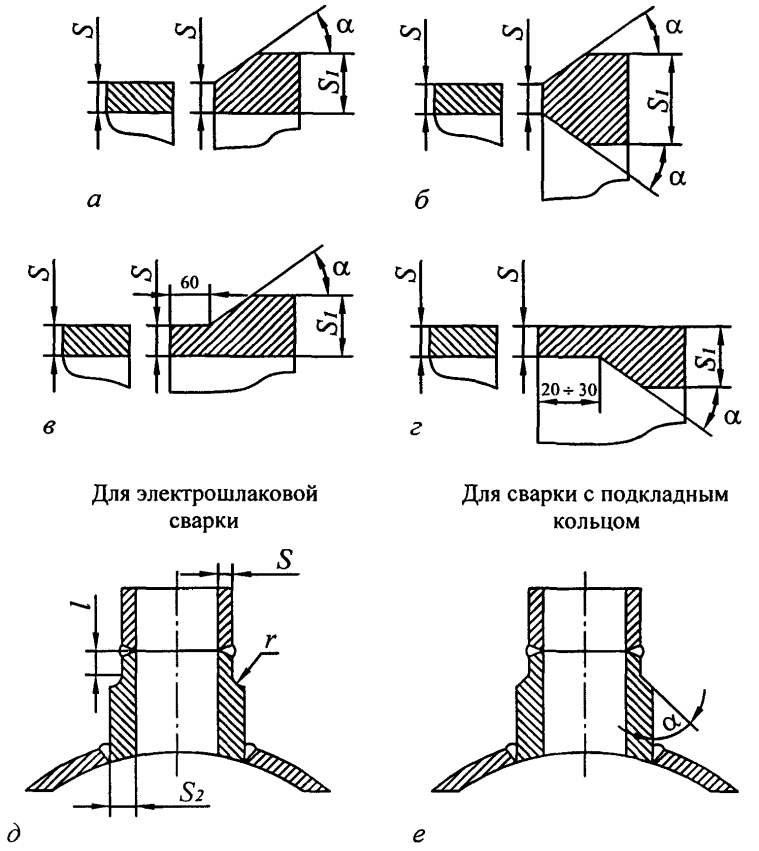


Рисунок 15 – Стыковка элементов разной толщины

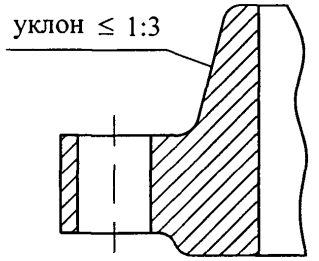


Рисунок 16 – Уклон втулки фланца

4.3.11.8 Смещение кромок B листов (рисунок 17), измеряемое по срединной поверхности, в стыковых соединениях, определяющих прочность сосуда, не должно превышать B=0,1S, но не более 3 мм (S – наименьшая толщина свариваемых листов).

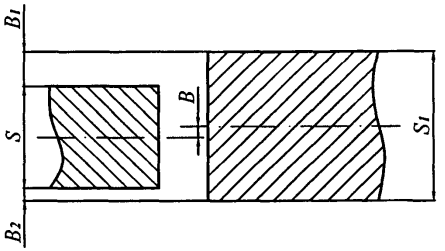


Рисунок 17 – Смещение кромок

Примечания

1 К стыковым соединениям, определяющим прочность сосуда, следует относить продольные швы обечаек, хордовые и меридиональные швы выпуклых днищ.

2 При измерении смещения B кромок листов толщиной S и S_1 в стыковых соединениях следует учитывать, что:

$$B_1 \le 0{,}5(S_1 - S) + B \quad (3)$$

$$B_2 \le 0{,}5(S_1 - S) - B \quad (4)$$

где B_1 и B_2 – расстояния между кромками листов.

Смещение кромок в кольцевых швах сосудов не должно превышать величин, указанных в таблице 13. Смещение кромок в кольцевых швах, выполняемых электрошлаковой сваркой, не должно превышать 5 мм.

Смещение кромок свариваемых заготовок днищ не должно превышать 0,1S, но не более 3 мм (S – толщина листа).

Таблица 13 – Смещение кромок в кольцевых швах сосудов, выполняемых всеми видами сварки, за исключением электрошлаковой

в миллиметрах

Толщина свариваемых листов и плит S	Максимально допустимое смещение стыкуемых кромок в кольцевых швах
До 20 включ.	0,1S + 1
Св. 20 до 50 включ.	0,15S, но не более 5
Св. 50 до 100 включ.	0,04S + 3,5*
Св. 100	0,025S + 5,0, но не более 10*
* При условии наплавки с уклоном 1 : 3 на стыкуемые поверхности для сварных соединений, имеющих смещение кромок более 5 мм.	

4.3.11.9 Увод (угловатость) кромок (рисунок 18) в продольных и кольцевых швах не должен превышать $f = 0{,}1S + 3$ мм, но не более соответствующих значений для элементов, указанных в таблице 14, в зависимости от внутреннего диаметра D обечаек и днищ (S – толщина обечайки или днища).

Таблица 14 – Максимально допустимый увод кромок в стыковых сварных соединениях обечаек и днищ

в миллиметрах

Максимальный увод (угловатость) f кромок в стыковых сварных соединениях				
обечаек	днищ из лепестков		конических днищ	
Независимо от D	$D \leq 5000$	$D > 5000$	$D \leq 2000$	$D > 2000$
5	6	8	5	7

Увод (угловатость) кромок в продольных сварных соединениях обечаек и конических днищ, стыковых сварных соединениях днищ из лепестков определяется шаблоном длиной $^1/_6D$ (рисунок 18 *а*, *б*), а в кольцевых сварных соединениях обечаек и конических днищ – линейкой длиной 200 мм (рисунок 18 *в*, *г*). Увод (угловатость) кромок определяется без учета усиления шва.

4.3.11.10 Форма и размеры швов должны соответствовать требованиям стандартов ОСТ 26-1, ОСТ 26.260.3 на швы сварных соединений или чертежа. При выполнении стыковых соединений допускается не исправлять сварные швы, если отклонение размеров валика (ширина и высота) составляет не более 30% предусмотренных стандартом размеров на данный вид сварки.

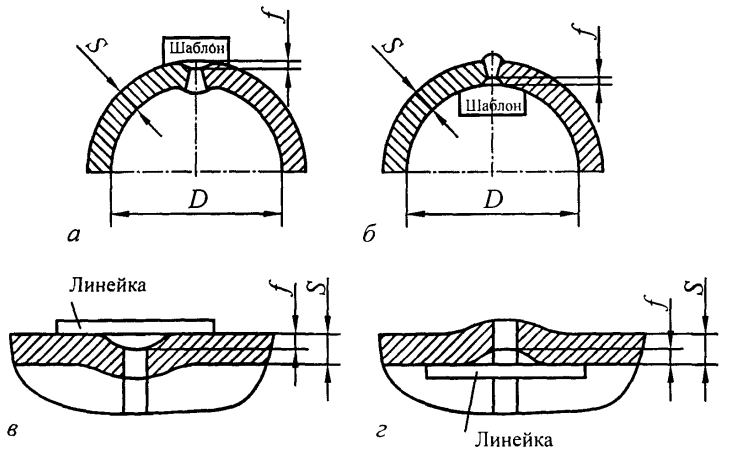


Рисунок 18 – Контроль увода кромок продольных и кольцевых сварных соединений

4.3.11.11 Исправление дефектов в сварных швах производится не более двух раз по инструкции предприятия-изготовителя.

Дефекты должны быть удалены механическим способом.

4.3.11.12 На сварных швах до термической обработки не допускается наличие цветов побежалости.

4.3.11.13 Цвета побежалости на сварных швах, включая зону термического влияния сварки, подлежат удалению:

- соломенный и темно-желтый – металлической щеткой;
- синий – шабером;
- зеленый и голубой – корундовым кругом;
- сварные швы с налетом темно-серого цвета. Исправление этих швов допускается только путем полного удаления металла шва и повторной сварки, так как темно-серый налет на поверхности швов свидетельствует об их непригодности для эксплуатации.

4.3.12 Требования к качеству сварных соединений

4.3.12.1 При наличии специальных требований в технических условиях или в чертежах изделия химический состав металла шва и метод его контроля должны соответствовать указанным в этой документации.

4.3.12.2 Механические свойства сварных соединений должны быть следующие:

- по пределу прочности – не менее нижнего значения предела прочности основного металла, установленного по техническим условиям для каждого вида металлопродукции данной марки;
- по углу статического изгиба – не менее 40 град. Размеры образцов и радиус пуансона при испытании на изгиб должны соответствовать ГОСТ 6996. Тип образца – XXVII по ГОСТ 6996.

  Допускается производить испытание на изгиб и оценку качества сварных соединений по методам и нормам, предусмотренным стандартами (техническими условиями) на свариваемый металл.

  По согласованию со специализированной организацией допускается снижение угла изгиба до 30° при условии положительных результатов прочих видов испытаний сварного соединения.
- по ударной вязкости – при плюс 20° - не менее 60 Дж/см^2 (6 кгм/см^2) при аргонодуговой сварке и не менее 50 Дж/см^2 (5 кгм/см^2) при сварке под флюсом и электрошлаковой сварке.

Дополнительные испытания сварных соединений сосудов, работающих при отрицательных температурах, не требуется.

4.3.12.3 Показатели механических свойств сварных соединений должны определяться как среднеарифметическое от результатов испытаний отдельных образцов.

Испытания считаются удовлетворительными, если результаты не будут отличаться от указанных в сторону уменьшения по одному из двух испытанных образцов на разрыв более чем на 10%.

4.3.12.4 Виды испытаний и гарантированные нормы механических свойств по временному сопротивлению разрыву и ударной вязкости стыковых сварных соединений типа «лист + поковка» и «поковка + поковка» должны соответствовать требованиям, предъявляемым к сварным соединениям типа «лист + лист».

Контроль механических свойств металла образцов этих соединений производится при наличии указаний в технической документации в том случае, если конфигурация и размеры поковок позволяют изготовить из них контрольные пластины по ГОСТ 6996 с сохранением той же степени укова и того же расположения волокна, которое имеет металл, образующий соединение.

4.3.12.5 В сварных соединениях не допускаются следующие наружные дефекты:

- трещины всех видов и направлений, вольфрамовые и неметаллические включения;
- свищи и пористость наружной поверхности шва;
- подрезы, наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящим стандартом;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям стандартов, технической документации на изделие;
- утяжки или наплывы в корне шва с внутренней стороны односторонних швов более 10% от толщины свариваемого соединения, при этом абсолютная величина утяжек не должна превышать 1 мм, а наплывов – 2 мм;
- цвета побежалости темно-серого цвета.

4.3.12.6 В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений, расположенные в металле шва, по линии сплавления и в околошовной зоне основного металла, в том числе и микротрещины, выявляемые при микроисследовании;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения (между отдельными валиками и слоями шва и между основным металлом и металлом шва);
- свищи;
- поры, шлаковые и вольфрамовые включения, выходящие за пределы норм, установленных допустимым классом дефектности сварного шва по ГОСТ 23055 для радиографического контроля в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15 – Классы дефектности сварного соединения

Вид сварного соединения	Классы дефектности по ГОСТ 23055 для групп сосудов в соответствии с таблицей 1		
	1, 2	*3а*	*3б*
Стыковые	3	5	6
Угловые, тавровые	4	5	6
Нахлесточные	5	6	7
Примечание – Оценку единичных дефектов (пор и включений) по ширине (диаметру) при толщине свариваемых элементов не более 45 мм, а также цепочек независимо от толщины свариваемых элементов допускается производить по нормам класса 4 вместо класса 3, класса 5 вместо класса 4, класса 6 вместо класса 5, класса 7 вместо класса 6			

4.3.12.7 При контроле методом ультразвуковой дефектоскопии или другим способом оценку дефектов следует принимать по нормативной документации, утвержденной в установленном порядке, при условии обеспечения требуемого качества сварных швов.

Примечание – При оценке качества сварных швов по внутренним дефектам несплавленные с металлом шва вольфрамовые включения, выявленные ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием, приравниваются к порам и шлаковым включениям.

4.3.13 Контроль качества сварных соединений

4.3.13.1 Контроль качества сварных соединений должен производиться следующими методами:

- внешним осмотром и измерением;
- механическими испытаниями;
- металлографическим исследованием;
- ультразвуковой дефектоскопией;
- просвечиванием (рентгено- или гаммаграфированием);
- гидравлическим испытанием;
- пневматическим испытанием;
- цветной дефектоскопией при наличии указания об этом в чертежах или другой технической документации на изделие.

Виды применяемых методов контроля и их объем принимается в соответствии с указаниями настоящего стандарта.

Для сосудов, подвергающихся термообработке, окончательный контроль качества сварных соединений должен производиться после проведения термообработки изделия.

4.3.13.2 Результаты контрольных испытаний сварных соединений должны заноситься в паспорт аппарата или в его приложения.

4.3.13.3 В процессе изготовления изделий должны проверяться:

- соответствие состояния и качества свариваемых деталей и сварочных материалов требованиям действующих стандартов и технических условий;
- соответствие качества подготовки кромок и сборки под сварку требованиям действующих стандартов и чертежей;
- соблюдение технологического процесса сварки и термической обработки, разработанного в соответствии с требованиями действующих стандартов и чертежей.

4.3.13.4 Дефекты сварных швов должны быть устранены с соблюдением требований п. 4.3.11.11.

4.3.14 Механические испытания

4.3.14.1 Механические испытания контрольных стыковых сварных соединений должны быть проведены в объеме, указанном в таблице 16.

Таблица 16 – Количество образцов из каждого контрольного стыкового сварного соединения

Вид испытаний	Группа аппаратов по таблице 1	Количество образцов от контрольного сварного соединения	Примечание
Растяжение при 20°С	1 - 3	Два образца типа XII, XIII или XIV по ГОСТ 6996	Испытание на растяжение отдельных образцов из сварных трубных стыков можно заменить испытанием на растяжение целых стыков со снятым усилением
Изгиб при 20°С	1 - 3	Два образца типа XXVII, XXVIII по ГОСТ 6996	Испытание сварных образцов труб с внутренним диаметром до 100 мм и толщиной стенки до 12 мм может быть заменено испытанием на сплющивание по ГОСТ 6996 (образцы типа XXIX, XXX)
Ударная вязкость (при толщине металла 6 мм и более) при 20°С	1 - 3 при давлении более 5 Мпа (50 кгс/см^2)	Три образца типа VI или VII по ГОСТ 6996	Испытания на ударный изгиб околошовной зоны производится после технологических операций горячей обработки

4.3.14.2 Допускается не проводить механические испытания сварных образцов для сосудов 3*б* группы, если предприятие-изготовитель гарантирует качество сварных швов изделия.

4.3.14.3 При испытании на изгиб образцов толщиной более 50 мм допускается доведение толщины образцов до 50 мм строжкой или фрезерованием контрольных пластин. При недостаточной мощности испытательных машин, допускается проводить испытание на изгиб образцов с предварительным их утонением до толщины не менее 30 мм.

4.3.14.4 В технически обоснованных случаях испытания на ударную вязкость изделий, не указанных в таблице 16, могут быть предусмотрены технической документацией на изделие.

4.3.14.5 При получении неудовлетворительных результатов по какому-либо виду механических испытаний допускается проведение повторного испытания на удвоенном количестве образцов, вырезанных из того же контрольного сварного соединения, по тому виду механических испытаний, которые дали неудовлетворительные результаты. Если при повторном испытании получены неудовлетворительные результаты хотя бы на одном образце, сварное соединение считается непригодным.

4.3.15 Металлографические исследования

4.3.15.1 Металлографическим исследованиям должны подвергаться сварные соединения сосудов:

- группы 1;
- группы 2 при давлении более 5 МПа (50 кгс/см^2).

4.3.15.2 Металлографические макро- и микроисследования должны проводиться в соответствии с РД 24.200.04 на одном образце, вырезанном из контрольного сварного соединения поперек сварного шва.

Контролируемая поверхность образца должна включать сечение шва с зонами термического влияния и, по возможности, прилегающими к ним участками основного металла.

4.3.15.3 Качество сварного соединения при металлографических исследованиях должно соответствовать требованиям пп. 4.3.12.5 и 4.3.12.6.

Если при металлографическом исследовании в контрольном сварном соединении, проверенном ультразвуковой дефектоскопией, или рентгеновским методом, или гаммаизлучением, и признанном годным, будут обнаружены недопустимые внутренние дефекты, которые должны были бы быть выявлены данным методом неразрушающего контроля, все производственные сварные соединения, контролируемые данным сварным соединением, подлежат 100% проверке тем же методом дефектоскопии. При этом новая проверка качества всех производственных стыков должна осуществляться другим, более опытным и квалифицированным дефектоскопистом.

При получении неудовлетворительных результатов металлографического исследования допускается повторное испытание на

удвоенном количестве образцов, вырезанных из того же контрольного сварного соединения.

В случае получения неудовлетворительных результатов при повторных металлографических исследованиях сварное соединение считается непригодным.

4.3.16 Ультразвуковая дефектоскопия, радиографический контроль и цветная дефектоскопия сварных соединений

4.3.16.1 При контроле сварных соединений ультразвуковой дефектоскопией, рентгеновским методом и гаммаизлучением должны выявляться внутренние дефекты сварных соединений и определяться качество сварки.

Ультразвуковой метод контроля сварных соединений должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782 и ОСТ 26-2044.

Радиографический метод контроля сварных соединений должен производиться в соответствии с ГОСТ 7512 и ОСТ 26-11-03.

4.3.16.2 Метод контроля (ультразвуковая дефектоскопия, радиографический метод или их сочетание) должен выбираться исходя из возможностей более полного и точного выявления недопустимых дефектов, а также особенностей методики контроля для данного вида сварных соединений сосуда (сборочных единиц, деталей).

Метод контроля качества стыковых и угловых сварных соединений должен определяться согласно ОСТ 26-2079.

3.3.16.3 Обязательному контролю радиографическим или ультразвуковым методом подлежат:

а) стыковые, угловые, тавровые сварные соединения, доступные для этого контроля в объеме не менее указанного в таблице 17;

б) места сопряжения (пересечений) сварных соединений;

в) сварные соединения внутренних и наружных устройств по указанию в проекте или технических условиях на сосуд (сборочную единицу, деталь);

г) сварные стыковые соединения «поковка + лист», «поковка + поковка», «поковка + труба», «поковка + сортовой прокат», доступные для этого контроля, в объеме 100%;

д) перекрываемые укрепляющими кольцами участки сварных швов корпуса, предварительно зачищенные заподлицо с наружной поверхностью корпуса;

е) прилегающие к отверстию участки сварных швов корпуса, на которых устанавливаются люки и штуцера, на длине, равной $\sqrt{DS}$ (D – внутренний диаметр корпуса, S – толщина стенки корпуса в месте расположения отверстия).

Таблица 17 – Объем контроля радиографическим или ультразвуковым методом

Группа сосудов или аппаратов по таблице 1	Длина контролируемых сварных соединений* от общей длины, %
1, 2	100
3а	30
3б	20
*) Требование относится к каждому сварному соединению.	

4.3.16.4 Контроль сварных швов укрепляющих колец должен осуществляться пневматическим испытанием в соответствии с п. 6.11, цветной дефектоскопией и, в случае необходимости, дополнительным местным вскрытием швов.

4.3.16.5 Ультразвуковую дефектоскопию и радиографический контроль сварных соединений, в том числе и мест сопряжений сосудов группы *3б* (таблица 1), работающих под давлением не более 0,03 МПа (0,3 кгс/см^2) или без давления, допускается не проводить по усмотрению предприятия-изготовителя, если нет других указаний.

4.3.16.6 Места радиографического или ультразвукового контроля сварных соединений сосудов групп *3а* и *3б* должны указываться в технической документации на сосуд.

4.3.16.7 Перед контролем соответствующие участки сварных соединений должны быть замаркированы, чтобы их можно было легко обнаружить на картах контроля или рентгено- и гамма снимках.

4.3.16.8 При выявлении недопустимых дефектов в сварных соединениях аппаратов *3а* и *3б* групп обязательному контролю тем же методом подлежат все однотипные сварные соединения, выполненные данным сварщиком по всей длине соединения. Определение понятия однотипных сварных соединений дано в приложении К.

Для сосудов группы 3 дополнительный контроль дефектных соединений должен производиться на длине, равной контролируемому участку этого соединения, преимущественно в местах, расположенных вблизи дефектного участка. Если при дополнительном контроле будут обнаружены недопустимые дефекты, то контролируется весь шов и сомнительные участки других швов. Дефектные участки сварных швов, выявленные при контроле, должны быть удалены, заварены и проконтролированы вновь.

4.3.16.9 При невозможности осуществления радиографического контроля или ультразвуковой дефектоскопии в полном объеме из-за недоступности к отдельным сварным соединениям (из числа, подлежащих 100%-му контролю) ввиду конструктивных особенностей сосуда,

ограниченности технической возможности этих методов и по условиям техники безопасности, контроль качества этих сварных соединений должен производиться по РД 26-11-01 в объеме 100%.

4.3.16.10 Цветная дефектоскопия сосудов и аппаратов из титановых сплавов производится по ОСТ 26-5 в случае, когда сварные швы недоступны для осуществления контроля радиографическим или ультразвуковым методом. Объем контроля определяется в соответствии с требованиями РД 26-11-01 или технической документацией на сосуд.

4.3.17 Контрольные сварные соединения

4.3.17.1 Вырезка образцов для механических испытаний и металлографических исследований должна производиться из контрольных пластин, выполненных в соответствии с требованиями Правил Госгортехнадзора России.

Размеры контрольных сварных соединений должны быть выбраны так, чтобы из них возможно было вырезать необходимое количество образцов для металлографических исследований для всех видов механических испытаний, включая повторные.

4.3.17.2 Контрольные пластины для контроля качества продольных швов изделия должны изготовляться таким образом, чтобы шов являлся продолжением продольного шва свариваемого изделия.

После сварки контрольная пластина должна быть отделена от свариваемого изделия любым методом, кроме отламывания.

4.3.17.3 Контрольное сварное соединение должно воспроизводить одно из стыковых сварных соединений сосуда (сборочной единицы, детали), определяющих его прочность, и выполняется одновременно с контролируемым сосудом (сборочной единицей, деталью) с применением одинаковых исходных материалов, формы разделки кромок, сборочных размеров, методов и режимов сварки, режима термообработки.

Примечание – К стыковым соединениям, определяющим прочность сосуда, следует относить продольные швы обечаек и патрубков, хордовые и меридиональные швы выпуклых днищ.

4.3.17.4 При ручной сварке сосуда (сборочной единицы, детали) несколькими сварщиками каждый из сварщиков должен выполнить отдельное контрольное сварное соединение.

4.3.17.5 Если многопроходной шов выполняется несколькими сварщиками, то на данный шов должно свариваться одно контрольное сварное соединение. При этом проходы следует выполнять теми же сварщиками и в аналогичном порядке. В противном случае каждый из сварщиков должен выполнить отдельное контрольное сварное соединение.

4.3.17.6 При изготовлении однотипных сосудов допускается на каждый вид сварки выполнять по одному контрольному сварному соединению на всю партию сосудов (сборочных единиц, деталей) при условии контроля стыковых сварных соединений, определяющих прочность сосуда,

радиографическим или ультразвуковым методом в объеме 100%. В одну партию сосудов (сборочных единиц, деталей) следует объединять сосуды (сборочные единицы, детали) одного вида, имеющие одинаковые формы разделки кромок, выполненные по единому (типовому) технологическому процессу и подлежащие термообработке по одному режиму, если цикл их изготовления по сборочно-сварочным работам, термообработке и контрольным операциям не превышает 3 месяцев.

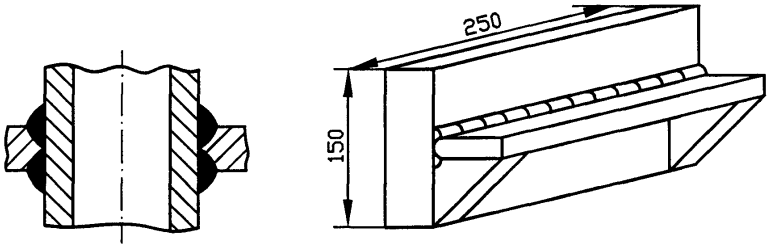
4.3.17.7 Для контроля качества сварных соединений в трубчатых элементах сосудов необходимо выполнить контрольные сварные соединения. Эти контрольные сварные соединения должны быть идентичны производственным контролируемым сварным соединениям: по марке титана и его сплавов, размерам труб, конструкции и виду соединения, форме разделки кромок, сборочным размерам, пространственному положению сварки и технологическому процессу.

Количество контрольных сварных соединений труб должно составлять 1% общего числа сваренных каждым варщиком однотипных сварных соединений труб данного сосуда, но не менее одного контрольного сварного соединения.

4.3.17.8 При невозможности изготовить плоские образцы из сварного стыка трубчатого элемента допускается производить испытание образцов, вырезанных из контрольных сварных соединений, сваренных в наиболее трудном для сварки положении.

4.3.17.9 Термообработка контрольных сварных соединений должна выполняться одновременно с сосудом (сборочной единицей, деталью). Допускается термообработку контрольных сварных соединений производить отдельно от сосуда (сборочной единицы, детали) при условии применения одинаковых метода и режима термообработки.

4.3.17.10 Для металлографического контроля качества угловых и тавровых сварных соединений штуцеров и люков с корпусом аппарата каждый сварщик, выполняющий эти операции, должен сваривать одно контрольное соединение на изделие согласно рисунку 19. Независимо от толщины патрубков штуцеров и люков, сваренных данным сварщиком, подготовка кромок под сварку на контрольном соединении должна соответствовать подготовке кромок под вварку штуцера или люка в корпус.



а *б*

Рисунок 19 – Контрольные сварные соединения для проведения металлографического контроля

а – контрольное соединение приварки штуцера в корпус аппарата

б – контрольное соединение для проверки качества угловых и тавровых швов

4.3.18 Термообработка

4.3.18.1 Сосуды (сборочные единицы, детали) из титана и его сплавов должны подвергаться термической обработке в следующих случаях:

- полуфабрикаты (заготовки) в виде прутков, поковок, трубной заготовки и др., не подвергавшиеся термообработке на предприятии-поставщике полуфабрикатов;
- детали, подвергнутые в процессе изготовления холодной и горячей деформации (степень деформации после холодной гибки указана в п. 4.3.2.8);
- после окончательной сборки и сварки сосудов при наличии указаний в техническом проекте.

4.3.18.2 Детали и заготовки сосудов должны подвергаться термической обработке по режимам, указанным в таблице 18, в случаях, указанных ниже.

По режиму полного отжига:

- детали и заготовки после горячей гибки и штамповки, в том числе днища;
- детали и заготовки после холодной штамповки и гибки со степенью деформации, превышающей указанную в таблице 3 (п. 4.3.2.8);
- поковки и прутки, не подвергавшиеся этой термообработке на предприятии-изготовителе.

По возможности разрыв во времени между горячей гибкой и штамповкой и последующим полным отжигом должен быть минимальным.

По режиму неполного отжига:

- детали и заготовки, подвергавшиеся местному нагреву при выполнении технологических операций (кроме сварки), не

связанных с деформацией металла, превышающей указанную в таблице 3;

- сосуды из титана и титановых сплавов после окончательной сборки и сварки при наличии указаний в технологическом проекте.

4.3.18.3 Если технологическим процессом полный отжиг заготовок и деталей в соответствии с требованиями п. 4.3.18.2 не был предусмотрен, то готовые изделия должны подвергаться полному отжигу.

4.3.18.4 Термообработка производится по технологии предприятия-изготовителя в соответствии с таблицей 18.

Таблица 18 – Режимы термообработки

Марка	Температура термообработки, °С	
	Неполный отжиг	Полный отжиг
ВТ1-0, ВТ1-00	450 - 490	650 - 670
0Т4-0	480 - 520	660 - 680
Примечание – По согласованию со специализированной организацией допускается проводить полный отжиг при более высоких температурах при условии последующей механической обработки.		

4.3.18.5 Термообработку производить в электрических или газовых печах в окислительной или нейтральной атмосфере.

4.3.18.6 После исправления дефектов после термической обработки изделие подлежит обязательной повторной термической обработке. Допускается местная термическая обработка, если изделие до проведения исправлений подвергалось объемной термообработке.

В этом случае местная термообработка должна производиться с обеспечением равномерного нагрева и охлаждения по всей длине дефектного участка и прилегающих к нему зон на ширину в 250-300 мм.

Местная термообработка не должна выполняться газопламенным нагревом.

4.3.18.7 В случае образования на поверхности изделия газонасыщенного слоя темно-синего цвета, он подлежит удалению.

Цвета побежалости соломенного, темно-желтого, зеленого и голубого цветов с поверхности изделия допускается не удалять, если температура единовременного нагрева не превышала 680°С.

4.3.18.8 Газонасыщенный слой следует удалять механической обработкой, травлением или другим методом по технологии предприятия-изготовителя.

При удалении газонасыщенного слоя механической обработкой параметр шероховатости поверхности должен быть не более R_Z 30...60 по ГОСТ 2789 (по эталону предприятия-изготовителя).

Полнота удаления газонасыщенного слоя определяется металлографическим методом на образце-свидетеле, прошедшем нагрев совместно с контролируемым изделием и подвергнутому удалению газонасыщенного слоя по той же технологии, что и изделие.

4.3.18.9 Изделия с трудноудаляемой окалиной следует подвергать многократной гидрообдувке песком, очисткой шлифзерном, дроблению холодной или теплой прогладкой (листы), до полного удаления окалины (в случае травления изделий с трудноудаляемой окалиной в растворах кислот происходит усиленное травление освобожденных от окалины участков, а оставшаяся окалина удаляется очень медленно).

4.3.18.10 Для листового материала и для изделий несложной конфигурации без щелевых зазоров, как исключение, допускается пескоструйная обработка чугунным или корундовым песком с обязательным последующим травлением и осветлением в кислотных растворах.

4.3.18.11 Не допускается травление паяных соединений и изделий, имеющих незащищенную наружную и внутреннюю резьбы.

4.3.18.12. Поверхность титана после удаления окалины должна быть светлой. Наличие отдельных незначительных участков окалины удаляется механическим способом.

4.3.18.13 Для исправления брака при некачественном травлении повторить операцию травления при сохранении регламентированных размеров детали.

4.3.18.14 Если изделие должно подвергаться многократному травлению, то в этих случаях необходимо одновременно производить травление на образце-свидетеле от той же марки, плавки сплава, на котором производили контроль на содержание водорода и испытания на ударную вязкость (KCU) по ГОСТ 9454, особенно в сварных соединениях.

4.3.18.15 Содержание водорода в титане определять спектральным методом по инструкции предприятия-изготовителя сосуда.

4.3.18.16. В результате травления изделия съем металла не должен выводить толщину листа за пределы минусового допуска. Допустимость более значительного утонения металла проверяется расчетом. После травления изделие должно иметь матовую поверхность без следов раствора.

4.3.18.17 Окалину, легко поддающуюся травлению, можно удалять травлением в кислотных растворах без предварительной обработки в щелочном растворе.

4.3.19 Маркировка

4.3.19.1 Сосуды должны иметь табличку, соответствующую требованиям ГОСТ 12971, которая размещается на видном месте.

Табличку допускается не устанавливать на сосудах наружным диаметром 325 мм и менее. В этом случае необходимые данные наносятся на корпус сосуда.

Табличка крепится на приварном подкладном листе, приварной скобе, приварных планках или приварном кронштейне.

4.3.19.2 На табличку должны быть нанесены:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование или обозначение (шифр заказа) сосуда;
- порядковый номер сосуда по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- расчетное давление, МПа;
- рабочее или условное давление, МПа;
- пробное давление, МПа;
- допустимая максимальная и (или) минимальная рабочая температура стенки, °С;
- масса сосуда, кг;
- год изготовления;
- клеймо технического контроля.

Сосуды, прошедшие сертификацию, должны маркироваться знаком соответствия согласно ГОСТ Р 50460.

4.3.19.3 На наружной поверхности стенки сосуда должна быть нанесена маркировка:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- клеймо технического контроля.

Маркировка сосудов с толщиной стенки корпуса 4 мм и более наносится клеймением или гравировкой, а с толщиной стенки менее 4 мм – несмываемой краской. Маркировка заключается в рамку, выполненную атмосферостойкой краской, и защищается бесцветным лаком (тонким слоем смазки). Глубина маркировки клеймением или гравировкой должна быть в пределах 0,2-0,3 мм.

Качество и цвет маркировки должны соответствовать ГОСТ 26828.

Примечание – Допускается наносить маркировку на пластину, приваренную к корпусу сосуда рядом с табличкой.

4.3.19.4 Шрифт маркировки должен соответствовать ГОСТ 26.020 для плоской печати и ГОСТ 26.008 для ударного способа.

4.3.19.5 Кроме основной маркировки следует:

а) выполнить по две контрольные метки вверху и внизу обечайки под углом 90° на неизолируемых вертикальных сосудах, не имеющих специальных приспособлений для выверки вертикальности их на фундаменте;

б) нанести монтажные метки (риски), фиксирующие в плане главные оси сосуда, для выверки проектного положения его на фундаменте;

в) нанести несмываемой краской отличительную окраску на строповые устройства;

г) прикрепить (или отлить) стрелку, указывающую направление вращения механизмов, при этом стрелку необходимо окрасить в красный цвет несмываемой краской;

д) нанести монтажную маркировку (для негабаритных сосудов, транспортируемых частями);

е) нанести отметки, указывающие положение центра масс на обечайке сосудов, при этом отметки расположить на двух противоположных сторонах сосуда;

ж) указать диаметр отверстий под регулировочные болты несмываемой краской вблизи от одного из отверстий (при наличии регулировочных болтов в опорной конструкции сосуда).

Примечание – Отметки центра масс выполняются по ГОСТ 14192 (рекомендуется по чертежу 12). Когда координаты центра масс изделия и груза, отправляемого без упаковки в тару, совпадают, то «знак» нанести один раз с двух сторон. К «знаку», определяющему координаты «центра масс», дополнительно нанести буквы «ЦМ».

4.3.19.6 Маркировка отгрузочных мест должна наноситься по ГОСТ 14192.

4.3.19.7 На транспортируемых частях негабаритных сосудов должно быть указано:

- обозначение сосуда;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- обозначение транспортируемой части.

4.3.19.8 На каждом сосуде, поставочном блоке, негабаритных частях сосуда должны быть указаны места крепления стропов, положение центра масс. Должны быть предусмотрены и поставлены предприятием-изготовителем устройства в соответствии с технической документацией, обеспечивающие установку в проектное положение сосуда в собранном виде или поставочного блока.

4.3.20 Консервация, упаковка

4.3.20.1 Консервации подлежат сосуды, принятые отделом технического контроля.

Консервация неокрашенных поверхностей стальных элементов сосудов и аппаратов, поставляемых в полностью собранном виде, а также негабаритных поставочных блоков и комплектующих деталей и сборочных единиц, входящих в объем поставки, должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014, ОСТ 26-01-890 или другой технической документацией и обеспечивать защиту от коррозии при транспортировании, хранении и монтаже в течение 24 месяцев со дня отгрузки с предприятия-изготовителя. Методы консервации и применяемые для этого материалы должны обеспечивать возможность расконсервации оборудования в сборе и поставочных блоков (сборочных единиц) без их разборки. Поверхность

сосуда (сборочной единицы) перед окраской должна быть подготовлена с учетом требований ГОСТ 9.402 по инструкции предприятия-изготовителя. Кромки, подлежащие сварке на монтажной площадке, и прилегающие к ним поверхности шириной 50-60 мм должны защищаться. Окраска кромок не допускается.

4.3.20.2 Трубопроводы и арматура, поставляемые отдельно (отсоединенными) от оборудования после контрольной сборки, испытаний и маркировки должны быть законсервированы в соответствии с п. 4.3.20.1, закрыты с обоих концов пробками, заглушками и т.д. и снабжены комплектами прокладок и крепежных изделий.

4.3.20.3 Предохранительные клапаны должны поставляться отрегулированными на установленное давление.

4.3.20.4 В технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке, должны быть предусмотрены требования по таре, упаковке и подготовке изделий к транспортированию, а также перечень грузовых мест подготовленного к транспортированию изделия с указанием их параметров, массы, вида (типа) тары (ящика) или упаковки и способа крепления груза внутри тары.

Категория упаковки принимается в соответствии с ГОСТ 23170 и указывается в технических условиях на конкретное изделие.

4.3.20.5 Все элементы на сосудах и аппаратах должны быть жестко закреплены.

4.3.20.6 Все отверстия, патрубки, штуцеры, муфты и присоединительные фланцы сосудов, поставляемых в сборе, а также поставочных блоков, должны быть закрыты пробками или заглушками для защиты от повреждений уплотнительных поверхностей и от загрязнений. При этом ответственные разъемы оборудования, поставляемого в сборе, и поставочных блоков (узлов) должны быть опломбированы.

4.3.20.7 Штуцеры, установленные на сосудах и не имеющие ответных фланцев, должны быть закрыты заглушками или пробками. Ответные разъемы аппаратов, отправляемых частями, по усмотрению предприятия-изготовителя, должны быть заглушены.

4.3.20.8 Отдельно отправляемые детали (изделия) должны быть упакованы в ящики или собраны в пакеты.

Вид упаковки выбирается предприятием-изготовителем, если нет специальных указаний в чертежах.

Типы, размеры и требования к ящикам, транспортным пакетам, способам и средствам скрепления должны соответствовать ГОСТ 2991, ГОСТ 10198, ГОСТ 5959 и указываться в технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

4.3.20.9 В технической документации на изделие должны быть указаны требования по нанесению на каждое грузовое место транспортной маркировки, ее содержанию, месту нанесения и способу выполнения в соответствии с ГОСТ 14192.

4.3.20.10 Каждое грузовое место должно иметь свой упаковочный лист, который должен быть вложен в пакет из водонепроницаемой бумаги или бумаги с полиэтиленовым покрытием. Пакет дополнительно завертывается в водонепроницаемую бумагу и размещается в специальном кармане, изготовленном в соответствии с документацией, применяемой на предприятии-изготовителе. Карман крепится около маркировки груза. К ярлыку грузов, отправляемых в пакетах и связках, должен крепиться футляр для упаковочного листа, выполненный в соответствии с документацией, используемой на предприятии-изготовителе.

Второй экземпляр упаковочного листа вместе с технической документацией упаковывается в грузовое место № 1.

4.3.20.11 Декоративная окраска наружных поверхностей аппаратов производится при наличии требований в техническом проекте.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1 При изготовлении, испытании, монтаже, эксплуатации и ремонте аппаратов следует руководствоваться настоящим стандартом, инструкцией по эксплуатации аппаратов, «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора России ПБ 03-576-03, стандартами и нормами по технике безопасности и промышленной санитарии.

5.2 При испытании, монтаже, эксплуатации и ремонте сосудов, предназначенных для производства взрыво-пожароопасных продуктов и сильнодействующих ядовитых веществ, следует руководствоваться «Правилами безопасности во взрывоопасных и взрыво-пожароопасных химических и нефтехимических производствах».

5.3 Требования безопасности при изготовлении, испытании и эксплуатации сосудов, не предусмотренные настоящим стандартом, должны устанавливаться в соответствии с требованиями технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

5.4 Сосуды должны конструироваться и изготовляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003.

5.5 Сосуды и их составные части массой более 20 кг должны иметь места или специальные приспособления для стороповки.

Строповка сосуда и поставочных блоков при подъеме и установке в проектное положение должна производиться в соответствии со схемами, указанными в эксплуатационной документации, поставляемой с сосудом.

5.6 Конструкция фланцевых соединений сосудов должна обеспечивать герметичность в пределах параметров, установленных в конкретных технических условиях.

5.7 Площадки для обслуживания сосудов должны иметь ограждения и лестницы с поручнями.

5.8 Температура наружной поверхности сосудов, с которыми может соприкасаться обслуживающий персонал, устанавливаемых в производственных помещениях, не должна превышать 45°С.

Требуемая теплоизоляция должна производиться на месте монтажа.

5.9 Не допускается разборка и ремонт сосудов, находящихся под избыточным давлением, до полного снятия давления.

5.10 Сосуд у потребителя должен быть заземлен согласно «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) и защищен от статического электричества.

5.11 Охрана окружающей среды обеспечивается путем соблюдения технических требований, установленных в разделе 4 настоящего стандарта.

6 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

6.1 Перед гидравлическим (пневматическим, наливом водой и др.) испытанием, до установки съемных внутренних устройств, должен производиться осмотр изделия без применения увеличительных приборов.

На наружной и внутренней поверхностях изделия не должно быть плен, закатов, расслоений, грубых рисок, трещин, а на сварных швах также наплывов, подрезов, трещин, пор и других дефектов, снижающих качество и ухудшающих товарный вид изделий. Внутри изделия не допускается наличие грязи и посторонних предметов.

6.2 При осмотре проверяется наличие и правильность нанесения маркировки на обечайках, днищах, фланцах, шпильках и табличке (пластинке).

Проверяется наличие клейм сварщиков на сварных швах.

Места расположения и содержание маркировки и клеймения должны соответствовать требованиям настоящего стандарта для соответствующих деталей и сборочных единиц изделия.

6.3 У негабаритных по диаметру сосудов, отправляемых на строительную площадку укрупненными поставочными блоками, на предприятии-изготовителе проверяется наличие и правильность технологической маркировки на частях, узлах и деталях, нанесенной при контрольной сборке, и соответствие ее прилагаемой схеме монтажной маркировки.

6.4 При приемке должно проверяться соответствие сосудов, а также сборочных единиц и деталей требованиям технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

6.5 Гидравлическое испытание сосудов и их элементов должно производиться предприятиями-изготовителями.

Гидравлическое испытание сосудов, транспортируемых частями и собираемых на месте монтажа, допускается проводить после их изготовления на месте установки.

6.6 Гидравлическое испытание сварных сосудов и аппаратов должно проводиться с крепежом и прокладками, предусмотренными в технической документации на сосуды. Значение пробного гидравлического давления $P_{ПР}$ сосудов определяют по формуле:

$$P_{ПР} = 1{,}25\, p\, \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_1}, \qquad (5)$$

где: p – расчетное давление, МПа (кгс/см^2);

$[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для материала сосуда и его элементов при температуре 20°С, МПа (кгс/см^2);

$[\sigma]_1$ – допускаемое напряжение для материала сосуда и его элементов при расчетной температуре, МПа (кгс/см^2).

Примечания

1 – Значение пробного гидравлического давления для сосудов, работающих при отрицательной температуре, принимают таким же, как при температуре 20°С.

2 – Когда сосуд рассчитывают по зонам, гидравлическое давление при испытании может определяться с учетом зоны, в которой расчетное давление и расчетная температура имеют меньшее значение.

3 – Для сосудов, работающих под наружным давлением, гидравлическое давление определять как

$$P_{ПР} = 1{,}25\, p\, \frac{E_{20}}{E_1}, \qquad (6)$$

если значения $1{,}25\, \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_1}$ вызывают необходимость утолщения стенки аппарата (E_{20} – модуль упругости при 20°С; E_1 – модуль упругости при расчетной температуре).

При испытании вертикальных сосудов в горизонтальном положении к пробному давлению прибавляется гидростатическое давление, действующее на сосуд в процессе его эксплуатации.

Для гидравлического испытания сосуда должна использоваться вода. Допускается по согласованию с разработчиком сосуда использование другой жидкости.

6.7 Для сосудов, работающих под вакуумом, расчетное давление принимается равным 0,1 МПа (1 кгс/см^2).

6.8 Сосуды, работающие под давлением не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2), должны испытываться при гидравлическом давлении $P_{ПР}$ = 0,1 МПа (1 кгс/см^2), если нет других указаний в документации проектной организации.

6.9 Сосуды, работающие при атмосферном давлении, испытываются наливом воды. Залитый водой до верхней кромки сосуд выдерживается 4 часа до начала осмотра с обстукиванием сварных швов молотком. Допускается в отдельных случаях испытание производить смачиванием керосином сварных швов (ГОСТ 3242).

6.10 При испытании сварных швов керосином поверхность контролируемого шва должна быть обильно смочена керосином в течение всего периода испытания. Наименьшее время выдержки при испытании керосином согласно таблице 19.

Таблица 19 – Время выдержки при испытании смачиванием керосином

Толщина шва, мм	Время выдержки, мин., при положении шва	
	нижнем	потолочном, вертикальном
До 4 включ.	20	30
Св. 4 до 10 включ.	25	35
Св. 10	30	40
Примечание – При наличии обоснованных требований проектной организации время испытания керосином может быть увеличено.		

6.11 Плотность приварки укрепляющих колец и патрубков штуцеров проверяется пневматическим испытанием при давлении 0,4-0,6 МПа (4-6 кгс/см^2), но не более расчетного давления сосуда, с обмыливанием швов внутри и снаружи сосуда.

6.12 Когда проведение гидравлического испытания на прочность сосуда невозможно (большие напряжения от массы воды в сосуде, трудность удаления воды и т.п.), разрешается заменять гидравлическое испытание пневматическим (воздухом или инертным газом). Этот вид испытания допускается при условии его контроля методом акустической эмиссии (или другим согласованным с Госгортехнадзором России методом).

Пневматическое испытание проводится с соблюдением особых мер предосторожности (вентиль от источника давления и манометры выводятся за пределы помещения, в котором находится испытываемый сосуд, а люди на время испытания удаляются в безопасное место) только при положительных результатах тщательного внутреннего и наружного осмотра сварных швов и проверки технической документации по контролю качества сварных соединений.

6.13 Во всех случаях гидравлического или пневматического испытаний при проверочных расчетах толщин стенок при пробном давлении должен соблюдаться запас прочности к сопротивлению разрыву при температуре 20°С не менее 1,8 – при гидравлическом испытании и 2,0 – при пневматическом.

Температура воды при гидравлическом испытании должна быть не менее плюс 5 и не более плюс 40°С, если не имеется других указаний в чертежах.

6.14 При проверке прочности сосуда под пробным (испытательным) давлением время выдержки должно быть не менее:

10 мин. ..... для сосудов с толщиной стенки не более 50 мм;

20 мин. ..... для сосудов с толщиной стенки свыше 50 до 100 мм;

30 мин. ..... для сосудов с толщиной стенки свыше 100 мм;

60 мин. ..... для многослойных сосудов независимо от толщины стенки.

Затем пробное (испытательное) давление снижается до расчетного, при котором производится осмотр изделия; увеличение давления до пробного и снижение его до расчетного производятся постепенно в соответствии с заводской инструкцией.

Давление, равное расчетному, поддерживается в течение всего времени, необходимого для осмотра изделия. При пневматическом испытании на прочность сварные швы обмыливаются. Обстукивание сосуда под давлением при пневматическом испытании запрещается.

6.15 После проведения гидравлического испытания сосуда или частей негабаритного по длине сосуда, вода из них должна выть удалена. После удаления воды сосуды, их элементы, в том числе змеевики, секции погружных холодильников и т.д. должны быть продуты сухим сжатым воздухом для окончательной осушки.

Примечание – Допускается подвергать гидравлическому испытанию весь сосуд или сосуд с разъемом его по фланцевым соединениям или с разрезкой по монтажным стыкам и подготовкой кромок под монтажную сварку.

6.16 Сосуды признаются выдержавшими испытание, если:

- в процессе испытания не замечается падения давления по манометру, течи, капель, потения или пропуска газа через сварные швы (пропуск через неплотности арматуры, если это не мешает сохранению пробного (испытательного) давления, не считается течью);
- после испытания не замечается остаточных деформаций;
- не обнаруживается признаков разрыва.

6.17 Результаты пробного (испытательного) гидравлического (пневматического, вакуумного) испытания оформляются актом и заносятся в паспорт изделия.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1 Транспортирование сосудов железнодорожным транспортом должно осуществляться в соответствии с требованиями Министерства путей сообщения.

Транспортирование и крепление сосудов следует производить в соответствии с требованиями технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

Допускается транспортирование сосудов автомобильным и водным транспортом.

7.2 Условия транспортирования и хранения сосудов на предприятии-изготовителе и монтажных площадках должны обеспечивать сохранность качества сосудов, предохранять их от коррозии, загрязнения, механических повреждений и деформации.

7.3 Категории и условия транспортирования и хранения сосудов в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150, а в части механических факторов по ГОСТ 23170, следует указывать в технической документации на изделие, утвержденной в установленном порядке.

7.4 Транспортирование и погрузочно-разгрузочные работы должны проводиться без резких толчков и ударов в целях обеспечения сохранности оборудования и его упаковки.

8 ДОКУМЕНТАЦИЯ

8.1 В технической документации на конкретное изделие, поставляемой предприятием-изготовителем вместе с оборудованием, должны быть указаны:

- места установки уровня для выверки положения сосудов на фундаменте в процессе монтажа (при необходимости);
- габаритные размеры, масса и положение центра масс сосуда в сборе, а также поставочного блока;
- места строповки сосуда в сборе, а также каждого поставочного блока без упаковки;
- места установки пломб.

В технической документации должен быть указан перечень поставочных блоков, входящих в объем поставки.

8.2 К поставляемым предприятием-изготовителем сосудам должна прилагаться следующая документация:

- паспорт в одном экземпляре с приложениями. Паспорт для сосудов 1-ой и 2-ой групп составляется по форме приложения 2 ПБ 03-576-03, для сосудов групп 3*а* и 3*б* по форме приложения 1 ПБ 03-584-03;
- сборочный чертеж изделия и чертежи основных сборочных единиц с приложением необходимых расчетов на прочность;
- монтажный чертеж (при необходимости, при поставке сосуда частями);
- инструкция по монтажу и руководство по эксплуатации, включая регламент пуска и остановки. Инструкция по монтажу и

руководство по эксплуатации должны быть составлены разработчиком сосуда. В руководстве по эксплуатации должны предусматриваться требования правил и норм промышленной безопасности и меры по предотвращению несанкционированных действий персонала при эксплуатации и диагностировании (ремонте) сосуда;

- техническая и сопроводительная документация на комплектующие изделия (электродвигатели, редукторы, насосы и др.);
- акт о проведении контрольной сборки или контрольной проверке размеров, схема монтажной маркировки, три комплекта сборочных чертежей (для сосудов, транспортируемых частями);
- к сосудам, испытанным на предприятии-изготовителе или разобранным для транспортирования, кроме паспорта, должен прилагаться акт о проведении гидравлического или пневматического испытания;
- к изделиям, имеющим быстроизнашивающиеся сборочные единицы (например, внутренние устройства аппаратов, фигурные прокладки и т.п.), предприятие-изготовитель по требованию заказчика прилагает рабочие чертежи этих сборочных единиц;
- ведомость запасных частей.

8.3 На чертеже, поставляемом с паспортом сосуда, предприятие-изготовитель должно указать перечень транспортных блоков (частей).

8.4 К деталям и сборочным единицам, поставляемым по кооперации, следует прилагать документ о качестве (свидетельство, удостоверение).

8.5 Сопроводительная документация на сосуды для экспорта должна соответствовать ГОСТ 2.601, положению о порядке составления, оформления и рассылки технической и товаросопроводительной документации на товары, поставляемые для экспорта.

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие сосудов требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

9.2 Гарантийный срок эксплуатации сосудов устанавливается в контракте (договоре). Если гарантийный срок контрактом (договором) не установлен, то он должен быть не менее 18 месяцев со дня ввода сосуда в эксплуатацию, но не более 24 месяцев после отгрузки с предприятия-изготовителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Таблица А1 – Химический состав металлопродукции из титана и его сплавов

Марка	Обозначение стандарта	Содержание элементов, %										
		Ti	Al	Mn	Примеси, не более							
					C	Fe	Si	Zr	O	N	H	сумма прочих примесей
ВТ1-00	ГОСТ 19807	осн.	-	-	0,05	0,20	0,08	-	0,10	0,04	0,008	0,10
ВТ1-0		осн.	-	-	0,07	0,20	0,08	-	0,12	0,04	0,010	0,30
0Т4-0		осн.	0,2–1,4	0,2–1,3	0,10	0,30	0,15	0,30	0,15	0,05	0,012	0,30
Примечания 1 Допускаемое содержание алюминия в титане марки ВТ1-00 не более 0,3%, марки ВТ1-0 не более 1,0%. 2 Допускаемое содержание железа в титане марки ВТ1-00, предназначенном для изготовления сварочной проволоки, не более 0,15%.												
ВТ1-00	ОСТ 1 90013	осн.	-	-	0,05	0,20	0,08	-	0,10	0,04	0,008	0,10
ВТ1-0		осн.	-	-	0,07	0,30	0,10	-	0,20	0,04	0,010	0,30
0Т4-0		осн.	0,2–1,4	0,2–1,3	0,10	0,30	0,15	0,30	0,15	0,05	0,012	0,30
Примечания 1 В титане марки ВТ1-00 (не предназначенном для изготовления сварочной проволоки) допускается содержание алюминия не более 0,30%, а титане марки ВТ1-0 – не более 0,70%. 2 В титане марки ВТ1-00 при изготовлении из него сварочной проволоки содержание следующих элементов должно быть не более: водорода – 0,003%, алюминия – 0,20%, железа – 0,15%, кислорода – 0,12%.												

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Механические свойства металлопродукции из титана и его сплавов в состоянии поставки

Таблица Б1 – Листы

Марка	Обозначение стандарта или ТУ	Толщина, мм	Механические свойства	
			Временное сопротивление разрыву σ_B, кгс/мм^2	Относительное удлинение δ_5, % не менее
ВТ1-00	ГОСТ 22178	От 0,3 до 1,8 включ.	30	30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20
	ОСТ 1 90218	От 0,3 до 1,8 включ.	30 – 45	30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20
ВТ1-0	ГОСТ 22178	От 0,3 до 0,4 включ.	38	25
		Св. 0,4 до 1,8 включ.		30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20
	ОСТ 1 90218	От 0,3 до 0,4 включ.	40 – 55	25
		Св. 0,4 до 1,8 включ.		30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20
0Т4-0	ГОСТ 22178	От 0,3 до 0,4 включ.	48	25
		Св. 0,4 до 1,8 включ.		30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20
	ОСТ 1 90218	От 0,3 до 0,4 включ.	50 – 65	25
		Св. 0,4 до 1,8 включ.		30
		Св. 1,8 до 6,0 включ.		25
		Св. 6,0 до 10,5 включ.		20

Таблица Б2 – Плиты

Марка	Обозначение стандарта или ТУ	Толщина, мм	Механические свойства			
			Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, кгс/мм^2	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Угол изгиба, град.
			не менее			
ВТ1-00	ГОСТ 23755	От 11 до 60 включ.	30 – 50	14	28	-
		Св. 60 до 150 включ.	30 – 50	11	25	-
	ОСТ 1 90024	От 12 до 60 включ.	30 – 45	14	30	-
ВТ1-0	ГОСТ 23755	От 11 до 60 включ.	38 – 58	13	27	-
		Св. 60 до 150 включ.	30 – 55	10	24	-
	ОСТ 1 90024	От 12 до 36 включ.	40 – 55	13	27	40
		Св. 36 до 60 включ.	40 – 55	13	27	-
	ТУ 1-5-328	От 12 до 40 включ.	38 – 55	13	-	40
		Св. 41 до 60 включ.	38 – 55	13	-	-
		Св. 70 до 150 включ.	более 30	10	-	-
0Т4-0	ГОСТ 23755	От 11 до 20 включ.	более 50	12	-	-
		Св. 20 до 60 включ.	более 50	11	-	-
		Св. 60 до 150 включ.	более 50	10	-	-
	ОСТ 1 90024	От 12 до 20 включ.	50 – 65	12	24	-
		Св. 21 до 60 включ.	50 – 60	11	24	-

Таблица Б3 – Трубы

Марка	Обозначение стандарта или ТУ	Диаметр трубы, мм	Механические свойства	
			Временное сопротивление разрыву σ_B, кгс/мм^2	Относительное удлинение δ_5, % не менее
ВТ1-00	ГОСТ 24890	От 25,0 до 102,0 включ.	30 – 45	20
	ТУ 1825-489-07510017	От 10,0 до 40,0 включ.	не менее 30	25
	ОСТ 1 90050	От 6,0 до 62,0 включ.	30 – 45	20
	ОСТ 1 90065	От 8,0 до 30,0 включ.	30 – 45	25
ВТ1-0	ГОСТ 21945	От 83,0 до 480,0 включ.	35 – 58	20
	ГОСТ 22897	От 5,8 до 130,0 включ.	35 – 58	24
	ГОСТ 24890	От 38,0 до 102,0 включ.	40 – 55	15
	ОСТ 1 90050	От 6,0 до 62,0 включ.	40 – 55	20
	ТУ 1825-489-07510017	От 10,0 до 40,0 включ.	не менее 40	20
	ОСТ 1 90065	От 8,0 до 30,0 включ.	40 – 55	20
0Т4-0	ГОСТ 24890	От 25,0 до 102,0 включ.	50 – 65	15
	ОСТ 1 90050	От 6,0 до 62,0 включ.	50 – 65	15
	ТУ 1825-489-07510017	От 10,0 до 40,0 включ.	не менее 50	15
	ОСТ 1 90065	От 8,0 до 30,0 включ.	50 – 65	18

Таблица Б4 – Прутки

Марка	Обозначение стандарта или ТУ	Диаметр или сторона квадрата, мм	Механические свойства				
			Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, кгс/мм^2	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU, кгс·м/см^2	Твердость по Бринелю (диаметр отпечатка) 10/3000, мм
			не менее				
ВТ1-00	ОСТ 1 90107	До 150 включ. Св. 150 до 250 включ.	27 – 45 27 – 45	21 19	36 34	6 6	4,9 – 5,5
	ОСТ 1 90173	От 10 до 60 включ.	30 – 45	25	55	12	4,9 – 5,5
	ОСТ 1 90266	От 65 до 100 включ. От 110 до 150 включ.	30 – 45 27 – 45	25 -	55 -	12 6	4,9 – 5,5
	ОСТ 1 92020	От 15 до 100 включ.	30 – 45	25	55	12	-
ВТ1-0	ОСТ 1 90107	До 150 включ. Св. 150 до 250 включ.	36 – 55 36 – 55	17 15	32,5 30	5 5	4,7 – 5,2
	ОСТ 1 90173	От 10 до 60 включ.	40 – 55	20	50	10	4,7 – 5,2
	ОСТ 1 90266	От 65 до 100 включ. От 110 до 150 включ.	40 – 55 36 – 55	20 19	50 32	10 5	4,7 – 5,2
	ОСТ 1 92020	От 15 до 100 включ.	40 – 55	20	50	10	-
0Т4-0	ОСТ 1 90107	От 140 до 250 включ.	45 – 63	17	30	5	4,2 – 4,8
	ОСТ 1 90173	От 10 до 60 включ.	50 – 65	20	45	7	4,2 – 4,8
	ОСТ 1 90266	От 65 до 100 включ. От 110 до 150 включ.	50 – 65 45 – 65	20 20	40 32	7 5	4,2 – 4,8
	ОСТ 1 92020	От 15 до 100 включ.	50 – 65	20	45	7	

Таблица Б5 – Поковки и штамповки

Марка	Обозначение стандарта	Толщина, мм	Механические свойства			
			Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, кгс/мм^2	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Твердость по Бринелю (диаметр отпечатка) 10/3000, мм
				не менее		
ВТ1-00	ОСТ 1 90000	До 100 включ.	30 – 45	25	55	4,9 – 5,5
		Св. 100 до 150 включ.	27 – 45	21	36	
		Св. 150 до 250 включ.	27 – 45	19	34	
ВТ1-0		До 100 включ.	40 – 55	20	30	4,7 – 5,2
		Св. 100 до 150 включ.	36 – 55	17	32,5	
		Св. 150 до 250 включ.	36 – 55	15	30	
0Т4-0		До 100 включ.	50 – 65	20	45	4,2 – 4,8
		Св. 100 до 250 включ.	45 – 65	17	30	

Таблица Б6 - Сварочная проволока

Марка сварочной проволоки	Обозначение стандарта или ТУ	Диаметр проволоки, мм	Механические свойства	
			Временное сопротивление разрыву σ_B, кгс/мм^2 не более	Относительное удлинение δ, % не менее
ВТ1-00св	ОСТ 1 90015	От 1,0 до 1,7 включ.	48	15
	ТУ 1-9-922	От 1,0 до 7,0 включ.	48	30
	ГОСТ 27265	От 1,0 до 1,7 включ.	48	30
0Т4-1св	ОСТ 1 90015	От 1,0 до 1,4 включ.	80	7,5
		От 1,5 до 3,0 включ.	80	9,0
		От 3,5 до 7,0 включ.	80	12,0
	ГОСТ 27265	От 1,0 до 1,4 включ.	80	7,5
		Св. 1,4 до 3,0 включ.	80	9,0
		Св. 3,0 до 7,0 включ.	80	12

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Таблица В1 – Листовой прокат

Марка сплава, стандарт или технические условия	Толщина, мм	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытания и требования
			Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2) не более	
ВТ1-00 ГОСТ 19807 ОСТ 1 90013	От 0,3 до 10,5 включ.	ГОСТ 22178	До плюс 300	10 (100)	ГОСТ 22178
		ОСТ 1 90218			ОСТ 1 90218
	От 12 до 60 включ.	ОСТ 1 90024			ОСТ 1 90024
	От 11 до 150 включ.	ГОСТ 23755			ГОСТ 23755
ВТ1-0 ГОСТ 19807 ОСТ 1 90013	От 0,3 до 10,5 включ.	ГОСТ 22178	До плюс 300	10 (100)	ГОСТ 22178
		ОСТ 1 90218			ОСТ 1 90218
	От 12 до 60 включ.	ОСТ 1 90024			ОСТ 1 90024
	От 11 до 150 включ.	ГОСТ 23755			ГОСТ 23755
	От 12 до 150 включ.	ТУ 1-5-328			ТУ 1-5-328
0Т4-0 ГОСТ 19807 ОСТ 1 90013	От 0,3 до 10,5 включ.	ГОСТ 22178	До плюс 400	10 (100)	ГОСТ 22178
		ОСТ 1 90218			ОСТ 1 90218
	От 12 до 60 включ.	ОСТ 1 90024			ОСТ 1 90024
	От 11 до 150 включ.	ГОСТ 23755			ГОСТ 23755
ВТ1-00 ВТ1-0 ОСТ 1 90013	От 0,10 до 1,50 включ. (лента)	ОСТ 1 90027	До плюс 300	10 (100)	ОСТ 1 90027
0Т4-0 ОСТ 1 90013			До плюс 400		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Таблица Г1 – Трубы

Марка сплава	Диаметр, мм	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытания и требования
			Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2) не более	
ВТ1-00	От 6,0 до 62,0 включ.	ОСТ 1 90050 (катанные и тянутые)	До плюс 300	10 (100)	ОСТ 1 90050
	От 8,0 до 30,0 включ.	ОСТ 1 90065 (повышенного качества)			ОСТ 1 90065
ВТ1-0	От 6,0 до 62,0 включ.	ОСТ 1 90050 (катанные и тянутые)	До плюс 300	10 (100)	ОСТ 1 90050
	От 83,0 до 480,0 включ.	ГОСТ 21945 (трубы бесшовные горячекатаные)			ГОСТ 21945
	От 5,8 до 130,0 включ.	ГОСТ 22897 (трубы бесшовные холоднодеформированные)			ГОСТ 22897
	От 8,0 до 30,0 включ.	ОСТ 1 90065 (повышенного качества)			ОСТ 1 90065
ВТ1-00 ВТ1-0	От 25,0 до 102,0 включ.	ГОСТ 24890 (сварные)	До плюс 300	10 (100)	ГОСТ 24890
	От 10,0 до 40,0 включ.	ТУ 1825-489-07510017 (сварные)			ТУ 1825-489-07510017
0Т4-0	От 6,0 до 62,0 включ.	ОСТ 1 90050 (катанные и тянутые)	До плюс 400	10 (100)	ОСТ 1 90050
	От 10,0 до 40,0 включ.	ТУ 1825-489-07510017 (сварные)			ТУ 1825-489-07510017
	От 25,0 до 102,0 включ.	ГОСТ 24890			ГОСТ 24890
	От 8,0 до 30,0 включ.	ОСТ 1 90065 (повышенного качества)			ОСТ 1 90065

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Таблица Д1 – Прутки

Марка сплава	Диаметр или сторона квадрата, мм	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытания и требования
			Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2) не более	
ВТ1-00 ВТ1-0	От 140 до250 включ.	ОСТ 1 90107 (прутки кованые)	До плюс 300	10 (100)	ОСТ 1 90107
	От 10 до 60 включ.	ОСТ 1 90173 (прутки катаные)			ОСТ 1 90173
	От 65 до 150 включ.	ОСТ 1 90266 (прутки катаные)			ОСТ 1 90266
0Т4-0	От 65 до 150 включ.	ОСТ 1 90266 (прутки катаные)	До плюс 400	10 (100)	ОСТ 1 90266
	От 15 до 100 включ.	ОСТ 1 92020 (прутки прессованные)			ОСТ 1 92020

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Таблица Е1 – Поковки, штамповки, кольца

Марка сплава	Толщина, мм	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытания и требования
			Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2) не более	
ВТ1-00 ВТ1-0	До 250 включ. поковки, штамповки	ОСТ 1 90000	До плюс 300	10 (100)	ОСТ 1 90000
0Т4-0					
ВТ1-0	До 100 включ. кольца цельнокатаные	ОСТ 1-92039			ОСТ 1-92039

Таблица Е2 – Группа поковок

Группа поковок	Вид испытания	Условия комплектования партии	Объем испытаний	Сдаточные характеристики
I	Испытание на растяжение Определение ударной вязкости Определение твердости	Индивидуально каждая поковка	100%	Временное сопротивление разрыву Относительное удлинение
II	Испытание на растяжение Определение ударной вязкости Определение твердости	Поковки одной плавки сплава, совместно прошедшие термическую обработку	В партии до 10 шт. – 1 шт.; свыше 10 шт. – 1%, не менее 2 шт. 100%	Временное сопротивление разрыву Относительное удлинение
III	Определение твердости	Поковки одной марки сплава, совместно прошедшие термическую обработку	100%	Твердость
IV	Без испытаний	Поковки одной марки сплава	-	-

Примечание – Поковки, из которых нельзя вырезать образцы для механических испытаний, не могут быть отнесены к I и II группам.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Таблица Ж1 – Сварочная проволока

Марка сплава	Марка проволоки	ОСТ или технические условия
ВТ1-00	ВТ1-00св	ТУ 1-9-922 ОСТ 1 90015 ГОСТ 27265
0Т4-0	0Т4-1св	ОСТ 1 90015 ГОСТ 27265

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)

Рекомендуемые области применения титана марок ВТ1-0 и ВТ1-00 в химическом машиностроении

Основные химические производства, использующие титановое оборудование, следующие:

1) хлора и каустической соды;
2) хлорное;
3) хлоридов и сульфатов металлов и минеральных удобрений на их основе;
4) красителей и продуктов органического синтеза;
5) азотной кислоты и азотных удобрений;
6) йода, брома и их солей.

В химическом машиностроении наибольшее применение находят титан марок ВТ1-0 и ВТ1-00.

Ограничено применение по температуре титана в производстве азотной кислоты. При концентрации азотной кислоты 80% титан применим при температуре до 100°С, а при концентрациях до 60% – при температурах до 280°С.

В уксусной кислоте 98,5%-ной температурный предел применения ограничивается 200°С. При применении титана в крепкой уксусной кислоте следует предусматривать наличие воды не менее 0,02%, в противном случае титан склонен к точечной коррозии.

В технологических средах производств, требующих подачи воздуха, обогащенного кислородом или кислорода под давлением, титан имеет ограничение применения по концентрации кислорода и давлению из-за возможной пирофорной реакции. Пирофорная реакция титана возможна также в жидком броме и сухом хлоре.

При применении титана следует учитывать возможность его наводораживания и охрупчивания при эксплуатации в кислых неокислительных средах.

Примечание – В производствах и процессах, отмеченных в тексте знаком *, допускается применение помимо титана марок ВТ1-0 и ВТ1-00 сплава титана марки 0Т4-0.

Прибавки для компенсации коррозии

1 Прибавка к расчетной толщине для компенсации коррозии должна назначаться с учетом условий эксплуатации, расчетного срока службы, скорости коррозии.

2 Прибавка C для компенсации коррозии к толщине внутренних элементов должна быть:

$2C$ – для несъемных нагруженных элементов, а также для внутренних крышек и трубных решеток теплообменников;

0,5С, но не менее 1 мм – для съемных нагруженных элементов;

С – для несъемных ненагруженных элементов.

Для внутренних съемных ненагруженных элементов прибавка для компенсации коррозии не учитывается.

3 При наличии на трубной решетке или плоской крышке канавок прибавка для компенсации коррозии принимается с учетом глубины этих канавок.

4 Прибавка для компенсации коррозии не учитывается при выборе прокладок для фланцевых соединений, болтов, опор, теплообменных труб и перегородок, теплообменных проставок и стояков.

Таблица И1 – Перечень производств и характеристика агрессивных сред, в которых титан марок ВТ1-0 и ВТ1-00 является коррозионностойким материалом

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
1	Адипиновой кислоты	- Растворы азотной кислоты 30÷60% и примесь дикарбоновых кислот, t = 90°С - Растворы дикарбоновой кислоты 27÷32%-ные, азотная кислота, нитрозные газы, t = 70°С - Растворы азотной 50%-ной и дикарбоновой 10%-ной кислот, циклогексан, t = 100°С
2	Азотной кислоты	- HNO_3 концентрацией до 60%, t до 250°С - HNO_3 концентрацией 30%, окислы азота, t до 280°С
3	Азотной кислоты (слабой)	- Азотная кислота 30%, t = 270°С - Нитрозные газы: $NO+NO_2$ (9,7%), O_2 (5,3%), N_2 (57,7%), H_2O (17,4%) – трубное пространство, t = 220°С - Хвостовые газы: $NO+NO_2$ (0,005%), O_2 (3%), N_2 (96,4%), H_2O (0,6%) – межтрубное пространство, t = 115°С - Азотная кислота 40%, t = 200°С
4	Азотной кислоты и нитратов: калиевой селитры, аммиачной селитры	- Азотная кислота 98%, t = 20°С - Хлористый калий, насыщенный раствор, t = 100°С - Аммиачная селитра, насыщенный раствор, t = 100°С
5	Акрилонитрила*	- HCl – 40,72÷50,7 г/л, $CuCl_2$ – 28,34%, NH_4Cl – 10–20%, t = 85°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
6	Аминов алкилированных	- Амины, хлорэтиленанилин, pH = 3, t = 295°С
7	Аммония азотнокислого	- Растворы аммония азотнокислого (70%), с примесями азотной кислоты (0,5%) и оксидов азота, t = 160°С - Азотная кислота 60%-ная – трубное пространство; аммоний азотнокислый (0,4%) или гидроксид аммония (0,15%) - межтрубное пространство, t = 90°С
8	Аммония хлористого	- Аммоний хлористый 18÷20%, натрий хлористый 10÷17%, тиосульфат натрия до 0,03%, t = 140°С - Растворы аммония хлористого до 27% и кристаллы аммония хлористого, t = 40÷100°С - Парогазовая смесь, содержащая капли раствора хлористого аммония, t = 40÷80°С
9	Аммошенита	- H_2SO_4 концентрацией 1%, двойная соль $(NH_4)_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$, NH_3, $Fe_2(SO_4)_3$, t = 35÷60°С
10	Аскорбиновой кислоты	- Диацетон-соброза (щелочность 7÷10 г/л), аскорбиновая кислота, HCl следы, pH до 0,1, t = 60÷80°С
11	Ацетальдегида*	- Водные растворы хлоридов, этилен, t = 110°С - Ацетальдегид, фюзельная вода, t = 65°С - Ацетальдегид, вода, примеси уксусной кислоты, t = 125°С - Ацетальдегид, t = 110°С - Уксусная кислота концентрацией 96%, t = 70°С - Уксусная кислота концентрацией 75%, ацетат марганца 5%, вода, t = 30°С
12	Ацетилцеллюлозы*	- Уксусная и масляная кислоты, t = 102÷130°С
13	Бария азотнокислого	- Пульпа: плав сернистого бария, азотная кислота 27÷30%, pH = 2÷3, t = 100°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
14	Бария хлористого	- Пульпа кристаллов бария хлористого; соотношение жидкой и твердой фаз Ж : Т = 4 : 1, состав жидкой фазы: барий хлористый – 3,7%, кальций хлористый – 20%, t = 80÷140°С - Растворы бария хлористого 18÷34%, t = 120°С
15	Бертолетовой соли*	- Хлориды ($CaCl_2$) и хлораты кальция [$Ca(ClO_3)_2$], температура кипения
16	Борной кислоты	- Пульпа с pH = 4,8÷5,2, Ж : Т = 1 : 4, состав твердой фазы в пересчете на сухое вещество следующий: $CaSO_4$ – 70%, B_2O_3 – 4,6÷4,8%, $SiO_2 \cdot nH_2O$ – 24%, $Fe(OH)_3$ – 1%, $Al(OH)_3$ – 0,002%, t = 95°С
17	Брома*	- Бромсодержащие рассолы, подкисленные серной кислотой и окисленные хлором, концентрация свободных: Br_2 – 0,2÷0,7 г/л, Cl_2 – 0,01÷0,1 г/л, pH = 1,8÷3,0, t = 10÷30°С - Бромовоздушная смесь: $Br_2 - 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ г/л, $Cl_2 - 0{,}2 \cdot 10^{-3}$ г/л, t = 27°С - Растворы бромистого и бромного железа с содержанием брома 140÷400 г/л, t = 10÷30°С - Бромсодержащая рапа, подкисленная серной кислотой и окисленная хлором, концентрация свободного брома 0,28÷0,35 г/л, pH = 2,5÷3,0, смола, насыщенная бромом, t от минус 5 до плюс 30°С - Хлоридно-сульфатный раствор: $NaSO_4$ – 52 г/л, NaCl – 100 г/л, ионы Br – 20 г/л, pH = 1,0÷2,0, t от минус 5 до +30°С
18	Бромистого железа*	- Раствор $FeBr_2$ с содержанием ионов Br – 400÷500 г/л, ионы железа вначале 1,5÷2,0%, после довосстановления – больше 0,3%, t = 35÷50°С
19	Винилацетата	- Поливиниловый спирт, масляный альдегид, соляная кислота 0,5%, t = 15°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
20	Волокна диацетатного и триацетатного	- Пар 80% (метиленхлорид, этиловый спирт, вода, уксусная кислота, муравьиновая кислота), смесь этилового спирта и метиленхлорида 20%, t = 120°С
21	Гексахлорана	- $C_6H_6Cl_6$ – 20÷30%, CH_3OH – 70÷80%, $H_2O \leq 2\%$, $HCl \leq 0{,}03$–1%, t не выше 60°С
22	Гербицидов	- HCl концентрацией 170÷180 г/л, хлорорганические вещества 30÷35%, свободный Cl_2, t = 60÷65°С - Пары хлорбензола и дипропилкарбамоилхлорида, следы хлористого водорода, фосгена, t = 110÷118°С - Дипропилкарбамоилхлорид – 98,5%, хлорбензол – 1%, t = 25°С - Эптам – 97,2%, вода – 1,4%, примеси, t = 130÷135°С
23	Гипохлорита кальция*	- Гипохлорит [$Ca(OCl)_2$] и хлорид кальция [$CaCl_2$], t = 60°С - Активный хлор – 12÷16%, общая щелочность – 16÷0,2%, NaCl – до 12%, $CaCl_2$ – до 1%, Cl_2, воздух, t = 18÷22°С - Активный хлор 0÷150 г/л, $Ca(OH)_2$ – 100÷15 г/л, t = 40÷45°С - Активный хлор – 14÷150 г/л, $Ca(OCl)_2$ – 280 г/л, $Ca(ClO_3)_2$ – 80 г/л, $Ca(OH)_2$ – 32÷4%, $CaCl_2$ – 280 г/л, Cl_2, воздух, t = 30÷50°С - Хлорированная масса, содержащая активного хлора ~150 г/л, $Ca(OH)_2$ – 15 г/л, $Ca(ClO)_2 \cdot 2Ca(OH)_2$ (крист.), t = 40°С - Активный хлор – 25%, NaOH – 1,5%, NaCl – 300 г/л, NaCl (крист.), t = 25÷30°С - $Ca(ClO)_2$ – 68%, $Ca(ClO_3)_2$ – до 2%, $Ca(OH)_2$ – 5%, NaCl + $CaCl_2$ – 11÷19,5%, влага 35÷55%, pH до сушки выше 7 Общая щелочность после сушки – 2÷9%, t = 85÷130°С - $Ca(ClO)_2$ – 8÷32%, NaCl – 16÷65%, $Ca(ClO_3)_2$ – 0,7÷6,0%, влага – 75,0÷2,0%, t = 90÷190°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
		- Продукт после сушки, содержащий $Ca(ClO)_2$ – 70%, $Ca(ClO_3)_2$ – до 2%, $Ca(OH)_2$ – 5%, NaCl + $CaCl_2$ – 21%, влаги – 5,5÷2%, t = 100÷200°С - Паста гипохлорита кальция типа ДТСГК, влажность 15÷2%, t = 40÷140°С - Гипохлорит кальция с влажностью 2÷5%, воздух (при проникновении влаги извне), t = 100÷90°С - Отработанный фильтрат: $Ca(ClO)_2$ < 0,025 г/л, $Ca(ClO_3)_2$ – 70÷80 г/л, $CaCl_2$ – 280÷290 г/л Последовательное барботирование хлора и пара, t = 90÷100°С - $Ca(ClO)_2$ < 0,025 г/л, $Ca(ClO_3)_2$ – 70÷80 г/л, $CaCl_2$ – 280÷290 г/л, t = 90÷100°С - Растворы гипохлоритов натрия, кальция, хлорированная известковокаустическая смесь и суспензия гипохлорита кальция, t = 25÷50°С
24	Гипохлорита натрия*	- Растворы NaOH, содержащие NaClO, t = 20÷40°С
25	Двуокиси хлора*	- Хлорит натрия [$NaClO_2$], хлорат натрия [$NaClO_3$], t = 60÷80°С - H_2SO_4 и HCl (суммарно 9Н), хлорноватая кислота [$HClO_3$], двуокись хлора [ClO_2], Cl_2, t= 35÷60°С - $NaClO_3$ – 650÷25 г/л, H_2SO_4 – 1687÷450 г/л, NaCl – 30÷3 г/л, Na_2SO_4, Na_2CrO_4, Cl_2, ClO_2, SO_2, воздух, t = 32÷48°С - Водные растворы ClO_2, t = 8÷10°С - $NaClO_3$ – 410÷90 г/л, NaCl – 140÷185 г/л, ClO_2, Cl_2, воздух, t = 40÷105°С $NaClO_3$ – 90 г/л, NaCl– 185 г/л, HCl, t = 90÷105°С
26	Двуокиси хлора*	- Газовая смесь: ClO_2, Cl_2 – 2÷10%, следы хлористого водорода, воздух, влага, t = 35÷60°С
27	Дипропиламина	- Нормальный пропиловый спирт, NH_3, t = 200°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
28	Дихлоргидринов глицерина	- Раствор (пульпа), содержащий Cl_2, HCl, HClO (20÷24г/л), известняк, t = 12°С - Раствор, содержащий HClO (20÷22 г/л), хлористый аллил, дихлоргидрины глицерина, трихлорпропан, t = 25°С
29	Дихлорфенокси-уксусной кислоты	- HCl концентрацией 18%, 2,4Д кислота концентрацией 20%, хлор влажный, t = 60°С
30	Дихлорциануровой кислоты калиевой соли	- Раствор динатрийцианурата, дихлорциануровая кислота, активный хлор, pH = 2÷3, t = 20°С - Суспензия калиевой соли дихлорциану-ровой кислоты. Состав жидкой фазы: циануровая кислота – 54÷56%, вода – 12÷24%, калий хлористый – 0,9%, активный хлор, pH = 6,5÷7,5, t = 40°С - Суспензия динатрийцианурата. Состав жидкой фазы: циануровая кислота, натрий хлористый 60÷125 г/л, натрий углекислый 20÷60 г/л, активный хлор 1÷16 г/л, t = 30°С - Дихлорциануровая кислота, циануровая кислота, калиевая соль дихлорциануро-вой кислоты, хлор активный, t = 30°С
31	Дихлорэтан	- Едкий натр до 20%, гипохлорид натрия до 7%, хлорид натрия до 20%, дихлорэтан до 2%, вода, t = 40÷90°С
32	Железа бромного, бромистого и бромисто-бромного	- Воздух с каплями раствора бромистого и бромного железа, следы брома, хлора, серной кислоты, t = 25÷40°С - Растворы бромисто-бромного железа состава: бромное железо – 35%, бромистое железо – 12%, хлористое железо – 0,4%, t = 30÷40°С
33	Железо хлорное	- Раствор хлорного железа – 5÷40%, t = 50°С - Раствор хлористого железа – 1÷32%, t = 90°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
34	Йода*	- $NaCl$ – 6,56%, $MgCl_2$ – 0,03%, $CaCl_2$ – 0,1%, ионы: Br – 0,18 г/л, I – 0,01 г/л, $HClO_3$ – 1,5 г/л, pH = 2,4÷3,0, t = 46°С - $NaCl$ – 15,4%, $MgCl_2$ – 1,17%, $CaCl_2$ – 2,9%, ионы: Br – 0,34 г/л, I – 0,04 г/л, $HClO_3$ – 0,2 г/л, I = 0,5÷2,0 мг/л, pH = 2,2, t = 27°С - Йодосодержащая буровая вода, подкисленная серной кислотой до pH = 1,6÷2,0; содержание свободного I_2 – 0,04÷0,05 г/л, t = 45÷60°С - Хлорированная морская вода, t = 16÷40°С - Йодосодержащая буровая вода, окисленная хлором, содержание свободного йода – 0,04 г/л, pH = 2,5, t = 20÷25°С - Маточные растворы после выделения йода на стадии сорбции. I_2 – 0,6 г/л, pH = 2,0 Йод, смола, насыщенная йодом, – до 600 г/кг, t = 25°С - Хлористо-сульфатный раствор, содержащий ион I – 5,6 г/л, $NaCl$ – 100÷150 г/л, Na_2SO_4 – 70÷75 г/л, pH = 2,0÷3,0, t = 35°С - Раствор: $NaNO_3$ – 50 г/л, H_2SO_4 – 0,5 г/л, pH = 1,0, t = 10÷25°С - Маточный раствор, содержащий I_2 –1 г/л, H_2SO_4 – 24,5 г/л, суспензию кристаллов, t = 30°С - Раствор: $NaCl$ – 20÷30 г/л, I_2 – 0,8÷1,0 г/л, pH = 1,8÷2,0, кристаллы йода в осадке, t = 40÷50°С
35	Искусственного волокна (ацетатного)*	- Газы из сушилки йода, t = 70°С - Раствор ацетилцеллюлозы (23%) в спиртоацетоновой смеси (85% ацетона, 15% этилового спирта), t = 20°С - Раствор триацетилцеллюлозы (17%) в смеси (10% метилового спирта и 90% метиленхлорида), t = 20°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
		- Кислый раствор ацетона (14÷16%) и этилового спирта (2÷3%) в воде, кислотность 500÷600 мг/л, pH до 1,5, t = 80°С
36	Калия азотнокислого	- Растворы калия хлористого (всех концентраций, включая насыщенный), t = 100°С
37	Калия сернокислого	- Пульпа Ж : Т = 4 : 1, жидкая фаза: хлористый натрий – 17%, хлористый калий – 16%, сернокислый натрий – 4%; твердая фаза: кристаллы хлористого натрия, t = 115÷130°С
38	Калия хлористого	- Растворы, содержащие: кальций хлористый – 10÷38%, натрий хлористый – до 4%, гидроокись кальция – 0,1÷0,15%, тиосульфат кальция – до 0,03%, сульфат кальция – до 0,1%, натрий хлористый кристаллический, Т : Ж = 1 : 3, t = 145°С - Абгазы: влажный воздух с частицами $CaCl_2$, t = 100°С
39	Капролактама	- Трихлорэтилен, следы $(NH_4)_2SO_4$, t = 120°С - Трихлорэтилен – 95÷97%, лактам – 1%, анон – 0,1÷0,15%, примеси сульфата аммония, t = 95÷119°С - Гидроксиламинсульфат, t = 35°С - Газовая смесь: SO_2 – 11%, H_2SO_4 – 4%, O_2 – 3%, остальное – N_2, t = 35°С - HNO_3 – 55%, t = 60°С
40	Карбамида H_2NCONH_2	- Раствор карбамида – 28÷61%, аммиак – 7÷8%, углеаммонийные соли (УАС) – 6÷21%, вода, t = 100°С - Газовая смесь: аммиак 65÷70%, диоксид углерода до 27%, остальное – азот, водород, кислород, пары воды, t = 185°С - Карбамид 28÷38%, УАС 23÷24%, NH_3 до 33%, t = 175°С - Аммиак 38÷41%, диоксид углерода 35%, вода, t = 110°С - Раствор УАС: аммиак 42%, диоксид углерода до 18%, вода, t = 20°С
41	Карналита*	- $MgCl_2$ – 32%, NaCl – 1,4%, $CaCl_2$ – 0,05%, t = 115°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
42	Катализаторов	- Хромовая кислота 40%, t = 40°С
43	Каучуков	- Эпюрат: вода, спирты, эфироальдегидная фракция, эфир, уксусный альдегид, углеводороды, t = 110÷120°С - Эфироальдегидная фракция, t = 30÷35°С - Высшие спирты, вода, t до 100°С - Контактный газ для спиртоводного конденсата с содержанием уксусной кислоты до 240 г/л, t до 100°С - Смесь NH_4Cl, персульфат калия [$K_2S_2O_3$], HCl, pH до 1,5, t = 20÷80°С - Вода, полимеры, органика, хлористый метил, t = 70÷80°С - Вода, хлористый метил (77%), органика, t = 70÷80°С - Хлористый метил влажный, органика, t до 70°С
44	Коксохимическое	- H_2SO_4 при барботаже коксового газа, содержащего H_2, H_2S, NH_3, углеводороды 5÷12%, t = 60÷70°С - Сероводородная вода, содержащая пиридиновые основания, t = 40°С - Сбросные воды, содержащие роданид натрия [NaCNS], тиосульфат натрия [$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$], примеси H_2S, фенола и др. Всего 150÷300 г/л, t = 97÷100°С
45	Красителей	- Солянокислая, pH = 3,0÷3,5, t = 12°С - H_2SO_4 – 42÷43%, свободный Cl_2, t = 20÷90°С - Уксусная кислота 80%-ная, анилин 90%-ный, t = 110÷130°С - Натриевая соль изатина (солянокислая или сернокислая среда до pH = 1,5), t = 70°С - Анилин, натриевая соль паранитрохлорбензолортосульфокислоты, t = 70÷130°С - Аммиачно-щелочная (pH = 10) или уксусно-кислая среда (pH = 4), t = 103°С - Муравьиная кислота pH = 1,4, t = 104÷140°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
46	Левулиновой кислоты	- Левулиновая кислота 98÷96%, примеси: HCOOH – 4,8%, HCl – 1,0%, t = 40°C
47	Ледяной уксусной кислоты	- Уксусная кислота 99,8%, t = 118°C
48	Люминофоров Л-41	- Арсенат аммония – 600 г/л, H_2O_2 – 10%, $MgCO_3$ – 10%, t = 110°C
49	Магния*	- Водный раствор хлористых солей K, Mg, Na, Ca, свободный хлор, pH = 1, t = 60°C - $Ca(OH)_2$ – 15÷100 г/л, $CaCO_3$ – 8÷12 г/л, $CaCl_2$ – 40÷50 г/л, $Ca(OCl)_2$ – до 120 г/л, $Ca(ClO_3)_2$ – 5 г/л, Cl_2 – 0,03 мг/л, t = 30÷50°C
50	Магния хлористого, магниевых щелоков и сульфатных удобрений	- Парогазовая смесь плотностью до 1,1 кг/м^3: Cl_2 (150÷200 мг/м^3), HCl (100÷150 мг/м^3), $NO+NO_2$ (40÷50 мг/м^3), хлориды, сульфаты Mg, K, Na (1500÷2000 мг/м^3), t = 80°C - Растворы, содержащие: магний хлористый ~11÷25%, магний сернокислый ~0,8%, натрий хлористый ~3÷11%, калий сернокислый ~8,0%, калий хлористый ~10%, t = 115°C
51	Малеинового ангидрида*	- Малеиновая кислота – 40÷50%, $[CO_2HCH=CHCO_2H]$, t = 90÷135°C
52	Меди	- H_2SO_4 – 220÷240 г/л, ионы Cu – 30÷50 г/л, ионы Cl – 0,04 г/л, t = 48÷64°C - H_2SO_4 – 350 г/л, ионы Ni, Cu, Fe; окислы Ni, Cu, Fe, Se; селенистая кислота, CO_2, t = 70°C - Мышьяковистый ангидрид $[As_2O_3]$ – 5÷10 г/л, ионы SO_4 – 15÷30 г/л, ионы F – 1÷5 г/л, pH = 1÷2, t = 30÷35°C - H_2SO_4 – 150÷190 г/л, $CuSO_4$ – 36÷45 г/л, ионы Cl – 0,03 г/л, t = 57÷63°C

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
53	Меди хлороксида	- Хлороксид меди – 40%, хлорная медь – 15÷18%, хлористая медь – 5÷6%, хлористый кальций – 8÷10%, соляная кислота – 1÷2,5%, t = 100°С - Влажный воздух, содержащий капли раствора: хлороксид меди – 40%, хлорная медь – 10÷15%, хлористый водород – 5%, t = 120°С - Хлороксид меди – 70%, хлорная медь – 10%, t = 40°С - Хлороксид меди – 2%, хлористый кальций – до 1%, остальное – вода, t = 35°С - Хлористая медь – 15%, соляная кислота – до 2%, хлор – 40%, хлорная медь – 30%, t = 85°С
54	Метальдегида	- Ацетальдегид – 97,5%, соляная кислота – 0,5%, t = 15°С - Метальдегид – 26%, ацетальдегид – 30÷65%, паральдегид, t = 10°С
55	α-метил стирола	- Изопропилбензол, реакционная масса, t = 75÷85°С - Изопропилбензол, следы уксусной и муравьиной кислот, t = 60÷70°С - Латекс, мономеры, t = 70÷100°С - Нитрилакриловая кислота, t = 74÷82°С - Кротоновый альдегид [$CH_3CH=CHCHO$] (кислотность по масляной кислоте 1,83%), t = 20÷100°С - Формаль сырая (кислотность по HCl – 0,3%), t = 20÷100°С - Формаль ректификат (кислотность по HCl – 0,005%), t = 20÷100°С - Этиленхлоргидрин [$HOCH_2CH_2Cl$] (кислотность по HCl – 0,075%), t = 20÷100°С - Хлорекс [$(ClCH_2CH_2)_2O$] (кислотность по HCl – 0,1%), t = 20÷100°С
56	Молибдена*	- Сернистый ангидрид $4 \cdot 10^{-4}$ г/л, $3 \cdot 10^{-3}$ г/л молибденового концентрата, t = 300÷400°С - NaCl, ионы хлора и хлорпроизводные – 300 г/л, Т : Ж = 1 : 10, t = 100°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
57	Монохлораминов	- Натриевая соль бензосульфоамида – 23,6%, NaOH – 9,25%, NaCl – 1,5%, H_2O – 64,9%, Cl_2, HCl, pH более 1,5, t не более 75°С
58	Моно- и дихлоранилина	- Смесь: м-хлоранилин – 8,35%, анилин – 18,7%, м-хлорнитробензол – 0,6%, смола – 0,55%, H_2O – 2,30%, HCl (газ) – 0,04%, H_2 – 70% , t = 40÷100°С - Моно-хлоранилин, анилин, вода, t = 110÷150°С - Раствор, содержащий: *п*-хлоранилин – 7,59%, анилин – 18,8%, *п*-хлорнитробензол – 0,06%, смола – 0,55%, H_2O – 2,22%, NaCl – 0,04%, H_2 – 70,74%, t = 60÷140°С
59	Монохлоруксусной кислоты*	- $CH_2ClCOOH$ – 100%, t = 60÷70°С
60	Моющих средств (синтетических порошкообразных)	- Раствор гипохлорита натрия – 190 г/л и водного раствора алкилбензолсульфоната концентрацией 35÷40%, t = 70÷80°С
61	Натрия йодистого	- Растворы натрия йодистого (20÷70%), pH=7,5÷2,0, t = 135°С - Насыщенные растворы натрия йодистого, t = 20°С - Насыщенные растворы йода, йод кристаллический, t = 20°С - Растворы натрия хлористого: pH = 5, t = 20°С - Растворы калия хлористого, pH = 8, t = 40°С
62	Натрия металлического по хлоридному способу	- Растворы натрия хлористого 30%, t = 100°С
63	Натрия сернокислого	Сульфатные щелока с хлоридами, pH = 7÷8, t = 80°С
64	Натрия хлористого	- Растворы натрия хлористого различных концентраций, включая насыщенные; кристаллический натрий хлористый, t = 120°С
65	Нашатыря технического по методу высаливания*	- Раствор: NH_4Cl – 186 г/л, NaCl – 70 г/л, Na_2SO_4 – 1 г/л, $Na_2S_2O_3$ (тиосульфат) – 0,3÷0,6 г/л, pH = 9,5÷12, t = 40÷60°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
66	Низкомолекулярных жирных кислот*	- Низкомолекулярные жирные кислоты (C_1–C_4), t = 110÷120°С
67	Никеля и кобальта*	- $ZnSO_4$ – 100÷150 г/л, $CuSO_4$ – 0,5÷2 г/л, pH = 3÷3,5, ионы: Cl – 0,5÷1г/л, F – 2,5 г/л, As – до 2 г/л, Sn – до 2 г/л, t = 80°С - Сернокислый раствор: H_2SO_4 – 20 г/л, ионы Ni – 100 г/л, Co – 9 г/л, Fe – 13 г/л, Cu – 0,4 г/л, t = 150°С - Сернокислый раствор: H_2SO_4 – 0,57 г/л, $NiSO_4$ – 67,5 г/л, ионы: Co – 0,32 г/л, Cu – 0,65 г/л, Fe – 0,45 г/л, Cl – 40 г/л, pH = 2, t = 60÷70°С - Сернокислый раствор: H_2SO_4 – 5÷12 г/л, Fe_2O_3 – 14 г/л, ионы: Cu – 5÷8 г/л, Cl – следы, t = 80÷85°С
68	Нитрилакриловой кислоты	- Хлористый водород – 3÷5%, ацетилен – 80%, катализатор медный – 28÷34%, t = 85°С
69	Н-кислоты (Аш-кислоты)	- Хлористый натрий, серная кислота (слабокислая среда), t = 75°С - Суспензия Н-кислоты, t = 30°С
70	Окиси ртути	- Ртуть – 1300 г/л, азотнокислая ртуть, едкий натр – 50 г/л, t = 90÷100°С
71	Опреснение морской воды*	- Морская вода, содержащая: NaCl – 15,6 г/л, $MgCl_2$ – 2 г/л, $MgSO_4$ – 1 г/л, $CaSO_4$, $CuCO_3$, K_2SO_4, температура кипения
72	Оптически-отбеливающих препаратов 15-58 и 28-58 на основе цианурхлорида*	- Натриевая соль ДС-кислоты (pH = 3÷7), цианурхлорид, солянокислый ортохлор-анилин, t = 20÷80°С - HCl – 0,9%, моноэтаноламин, t = 45÷95°С - Гидросульфит натрия [$Na_2SO_4 \cdot 2H_2O$], t = 95°С
73	Пери-кислоты и фенил-пери-кислоты	- Перекислота, соляная кислота (следы), сульфат аммония, серная кислота 5%, t = 85°С - Серная кислота – 4%, сернокислый магний, хлористый натрий, t = 45°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
74	Персульфата калия [$K_2S_2O_8$]*	- $(NH_4)_2S_2O_8$, H_2O, t = 40°С - KCl 180–220 г/л, t = 40÷90°С - $K_2S_2O_8$, H_2O, t = минус 10°С
75	Перхлората аммония (NH_4ClO_4)	- Смесь перхлората аммония и хлорида натрия, t = 20÷80°С
76	Препарата 40-10НА (получение магниевой соли нитродифенил-амина)	- Анилин, натриевая и магниевая соли паранитрохлор-бензолортосульфо-кислоты, t = 40°С
77	Паранитроацетафенола*	- Метанол – 96%, H_2SO_4 – 8–10%, HNO_3 – 12%, метаоксистирол, нитросоединения, t = 80°С
78	Полидима	- Известковое молоко – 30÷150 г/л, гипохлорит до 90 г/л, пары соляной кислоты до 30 мг/м^3, t = 100°С
79	Полипропилена	- Полипропиленовая паста, до 20% влаги, pH = 2,5÷3,0, следы бутанола и катализаторного комплекса, t = 115°С
80	Полифурита*	- $HClO_4$ – 58÷70%, t = 20°С
81	Порофора	- Жидкая фаза: хлористый натрий – 15%, углекислый натрий – 6÷10%, едкий натр до 20%, хлорат натрия до 17% Газовая фаза: хлористый водород до 1%, хлор до 2%, диоксид углерода до 2%, азот, t = 40÷100°С
82	Пропанида	- Дихлоранилин – 36%, пропионовая кислота – 31,5%, нефтяной сольвент – 23%, t = 140°С
83	Пропилена оксида	- Пропиленхлоргидрин – 4,5%, дихлорпропан (ДХП) – 0,4%, изопропил-хлорекс (ИПХ) – 0,2%, соляная кислота – 2%, барботаж хлором, t = 60°С - Жидкая фаза: хлористый натрий – 10%, гипохлорит натрия – 0,25%, дихлорпропан – 0,01%, едкий натр – 0,1%. Газовая фаза: пропиленоксид – 30%, ДХП, ИПХ, t = 100°С
84	Пропионовой кислоты	- Уксусная кислота – 50÷60%, пропионовая кислота – 70÷80%, серная кислота до 0,2%, эфиры уксусной и пропионовой кислот, t = 80÷160°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
85	Ртути оксида красного	- Азотнокислая оксидная ртуть – 1300 г/л, гидроксид натрия – 500 г/л, t = 100°С
86	Сажи белой солянокислотным методом	- Суспензия и фильтрат белой сажи, pH=2÷6, t = 30÷60°С
87	Сернистого ангидрида	- Раствор, содержащий: аммоний серно-кислый – 550 г/л, серную кислоту – 30 г/л, сернистый ангидрид – 10 г/л, NH_3 – примесь, t = 100°С
88	Серы	- Расплавленный серный концентрат, состоящий из 70÷80% серы и 20÷30% кальцита с добавкой 3÷5% хлористого магния, t = 120÷140°С - Автоклавная сера с добавкой 0,1÷0,5 $AlCl_3$, t = 135÷140°С - Серная пульпа pH = 8÷9, t = 20°С - Расплавленная сера, t = 130°С
89	Синтетических жирных кислот	- Жирные высокомолекулярные кислоты (C_5–C_9), t = 150÷265°С
90	Соды кальцинированной	- NH_4Cl – 186 г/л, NaCl – 70 г/л, pH = 6,0÷6,5, t = 67÷110°С
91	Соды каустической*	- Хлорная вода, Cl_2, t от минус 70 до +50°С
92	Сульфата аммония*	- Кислые пары воды, t = 35÷40°С - NH_3 – 0,25%, $(NH_4)_2SO_4$ – 40,14%, ионы CN – $4{,}6 \cdot 10^{-3}$ г/л, t = 75°С
93	Сульфата натрия (Na_2SO_4)	- Na_2SO_4 – 28%, $MgSO_4$ – 4%, NaCl – 1,5%, t = 110÷140°С
94	Сульфитной целлюлозы*	- pH = 4,9, SO_2 общ. 0,05%, кислотность по уксусной кислоте 0,1%, t = 110÷115°С - ClO_2 (двуокись хлора), t = 80°С
95	Талловых жирных кислот	- Жирные кислоты – 54÷77%, смоляные кислоты до 35%, нейтральные вещества – 18÷4,5%, t = 230÷275°С
96	Текстильное*	- Щелочные растворы, содержащие NaClO (гипохлорит натрия) или H_2O_2 (перекись водорода), NaOH – 23 г/л, NaClO – 2,52 г/л (в пересчете на активный хлор), NaOH – 8÷9 г/л, H_2O_2 – 5 г/л, t = 70÷80°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
97	Терефталевой кислоты	- *n*-ксилол [$C_6H_4(CH_3)_2$], CH_3COOH – 98%, NaBr, ацетат кобальта – 0,7%, t = 98÷190°С - Оксидат, O_2, CH_3COOH – 70%, H_2O – 6,7%, ацетат кобальта – 0,7%, NaBr, смолы, терефталевая кислота – 20%, t = 200÷235°С - Пары воды, уксусной кислоты и бромистые соединения, конденсат-уксусная кислота 80%, маточный раствор, t = 97÷170°С - CH_3COOH – 88%, терефталевая кислота – 0,6%, смола – 3%, катализатор – 1%, вода – 7,5%, t = 120÷130°С - Пары воды, уксусной кислоты, соединений брома, щелочь – 5%, t = 80÷120°С
98	Тиоанилиндисульфокислоты титана диоксида	- Сернокислый титанил – 18%, трехвалентный титан – 0,3÷0,5%, серная кислота – 15%, сернокислое железо – 9%, t = 70°С - Сернокислый титанил – 28%, трехвалентный титан – до 0,5%, серная кислота – до 10%, сернокислое железо – до 9%, t = 60°С - Сернокислый титанил – 1%, серная кислота – 10÷25%, t = 110°С - Пульпа метатитановой кислоты, серная кислота – 20%, t = 60°С - Сернокислый титанил около – 1,5%, серная кислота – 20%, t = 60°С
99	Тиокола жидкого	- Формаль, этиленхлоргидрин, вода, соли триэтаноламина, t = 20°С - Тетрасульфид натрия, формаль, трихлорпропан, хлористый магний, канифольное масло, t = 90÷95°С - Дисперсия тиокола, формаля, коагулюма, t = 90÷95°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
100	Титана	- HCl концентрацией 15÷40 г/л, TiO_2, $Al(OH)_3$, $AlCl_3$, гидраты и хлориды Fe, Al, Mg, а также титана в виде хлоридов, гидроокисей и солей различных кислот, t = 50÷85°С - Соляная кислота – до 184 г/л, хлориды Fe, Na, Al, следы $TiCl_4$, пыль твердых хлоридов, t = 30÷40°С - Хлористый водород – 0,4 г/л, $TiCl_4$ – $5 \cdot 10^{-3}$ г/л, $CaCl_2$ – $2 \cdot 10^{-3}$ г/л, $SiCl_4$ – $9 \cdot 10^{-4}$ г/л, $AlCl_3$ – $15 \cdot 10^{-5}$ г/л, $FeCl_3$ – $6 \cdot 10^{-5}$ г/л, CO_2 – 55÷60%, O_2 – 0,2÷1%, возгоны хлоридов Fe, Al, Si – до $1 \cdot 10^{-3}$ г/л, свободный хлор, t = 8÷10°С
101	Трилона «Б»	- Суспензия этилендиаминтетрауксусной кислоты в воде (слабощелочная среда), t = 90°С
102	Трихлорбензола*	- Гексахлоран – 46,9%, трихлорбензол – 45,5%, CH_3OH – 0,5÷8%, H_2O – 0,3÷0,1%, t = 90°С
103	Трихлоруксусной кислоты*	- CCl_3COOH – 85%, CCl_3CHO – не более 1,5%, HNO_3 – не более 3%, H_2O – не более 5%, t = 60÷90°С - Пары: NO_2, N_2O_4, CCl_3COOH, CCl_3CHO, воздух, H_2O – не более 5%, t от минус 10 до 10°С
104	Трихлорэтилена	- Трихлорэтилен, t = 90°С
105	Уксусной кислоты	- Уксусная кислота (99,8%), t = 130°С
106	Уксусной кислоты из уксуснокальциевого порошка	- Уксусная кислота, содержащая гомологи, – 60÷98%, следы SO_2, t = 118°С - Уксусная кислота, содержащая гомологи, – 80÷98%, следы SO_2, t = 130÷140°С - Уксусная кислота пищевая (80-95%), муравьиная кислота – 0,3%, t = 110÷116°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
107	Феназона	- Мукохлорная кислота (МХК) – 21,3%, соляная кислота – 9,1%, побочные органические вещества –38,6%, вода – 31,0%, t = 20^0С - Раствор МХК до 10%, t = 65°С - На входе: фенилгидразин – 95% (фенилгидразин – 94÷95%, анилин – 2,5÷3%, легколетучие компоненты – 0,2÷0,3%, смолы) + 6% МХК + 36% соляная кислота до достижения в смеси 3%-ой HCl. На выходе: дихлорпиридазон – 80%, фенилгидразин – 10÷12%, МХК, органические примеси, вода ДХП 90, t = 20°С
108	Фенилметилпиразолона	- HCl – 3÷5 г/л, анилин, нитрит натрия, t от минус 6 до 5°С
109	Фенола и ацетона	- Абгазы: бензол – 90%, пропан – 8%, хлористый водород – 2%, t = 100°С
110	Фурфурольное*	- Раствор, содержащий органических кислот до 0,2%, фурфурола до 10÷12%, t = 97÷98°С - Метанол – 50%, фурфурол [C_4H_3OCHO] – 3%, кислый конденсат (pH до 1,5), содержащий фурфурола до 3,0÷3,5%, органических кислот до 0,4%, t = 40÷60°С - Раствор (pH до 1,5), содержащий фурфурола – 1,0÷3,5%, органических кислот до 0,4%, t = 130°С
111	Хлопчатобумажного и искусственного волокна*	- Хлорит натрия [$NaClO_2$], CH_3COOH, pH = 3,5÷5,4, t = 58÷80°С
112	Хлора	- NaCl – 310 г/л, NaOH – 0,05÷0,1 г/л, t = 75÷95°С - NaCl – 260÷265 г/л, HCl – 0,05÷0,1 г/л, Cl_2 – 0,3÷0,5 г/л, t = 60÷70°С - NaCl – 270 г/л, HCl – 0,05÷0,1 г/л, активный хлор – 0,03÷0,5 г/л, t = 70÷80°С - NaCl – 270÷310 г/л, NaOH – 0,05÷0,1 г/л, или HCl – 0,05÷0,1 г/л, активного хлора – 0,03÷0,5 г/л, t = 60÷80°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
		- NaCl – 305÷315 г/л, NaOH – 0,05÷0,10 г/л, t = 70÷90°С - Хлор, насыщенный парами воды, хлорная вода, t = 80÷75°С - Хлор, насыщенный парами воды, анолит, электролитические щелока, t = 20÷90°С
113	Хлора диоксида	- Жидкая фаза: хлорат натрия (или кальция) 25÷650 г/л, соляная или серная кислота – 450 г/л, хлористый натрий – 3÷30 г/л, примесь сернокислого натрия. Парогазовая фаза: воздух, хлор, диоксид хлора, сернистый газ, вода, t = 40°С - Гипохлорит натрия – 620÷650 г/л, хлористый натрий – 25÷30 г/л, диоксид хлора, хлор, сероксид, t = 38°С
114	Хлората магния	- Смесь хлоратов натрия и магния с хлоридами натрия и магния, t = 120°С
115	Хлората натрия $NaClO_3$*	- $NaClO_3$ – 500 г/л, NaCl – 100 г/л, $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ – 5 г/л, NaClO – 2÷3 г/л, pH = 6,8, t = 70÷80°С - $NaClO_3$ – 500÷520 г/л, NaCl – 110 г/л, Na_2ClO_4 – 2÷10 г/л, NaClO – 2÷3 г/л, Na_2SO_4 – 1÷10 г/л, pH = 5÷6, t = 90°С - Хлорид-хлорат-гипохлоритные и хлорид-хлоратные растворы, t = 70÷90°С - $NaClO_3$ – 110÷300 г/л, NaCl – 250÷270 г/л, Na_2CrO_4 – 1÷3 г/л, Na_2SO_4 – 3÷12 г/л, Na_3PO_4 – 1÷3 г/л, t = 60÷80°С - $NaClO_3$ – 300÷900 г/л, NaCl – 250÷75 г/л, Na_2SO_4 – до 15 г/л, Na_2CrO_4 – 7 г/л, Na_3PO_4 – 7 г/л, t = 80÷115°С
116	Хлорбензола	- Бензол (C_6H_6) – 61÷66%, хлорбензол (C_6H_5Cl) – 28÷31%, полихлориды – 2%, $FeCl_3$ – 0,01%, HCl – 0,01÷5 г/л, pH до 1,5, t = 60°С - Хлорбензол – 80% и п-дихлорбензол (пары), t = 15°С
117	Хлористого калия*	- Щелок: KCl – 130÷140 г/л, NaCl – 220÷240 г/л, $MgCl_2$ – 4÷5 г/л, $CaSO_4$ – 4÷5 г/л, t = 60÷115°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
118	Хлористого марганца*	- $MnCl_2$ не более 830 г/л, NaCl не более 30 г/л, pH = 2,5, t = 90°С - $MnCl_2$ – 200÷800 г/л, t = 90°С
119	Хлористого натрия*	- NaCl 20%, температура кипения - насыщенный NaCl, температура кипения
120	Хлорита калия [$KClO_3$] известковым способом*	- Смесь $KClO_3$ и $CaCl_2$, t = 120°С - $KClO_3$ – 90÷100 г/л, CaO – 0÷100 г/л, $Ca(ClO)_2$ – 3÷4 г/л, $CaCl_2$ – 280÷310 г/л, KCl – 12÷14 г/л, Cl_2, воздух, t = 45÷85°С - $KClO_3$ – 90÷100 г/л, $CaCl_2$ – 250÷270 г/л, KCl – 14 г/л (pH = 8–9), t = 90÷100°С - $KClO_3$ – 300÷320 г/л, $CaCl_2$ – 60÷100 г/л, KCl – 3÷8 г/л, t = 95÷100°С
121	Хлорной кислоты*	- Растворы перхлората магния – 600÷700 г/л и хлорной кислоты, t = 110÷120°С - $HClO_4$ – 250 г/л, t = 120÷130°С - $HClO_4$ – 1200 г/л и $NaClO_3$ – 80÷130 г/л, t = 120÷130°С
122	Хлорорганических продуктов	- Дихлорэтан безводный (кислотность по HCl 0,07%), t = 20÷80°С - Дихлорэтан влажный (кислотность по HCl 0,1÷0,3%), t = 20÷80°С - Раствор гексахлорамина и дихлорэтана – 8÷10%, t = 50°С - Растворы дихлорамина (водный), монохлорамина и дихлорэтана, хлорной извести (водной), t = 50°С
123	Хлорофоса*	- Влажный хлор 0,3 г/л, t = 20÷85°С - NaCl – 310 г/л, NaOH – 0,2 г/л, NaClO – 0,1 г/л, t = 40÷85°С - NaOH – 12 г/л, NaCl – 28 г/л, NaClO – 29 г/л, H_2O – 89% и абгазы (HCl – 3,7%, CH_3CH_2Cl – 33%, Cl_2 – 2,7%, C_2H_5OH – 2,8%, инертный газ – 57%), t = 90°С

Продолжение таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
124	Холинхлорида (хлористого триметилоксиэтил-аммония)*	- Этиленхлоргидрин – 22,4%, триметил-амин – 19,3%, H_2O – 58,3%, t = 50°С - Холинхлорид – 70%, H_2O – 30%, t = 117°С
125	Хромолана*	- H_2SO_4, хлорный хром, хромпик, Cl_2, t = 70÷80°С
126	Целлюлозы (сульфатной, сульфитной)	- Целлюлоза – 3,5÷4%, HCl – 0,36 г/л, pH = 1,8÷2,2, t = 24°С - Целлюлозная масса – 12%, двуокись хлора – 4 г/л, t = 70°С - Оборотная вода, содержащая 0,56% SO_2, до 0,2% SO_3, t = 80°С - Сернистый газ – 140÷160 г/л, t = 40÷50°С
127	Цинка	- Раствор сульфата цинка, содержащего: $ZnSO_4$ – 300 г/л, $CaSO_4$ – 10 г/л, CaO – 3 г/л, $Fe_2(SO_4)_3$ – 1 г/л, H_2SO_4 – 5 г/л, t = 75°С - Сульфатный марганцевоаммонийный раствор: $MnO_4 \cdot 5H_2O$ – 100 г/л, $(NH_4)_2SO_4$ – 150 г/л, pH = 7,1÷6,8, t = 20÷25°С - H_2SO_4 – 120÷130 г/л, ионы Zn – 45÷55 г/л, ионы Mn – 5÷10 г/л, t = 35÷40°С - H_2SO_4 – 105÷115 г/л, ионы: Zn – 120÷130 г/л, Cu – 0,9÷1,2 г/л, Ca – 0,8÷1,1 г/л, Fe – 27÷30 г/л, Sb – $(2÷4)\cdot10^{-4}$ г/л, t = 35÷40°С
128	Циркония*	- Пары HCl и туман H_2SO_4 (концентрация кислот 1÷15 г/л), влажный хлор – от 0,05 до 10%, циркониевый концентрат и хлориды, t = 20÷80°С
129	Этилбензола*	- Этилбензол 1÷1,5%, вода, диэтилбензол, $AlCl_3$, $Al(OH)_3$, HCl, H_2O, t = 50°С

Окончание таблицы И1

№ п/п	Производство	Агрессивная среда, концентрация компонентов, температура, °С
130	Этилмеркаптана (CH_3CH_2SH)	- Смесь: NaCl – 21,9%, NaHS – 0,6%, Na_2S – 0,6%, NaOH – 2,4%, Na_2CO_3 – 3,0%, CH_3CH_2SH – 0,3%, H_2O – 70,0%. H_2S в отдувку – 1,2%, t = 35÷150°С - Смесь: NaCl – 19,25%, NaHS – 3,0%, Na_2S – 1,0%, NaOH – 2,3%, Na_2CO_3 – 4,1%, CH_3CH_2SH – 0,1%, H_2O – 60%, t = 25÷35°С - Смесь: CH_3CH_2SH – 79,4%, хлористый этил – 3,4%, диэтилсульфид – 12,5%, H_2S – 1,0%, диэтилсульфид – 0,7%, H_2O – 2,9%, t = 20÷35°С - Смесь: CH_3CH_2SH – 81,5%, диэтилсульфид – 13,7%, H_2O – 32,2%, H_2S – 0,8%, диэтилдисульфид – 0,8%, t = 65÷70°С
131	Эфира МА*	- Вода, $CaCl_2$, акриловая кислота [CR_2=$CHCO_2H$], t = 80°С

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ ОДНОТИПНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Однотипными сварными соединениями является группа сварных соединений, имеющих следующие общие признаки:

а) способ сварки;

б) марка (сочетание марок) титана или титановых сплавов. В одну группу допускается объединять сварные соединения деталей из титана или титановых сплавов различных марок, для сварки которых согласно технологии предусмотрено применение сварочных материалов одних и тех же марок (сочетаний марок);

в) марка (сочетание марок) сварочных материалов. В одну группу допускается объединять сварные соединения, выполненные с применением различных сварочных материалов, марки (сочетание марок) которых согласно технологии могут использоваться для сварки деталей из одной и той же марки титана;

г) номинальная толщина свариваемых деталей в зоне сварки. В одну группу допускается объединять соединения с номинальной толщиной деталей в зоне сварки в пределах одного из следующих диапазонов:

до 3 мм включительно;

свыше 3 до 10 мм включительно;

свыше 10 до 50 мм включительно;

свыше 50 мм.

Для угловых, тавровых и нахлесточных соединений указанные диапазоны относятся к привариваемым деталям; толщину основных деталей разрешается не учитывать;

д) радиус кривизны деталей в зоне сварки. В одну группу допускается объединять сварные соединения деталей с радиусом кривизны в зоне сварки (для труб – с половиной наружного номинального диаметра) в пределах одного из следующих диапазонов:

до 12,5 мм включительно;

свыше 12,5 до 50 мм включительно;

свыше 50 до 250 мм включительно;

свыше 250 мм (включая плоские детали).

Для угловых, тавровых и нахлесточных соединений указанные диапазоны относятся к привариваемым деталям; радиусы кривизны основных деталей разрешается не учитывать;

е) вид сварного соединения (стыковое, угловое, тавровое, нахлесточное). В одну группу могут быть объединены угловые, тавровые и нахлесточные соединения, кроме угловых сварных соединений приварки штуцеров (труб) к элементам сосудов;

ж) форма подготовки кромок. В одну группу допускается объединять сварные соединения с одной из следующих форм подготовки кромок:

с односторонней разделкой кромок;

с двухсторонней разделкой кромок;

без разделки кромок;

з) способ сварки корневого слоя: на остающейся подкладке (подкладном кольце), без подкладки (свободное формирование обратного валика), с подваркой корня шва;

и) термический режим сварки: с предварительным и сопутствующим подогревом, без подогрева, с послойным охлаждением;

к) режим термической обработки сварного соединения.

gost.e-ecolog.ru