Технический комитет по стандартизации
«Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259)
Акционерное общество «Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»

ЦКБА

СТАНДАРТ Ц К Б А

СТ ЦКБА 016-2005

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ, ЗАГОТОВОК И СВАРНЫХ СБОРОК ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Санкт-Петербург
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА») и Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей (НПАА).

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ **Приказом от 07.02.2005 № 6.**

3 СОГЛАСОВАН:

Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259);

ФГУП ЦНИИКМ «Прометей» (письмо от 02.02.2005 № 6-11/131).

1024 ВП МО РФ

4 ВЗАМЕН ОСТ 26-07-1237-75 «Термическая обработка деталей, заготовок и сварных сборок трубопроводной арматуры из высоколегированных сталей, коррозионно-стойких и жаропрочных сплавов. Типовой технологический процесс»

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ с учетом изменений **№ 1 - № 4 в 2018 году**.

По вопросам заказа стандартов ЦКБА
обращаться в АО «НПФ ЦКБА»
по телефону (812) 611-10-00, факс 458-72-22
195027, Россия, С-Петербург, пр. Шаумяна, 4, корп.1, лит «А»
standard@ckba.ru

© АО «НПФ «ЦКБА», 2005

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения АО «НПФ «ЦКБА»

Содержание

1 Область применения. 4

2 Нормативные ссылки. 5

3 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из сталей мартенситного, мартенсито-аустенитного, мартенсито-ферритного и ферритного классов. 6

4 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из сталей и сплавов аустенитного и аустенито-ферритного классов. 11

5 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из жаропрочных сталей и сплавов. 18

6 Общие технологические указания по термической обработке. 22

7 Контроль термической обработки. 22

8 Оформление документации. 23

Приложение А (обязательное) Механические свойства заготовок из высоколегированных сталей и сплавов 25

Приложение Б (рекомендуемое) Режимы термической обработки для улучшения обрабатываемости. 31

Приложение В (справочное) Требования безопасности. 32

СТАНДАРТ ЦКБА

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ, ЗАГОТОВОК И СВАРНЫХ СБОРОК ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Дата введения - 2006-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает режимы и основные технологические требования по термической обработке заготовок, деталей и сварных сборок трубопроводной арматуры из сталей и сплавов марок: 12Х13, 20Х13, 30Х13, 14Х17Н2, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш, 09Х16Н4Б-Ш (ЭП56), 95Х18, 12Х17, 15Х25Т, 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10Т-Ш, 08Х18Н10Т-ВД, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х15Н24В4ТР (ЭП164), 09Х15Н8Ю (ЭИ904), 09Х14Н16Б (ЭИ694), 09Х14Н19В2БР (ЭИ695Р), 10Х14Г14Н4Т (ЭИ711), 06ХН28МДТ (ЭИ943), 15Х18Н12С4ТЮ (ЭИ654), 15Х18Н12С4ТЮ-Ш (ЭИ654-Ш), 08Х22Н6Т (ЭП53), 08Х21Н6М2Т (ЭП54), 07Х21Г7АН5 (ЭП222), 07Х21Г7АН5-Ш (ЭП222-Ш), 45Х14Н14В2М (ЭИ69), 12ХН35ВТ* (ЭИ612), 12ХН35ВТ-ВД* (ЭИ612-ВД), ХН70ВМЮТ (ЭИ765), 12Х25Н16Г7АР (ЭИ835), 12Х25Н16Г7АР-Ш, ХН60ВТ (ЭИ868), 10Х11Н23Т3МР (ЭП33), 10ХН28ВМАБ (ЭП126), ХН80ТБЮ (ЭИ607), ХН62МВКЮ (ЭИ867), ХН70МФ (ЭИ814А) по ГОСТ 5632, 25Х17Н2Б-Ш по ТУ 14-1-1062-74, 16Х-ВИ по ГОСТ 10160, 10Х15Н9С3Б1-Ш (ЭП302У-Ш) по ТУ 14-1-1902-76, 10Х32Н8, 10Х32Н8-Ш, 10Х32Н8-ВД по ТУ 14-1-88-79, ХН75ТБЮ (ЭИ869) по ТУ 14-1-2992-80, ХН63М9Б2Ю (ЭП666) по ТУ14-131-106-73, 36НХТЮ по ГОСТ 10994, 03Х20Н16АГ6-Ш по ТУ 14-1-2922-80 и является типовым технологическим процессом проведения термической обработки.

Необходимость проведения термической обработки и ее режимы определяются конкретными условиями изготовления и эксплуатации арматуры и должны оговариваться конструкторской документацией.

В соответствии с требованиями настоящего стандарта и конструкторской документации изготовителям арматуры следует разрабатывать производственно-технологическую документацию (ПТД) на термическую обработку конкретных деталей и сварных сборок применительно к имеющемуся оборудованию. Для заготовок (деталей) и сварных сборок арматуры атомных станций (АС) ПТД на термическую обработку следует разрабатывать в соответствии с требованиями настоящего стандарта, НП-089-15, ПНАЭ Г-7-009-89 (ОП), ПНАЭ Г-7-010-89 (ПК), НП-071-18. В стандарте учтены требования УП 01-1874-62.

* Для заказов АС действуют обозначения: ХН35ВТ (ЭИ612) и ХН35ВТ-ВД (ЭИ612-ВД) согласно ГОСТ 5632-72.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 12.3.004-75 Система стандартов безопасности труда. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки*

ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 6032-2017 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии

ГОСТ 10160-75 Сплавы прецизионные магнитно-мягкие. Технические условия

ГОСТ 10994-74 Сплавы прецизионные. Марки

НП-071-18 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила оценки соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения»

НП-089-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»

ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения

ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля

ПОТ Р М-005-97 Межотраслевые правила по охране труда при термической обработке металлов

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н

СТ ЦКБА 010-2004 Арматура трубопроводная. Поковки, штамповки и заготовки из проката. Технические требования

ТУ 14-1-88-79 Сталь сортовая коррозионно-стойкая марок 10Х32Н8 (ЭП263), 10Х32Н8-ВД (ЭП263-ВД), 10Х32Н8-Ш (ЭП263-Ш). Технические условия

ТУ 14-1-1062-74 Прутки и полосы из коррозионно-стойкой стали марки 25Х17Н2Б-Ш электрошлакового переплава. Технические условия

ТУ 14-1-1902-76 Прутки из стали. Марка 10Х15Н9С3Б1-Ш (ЭП302У-Ш). Технические условия

ТУ 14-1-2260-77 Прутки из коррозионно-стойкого сплава Н70МФВ (ЭП814А). Опытная партия. Технические условия

ТУ 14-1-2606-79 Прутки из никелевого сплава. Марки ХН55МБЮ (ЭП666), ХН55МБЮ-ВД (ЭП666-ВД). Технические условия

ТУ 14-1-2922-80 Прутки горячекатаные и кованые из стали марки 03Х20Н16АГ6-Ш. Технические условия

ТУ 14-1-2992-80 Лента (подкат) горячекатаная из рессорно-пружинной стали. Марки 50ХФА, 60С2А, 70С2ХА, 40Р и 50РА. Технические условия

ТУ 14-131-106-73 Прутки из сплава ХН63М9Б2Ю (ЭП666). Технические условия

УП 01-1874-62 Условия поставки материалов, механизмов, приборов и оборудования для специальных судов

---

* Восстановлен на территории РФ на период с 01.01.2016 по 31.12.2020 для применения на объектах использования атомной энергии.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из сталей мартенситного, мартенсито-аустенитного, мартенсито-ферритного и ферритного классов

3.1 Для получения показателей механических свойств и твердости, установленных СТ ЦКБА 010 и для достижения максимальной коррозионной стойкости, детали (заготовки) арматуры из стали марок: 12Х13, 20Х13, 30Х13, 14Х17Н2, 95Х18, 25Х17Н2Б-Ш, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш, 09Х16Н4Б-Ш должны подвергаться закалке и отпуску, а из стали марок 12Х17, 15Х25Т и 16Х-ВИ– отжигу.

Для уменьшения остаточной магнитной индукции в деталях магнитопровода электромагнитов детали (заготовки) из стали марок 12Х17, 14Х17Н2 должны подвергаться длительному отжигу, а из стали марки 16Х-ВИ – высокотемпературному отжигу в вакууме.

3.2 Термической обработке следует подвергать заготовки. При термической обработке готовых деталей нагрев до температур закалки и отжига следует вести в вакууме не ниже 10^{-2} мм рт. ст. или в контролируемой защитной атмосфере. Если защитной атмосферой служит аммиак, необходимо предусмотреть припуск под шлифовку не менее 0,3 мм на сторону.

3.3 Детали из стали марок 20Х13, 30Х13, 14Х17Н2 и 25Х17Н2Б-Ш, входящие в узлы трения и уплотнения затвора, могут подвергаться поверхностной закалке с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ) с целью повышения твердости при одновременном сохранении высоких механических свойств в сердцевине детали. Подкалка деталей из стали 14Х17Н2 ТВЧ допускается при отсутствии в чертеже требования стойкости стали к межкристаллитной коррозии.

3.4 Режимы термической обработки и твердость сталей приведены в таблице 1, механические свойства, определяемые на продольных образцах, термообработанных по указанным режимам, приведены в приложении А.

3.5 Нагрев деталей (заготовок) из сталей марок 20Х13, 30Х13, 95Х18, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш, 09Х16Н4Б-Ш и 14Х17Н2 в интервале температур от 500 °С до 800 °С должен производиться со скоростью не более 200 °С в час. В интервале температур 750 – 800 °С необходимо дать выдержку до полного прогрева садки. Дальнейший нагрев до температуры закалки производится по мощности печи.

Для деталей толщиной (диаметром) до 120 мм скорость нагрева не лимитируется и выдержка при температуре от 750 °С до 800 °С не производится.

3.6 Для сталей марок 30Х13, 95Х18, 09Х16Н4Б-Ш, 07Х16Н4Б и 07Х16Н4Б-Ш время между закалкой и началом отпуска – не более 3 часов.

3.7 Допускаются отклонения режимов отпуска (таблица 1) в части длительности выдержек и температуры при условии обеспечения всех требований чертежа. Другие отклонения должны быть согласованы:

- для изделий АС и ВМФ – с головной материаловедческой организацией;
- для изделий МО РФ – с представителем заказчика.

3.8 Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ сталей марок 20Х13, 30Х13, 14Х17Н2 и 25Х17Н2Б-Ш применяется для деталей толщиной (диаметром) не менее 15 мм и производится только после предварительной улучшающей термической обработки согласно таблице 1 на твердость до 36,5 HRC для сталей марок 20Х13, 30Х13, на твердость (22-31) HRC для стали марки 14Х17Н2 и на твердость более 31 HRC – для стали марки 25Х17Н2Б-Ш.

Таблица 1 – Режимы термической обработки и твердость коррозионностойких сталей мартенситного, мартенсито-аустенитного, мартенсито-ферритного и ферритного классов

Марка стали	Термическая обработка						Твердость	
	Закалка		Обработка холодом		Отпуск		HRC	HB
	Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Температура, °С	Среда охлаждения		
12Х13	1000-1050	Масло	-	-	700-790	Воздух	-	170-195
20Х13					280-370		39,6-44,5	350-400
					600-670		29-36	**269-310**
					650-700		23,5-29	**235-269**
					700-770		-	197-248
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ		-	-	200-220		Поверхностная твердость	
	1000-1050	Масло, воздух					39,5-48,5	-
30Х13	1000-1050	Масло	-	-	200-300		49,5-55,5	460-530
					650-670		29-37	269-330
					670-720		23-30	235-277
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ				200-220		Поверхностная твердость	
	1000-1050	Масло, воздух					48,5-56,5	-
14Х17Н2	975-1040	Масло	-	-	275-370		37-42,5	331-388
					560-600		30-37	277-331
					680-700		22,5-31	229-285
	Отжиг		-	-	-	-	25-28	240-260
	680-700, выдержка 20 ч	С печью						
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ		-	-	200-220	Воздух	Поверхностная твердость	
	975-1040	Масло, воздух					39,5-47,5	-
95Х18	1000-1050	Масло	-	-	200-300		≥ 56,5	-

Продолжение таблицы 1

Марка стали	Термическая обработка						Твердость	
	Закалка		Обработка холодом		Отпуск		HRC	HB
	Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Температура, °С	Среда охлаждения		
25Х17Н2Б-Ш	1100-1120	Масло	-70	2	250-320	Воздух	≥ 44,5	≥ 415
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ				200-220		Поверхностная твердость	
	1100-1120	Масло					≥ 44,5	-
	950-970	Масло	-	-	630-650		≥ 31	≥ 285
07Х16Н4Б 07Х16Н4Б-Ш	1040-1060	Масло	-	-	275-300 640-660		-	302-351 269-302
09Х16Н4Б 09Х16Н4Б-Ш	1030-1050	Воздух, масло	-	-	600-620		30-36	277-330
	Двухступенчатая термообработка						39-42,5	345-388
	1 ступень		-	-	1 ступень 600-620			
	1030-1050	Масло, воздух						
	II ступень				II ступень 300-350			
	970-990	Масло, воздух						
12Х17	Отжиг		-	-	-	-	-	126-197
	Режим 1 760-780	Воздух						
	Режим II 780-810, выдержка 20 ч	С печью						
15Х25Т	Отжиг		-	-	-	-	-	143-163
	730-780	Воздух, вода						

Окончание таблицы 1

Марка стали	Термическая обработка						Твердость	
	Закалка		Обработка холодом		Отпуск		HRC	HB
	Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Температура, °С	Среда охлаждения		
16Х-ВИ	Отжиг							
	Нагрев в вакууме 10^{-2} мм рт.ст. **1170 °С - 1200 °С**, выдержка 4 ч	В вакууме до 750 °С со скоростью 100°/ч; 750 °С-100 °С со скоростью печи, далее – воздух	-	-	-	-	-	-

(Измененная редакция. Изм. № 4).

Примечания

1 Выдержка при температуре закалки – из расчета от 1 до 1,5 минут на 1 мм толщины (диаметра) заготовки, но не менее 20 минут.

2 Выдержка при температуре отжига для сталей марок 12Х17 и 15Х25Т – из расчета 1 мин на 1 мм толщины (диаметра) заготовки плюс 30 мин.

3 Выдержка при температуре отпуска – из расчета от 3 до 3,5 мин на 1 мм толщины (диаметра) заготовки, но не менее 2 часов.

4 Стали марок 20Х13, 30Х13, 14Х17Н2, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш допускается применять для работы в коррозионно-активных средах, вызывающих склонность к МКК (межкристаллитной коррозии) или КР (коррозионному растрескиванию) только после закалки и высокого отпуска (сталь 20Х13 с НВ197-248 и 235-269, 30Х3 с НВ 235-277 и 269-330, сталь 14Х17Н2 с НВ229-285 и 240-260, 07Х16Н4, 07Х18НБ-Ш с НВ269-302).

5 Для длинных труб и замкнутых сосудов условная толщина берется равной трем толщинам стенки.

6 Допускается после отпуска деталей производить охлаждение в масле или в воде.

3.9 Длительный отжиг заготовок из сталей марок 12Х17 и 14Х17Н2 применяется для уменьшения остаточной магнитной индукции в деталях магнитопровода электромагнитов и обеспечивает магнитные характеристики: для стали марки 12Х17 коэрцитивная сила H_c равна 0,23 ка/м при остаточной магнитной индукции $B_ч$ 0,3 Тл; наибольшая индукция насыщения B_s равна 1,6 Тл при H_m 20 ка/и; для стали марки 14Х17Н2 наименьшая коэрцитивная сила H_c равна 0,1 ка/м при остаточной индукции $B_ч$ 0,5 Тл, индукция насыщения B_s равна 1,5 Тл при максимальной коэрцитивной силе H_m 20 ка/м.

3.10 Высокотемпературный отжиг в вакууме деталей из стали марки 16Х-ВИ обеспечивает получение магнитных характеристик, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Магнитные характеристики стали 16Х-ВИ после высокотемпературного отжига

Магнитная индукция в полях			Коэрцитивная сила H_c, Э, не более
1 ав/см	25 ав/см	100 ав/см	
Не менее 6000 Гс	Не менее 12000 Гс	Не менее 14500 Гс	0,8

Перед отжигом детали должны быть обезжирены.

Механическая обработка деталей после отжига не рекомендуется, так как резко снижает магнитные свойства стали марки 16Х-ВИ.

3.11 При закалке заготовок (деталей) из стали марок 20Х13, 30Х13, 14Х14Н2 допускается охлаждение на воздухе при обязательном обеспечении всех требований чертежа.

3.12 Закалка стали 14Х17Н2 с последующим отпуском при температуре от 680 °С до 700 °С (на твердость 229-285 НВ и 240-260 НВ), а стали 07Х16Н4Б после закалки и отпуска **640 °С - 660 °С** (на твердость 269-302 НВ) обеспечивает стойкость при испытании на межкристаллитную коррозию по методу «А» ГОСТ 6032 (без провоцирующего нагрева, кипятить 15 часов). **(Измененная редакция. Изм. № 4).**

3.13 Поковки и горячие объемные штамповки из стали 14Х17Н2, охлажденные в воде после горячей пластической деформации, для деталей общепромышленной арматуры допускается применять после проведения только высокого отпуска при обеспечении требований чертежа по твердости (НВ 229-285), механическим свойствам и стойкости к МКК.

3.14 При поставке полуфабрикатов в термически обработанном состоянии по режимам, указанным в стандартах или технических условиях на поставку (см. сертификат), допускается повторную термообработку деталей (заготовок) не производить при условии:

а) изготовление деталей не связано ни с какими видами горячей обработки стали (ковка, штамповка и т.д.);

б) выполнения всех требований чертежа.

Примечание - При указании в чертеже для стали марки 12Х17 режима II, а для стали марки 14Х17Н2 интервала твердости от 240-260 НВ проведение термической обработки (длительного отжига) обязательно.

3.15 Сварные сборки из стали марок 12Х13, 20Х13, 12Х17, 14Х17Н2, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш, 09Х16Н4Б-Ш, с целью повышения коррозионной стойкости, пластических характеристик и снятия сварочных напряжений, следует подвергать термической обработке по режимам, указанным в таблице 3.

3.16 Сварные соединения из стали марки 16Х-ВИ для обеспечения магнитных свойств, указанных в п.3.10 следует подвергать термической обработке по режиму согласно таблице 1.

3.17 Для улучшения обрабатываемости, заготовки из сталей марок 12Х13, 20Х13, 30Х13, 95Х18, 14Х17Н2, 07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш, 09Х16Н4Б-Ш, 25Х17Н2Б-Ш следует подвергать термической обработке по режимам, указанным в приложении Б.

Таблица 3 - Термическая обработка сварных узлов

Марки стали	Отпуск, отжиг			Примечание
	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	
12Х13 08Х13 20Х13	710±20	1,5-2	Воздух	—
12Х17	775-800	2-3		При отсутствии требований стойкости против МКК
	800±20	8		При требовании стойкости против МКК
14Х17Н2	680-700	2-3		При отсутствии требований стойкости против МКК
	680-700	3-5		При требовании стойкости против МКК
07Х16Н4Б 07Х16Н4Б-Ш	1 режим			—
	640-660	5 [1)]		
	2 режим			
	а) 670-680 б) 600-620	5 [1)] 2 [1)]		
09Х16Н4Б-Ш	600-620	1,5-2		С $\sigma_{0.2}$=80-85 кгс/мм^2

[1)] Время выдержки 3-4 минуты на 1 мм толщины, но не менее времени, указанного в графе «Время выдержки».

Примечания

1 При наличии в сварной сборке из стали марки 14Х17Н2 твердых наплавок охлаждение сварной сборки после отпуска следует производить с печью или с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе.

2 Для сталей 07Х16Н4Б и 07Х16Н4Б-Ш режим 1 применяется для рабочей температуры до 100 °С, режим 2 – свыше 100 °С.

4 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из сталей и сплавов аустенитного и аустенито-ферритного классов

4.1 Для получения показателей механических свойств и твердости, установленных СТ ЦКБА 010 и достижения максимальной коррозионной стойкости детали арматуры из сталей и сплавов марок 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х18Н10Т-ВД, 08Х18Н10Т-Ш, 10Х15Н9С3Б1-Ш, 08Х15Н24В4ТР, 09Х15Н8Ю, 10Х32Н8, 10Х32Н8-ВД, 10Х32Н8-Ш, 09Х14Н16Б, 09Х14Н19В2БР, 10Х14Г14Н4Т, 06ХН28МДТ, 15Х18Н12С4ТЮ, 15Х18Н12С4ТЮ-Ш, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 07Х21Г7АН5, 07Х21Г7АН5-Ш, 03Х20Н16АГ6-Ш, ХН70МФ-ВИ должны подвергаться термической обработке по режимам, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы термической обработки и твердость коррозионно-стойких сталей аустенитного и аустенито-ферритного классов и сплава Н70МФ.

Марка стали, сплава	Термическая обработка					Твердость	
	Закалка		Старение			HRC	HB
	Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения		
12Х18Н9	1020-1100	Воздух	-	-	-	-	121-179
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т		Вода, воздух					
08Х18Н10Т-ВД 08Х18Н10Т-Ш	1040-1060						
09Х14Н16Б	1110-1130						131-156
09Х14Н19В2БР	1140-1160						
10Х14Г14Н4Т	1000-1080						121-179
06ХН28МДТ	1050-1080						До 200 вкл.
15Х18Н12С4ТЮ 15Х18Н12С4ТЮ-Ш	950-1050	Вода					155-170
08Х22Н6Т 08Х22Н6М2Т	950-1050	Вода, воздух					140-200
07Х21Г7АН5 07Х21Г7АН5-Ш	1000-1050						До 207 вкл.
03Х20Н16АГ6-Ш	1030-1070	Вода					-
10Х15Н9С3Б1-Ш	1030-1050	Воздух					-
08Х15Н24В4ТР	-	-	690-710	16	Воздух		≥ 229
09Х15Н8Ю	950-1000	Воздух	350-400	1-2		35,5-40,5	-
	После закалки обработка холодом при температуре минус 70 °С, 2 часа						
10Х32Н8 10Х32Н8-ВД 10Х32Н8-Ш	1080-1120	Вода	270-300	2-4		≤ 26	≤ 248
			450-500	2-4		26-32	262-293
			450-500	8-15		32-39	293-358
Н70МФ	1100-1120			-	-	-	180-230

Примечания

1 Выдержка при температуре закалки - из расчета 1-1,5 мин на 1 мм наибольшего сечения заготовки, но не менее 30 минут.

2 Для заготовок толщиной (диаметром) 10 мм и менее охлаждение всех сталей и сплавов, за исключением 10Х32Н8, 10Х32Н8-ВД, 10Х32Н8-Ш и сплава ХН70МФ допускается производить на воздухе.

3 Для сталей, у которых в графе «твердость» число твердости не указано, норма твердости не устанавливается.

Механические свойства перечисленных сталей, определяемые на продольных образцах, термообработанных по указанным режимам, приведены в приложении А. Термической обработке следует подвергать заготовки.

4.2 При поставке полуфабрикатов в термически обработанном состоянии по режимам, указанным в стандартах или технических условиях на поставку (см. сертификат), допускается повторную термическую обработку заготовок (деталей) не производить при условии:

а) соблюдения требований п.3.14;

б) изготовление детали не связано с холодной обработкой давлением на величину максимальной деформации более 5 %, если детали работают в средах, не вызывающих коррозионное растрескивание (жидкие металлы, инертные газы, воздух и др.).

Металлопрокат из сталей 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, поступивший с сертификатом без указаний о проведении термической обработки, допускается использовать для изготовления не сварных деталей арматуры общепромышленного назначения без проведения термической обработки при обеспечении всех требований чертежа.

Поковки и штамповки из сталей марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т допускается использовать с применением закалки с ковочного нагрева для изготовления не сварных деталей арматуры общепромышленного назначения при обеспечении всех требований чертежа. При изготовлении деталей арматуры общепромышленного назначения отсутствуют требования соблюдения УП 01-1874-62.

4.3 Заготовки из стали марок 12Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10Т-Ш, 08Х18Н10Т-ВД, 10Х18Н10Т, 09Х14Н16Б, 09Х14Н19В2БР допускается после аустенизирующей термообработки дополнительно подвергать стабилизирующему отжигу при температуре от 850 °С до 920 °С с выдержкой не менее 2 часов, с охлаждением на воздухе.

4.4 Стабилизирующий отжиг заготовок сталей марок, перечисленных в п.4.3 следует производить, если детали предназначены:

а) для работы при температуре свыше 350 °С;

б) для последующего азотирования.

4.5 Стабилизирующему отжигу при температуре 850 °С - 920 °С с охлаждением в печи до 200 °С, далее на воздухе подвергают детали после выполнения наплавки твердыми сплавами.

4.6 Для предупреждения образования закалочных трещин в стали марок 10Х32Н8, 10Х32Н8-ВД, 10Х32Н8-Ш необходимо:

а) посадку заготовок при нагреве под закалку производить в печь, нагретую до температуры не свыше 150 °С;

б) переключить печь на температуру 200 °С и выдержать не менее 1 часа (в зависимости от размера садки и термического оборудования);

в) переключить печь на температуру 300 °С - 360 °С, выдержать не менее трех часов;

г) переключить печь на температуру 1080 °С - 1120 °С, выдержать не менее трех часов после достижения температуры;

д) охладить в проточной воде с температурой не выше 35 °С.

Примечания

1 Медленный нагрев по п. 4.5 а, б, в, г, д производить при наличии σ–фазы в поставке. В этом случае нагрев под закалку рекомендуется производить в электропечах.

2 При отсутствии σ-фазы допускается посадка заготовок в печь на закалочную температуру.

Закалку рекомендуется производить в заготовках толщиной (диаметром) не более 50 мм с минимальными припусками на механическую обработку и с просверленными отверстиями.

Заготовки сечением или толщиной стенки более 50 мм, а также заготовки, имеющие резкие переходы в размерах поперечного сечения, должны подвергаться охлаждению с температуры закалки в горячих средах, с температурой от 250 °С до 270 °С.

4.7 Для снятия наклепа на деталях из стали 12Х18Н9 после холодной обработки давлением в случае максимальной деформации более 5 % производится термическая обработка по режиму: температура нагрева – 950 °С, охлаждение на воздухе.

(Измененная редакция. Изм. № 4).

4.8 Сварные сборки из сталей и сплавов марок 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10Т-ВД, 08Х18Н10Т-Ш, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 09Х14Н16Б, 09Х14Н19В2БР, 10Х14Г14Н4Т, 06ХН28МДТ, 15Х18Н12С4ТЮ, 15Х18Н12С4ТЮ-Ш, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 07Х21Г7АН5, 07Х21Г7АН5-Ш, 10Х15Н9С3Б1-Ш, ХН70МФ-ВИ следует подвергать термической обработке по режимам, указанным в таблице 5 настоящего стандарта.

(Измененная редакция. Изм. № 4).

Т а б л и ц а 5 – Режимы термической обработки сварных сборок

№ режима	Марка стали, сплава	Закалка, стабилизирующий отжиг		Дополнительные указания
		Температура, °С	Среда охлаждения	
1	12Х18Н9	1000 +20 −30	Воздух	Для повышения стойкости к хрупким разрушениям в околошовной зоне сварных соединений, работающих при температуре выше 500 °С
	08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т			Для снятия остаточных напряжений, в случае сварки электродами типа Э-07Х19Н11М3Г2Ф (марки ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, проволока св. 04Х19Н11М3 и др.)
	12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10Т-ВД 08Х18Н10Т-Ш			Для предотвращения склонности к ножевой коррозии сварных сборок, работающих в азотной кислоте; при этом температуру нагрева держать на верхнем пределе. Время выдержки не менее 1 часа
2	12Х18Н9	950-980	С печью или до 300 °С с печью, далее - на воздухе	При наличии твердых наплавок в сварных сборках
3	12Х18Н9	Отпуск 600 ±15	Воздух	Для снятия остаточных напряжений сварных сборок сложной конфигурации, если рабочая температура изделия не выше 500 °С

Продолжение таблицы 5

№ режима	Марка стали, сплава	Закалка, стабилизирующий отжиг		Дополнительные указания
		Температура, °С	Среда охлаждения	
4	12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10Т-Ш 08Х18Н10Т-ВД 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	950-1050	Воздух	В случае сварки проволокой св.04Х19Н11М3 или электродами типа Э-07Х19Н11М3Г2Ф (марки ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, проволока св. 04Х19Н11М3 и др.)
	07Х21Г7АН5 07Х21Г7АН5-Ш			Для повышения ударной вязкости сварных соединений при температуре эксплуатации, если изделие работает при криогенных температурах
	03Х20Н16АГ6-Ш			Для снятия остаточных напряжений сварных сборок, работающих при криогенных температурах
	08Х22Н6Т 08Х21Н6М2Т 15Х18Н12С4ТЮ 15Х18Н12С4ТЮ-Ш			Для повышения общей коррозионной стойкости и снятия остаточных напряжений
5	12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10Т-ВД 08Х18Н10Т-Ш 09Х14Н16Б 10Х14Г14Н4Т 09Х14Н19В2БР	850-920	Воздух	В случае сварки электродами типа Э-08Х19Н10Г2МБ (марок ЭА 898/21Б и др.) для снятия остаточных напряжений в сварных сборках: а) работающих при температуре 350 °С и выше; б) работающих при температуре не выше 350° С, если проведение закалки нецелесообразно
6	10Х15Н9С3Б1-Ш	1000-1100		Для повышения общей коррозионной стойкости и снятия остаточных напряжений
7	09Х14Н16Б	1110-1130		
8	09Х14Н19В2БР	1140-1160		
10	**06ХН28МДТ** [5]	1050-1080	Воздух	Для повышения общей коррозионной стойкости, стойкости к МКК и снятия остаточных напряжений
11	ХН70МФ-ВИ	1100-1120	Вода, душ водяной	

(Измененная редакция. Изм. № 4).

Окончание таблицы 5

№ режима	Марка стали, сплава	Закалка, стабилизирующий отжиг		Дополнительные указания
		Температура, °С	Среда охлаждения	
12	12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10Т-ВД 08Х18Н10Т-Ш	Отпуск 375-400	Воздух	Для снятия остаточных напряжений сварных сборок, работающих при температуре не выше 350 °С, после окончательной механической обработки (до притирки), если проведение других видов термообработки нецелесообразно)
14	12Х18Н9Т [6] 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10Т-ВД	950 - 970	Воздух	Термообработка производится в случае приварки патрубков внутренним диаметром не менее 100 мм и более к корпусу (без оттяжки) согласно КД

Примечания

1 При наличии твердых наплавок охлаждение после термообработки производить с печью или до 300 °С с печью, далее - на воздухе.

2 Выдержка при температуре отпуска по режиму 12 – от 6 до 10 часов.

3 При проведении стабилизирующего отжига по режимам 2, 5 выдержка после прогрева садки - не менее 2 часов.

4 Выдержка при температуре закалки по режимам 1, 4, 6-10 – не менее 2,5 мин, а по режиму 11 – не менее 3 мин на 1 мм наибольшей толщины стенки, но не менее 1 часа.

5 Для сплава 06ХН28МДТ допускается производить термообработку при температуре 950 °С - 970 °С при условии обеспечения стойкости против МКК.

6 Загрузка в печь при температуре 950 °С - 970 °С, нагрев до температуры 950 °С - 970 °С, выдержка $2^{+0,5}$ часа, охлаждение на воздухе, набор температуры в печи после загрузки должен быть обеспечен в течение 1 часа.

4.9 При полной термической обработке любых сварных соединений, а также при отпусках или аустенизации продольных, меридиональных, хордовых и круговых сварных соединений и всех наплавленных деталей, сварные (наплавленные) изделия следует помещать в печь целиком.

При отпусках и аустенизации кольцевых сварных соединений труб и других цилиндрических деталей допускается местная термическая обработка, что должно быть оговорено в чертежах или ПТД.

При местной термической обработке сварных соединений общая зона контролируемого нагрева металла состоит из основной и дополнительных зон и должна включать сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла на расстоянии L, минимальные значения которых в зависимости от номинальных диаметров и толщин сваренных деталей приведены в таблице 6.

Основная зона контролируемого нагрева включает сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла на расстояниях, равных номинальным толщинам сваренных деталей при толщине деталей до 50 мм (включительно), а при большей толщине деталей – на расстоянии 50 мм. В пределах основной зоны температура металла в процессе выдержки должна соответствовать заданной температуре отпуска (аустенизации) с учетом установленных допусков.

Таблица 6 – Ширина зоны контролируемого нагрева основного металла L, мм

Номинальные размеры сваренных деталей на участках, примыкающих к сварному шву		Минимальное расстояние, мм
Наружный диаметр, мм	Толщина, мм	
До 200 (включительно)	До 20 (включительно)	40
	Свыше 20	50
Свыше 200 до 300 (включительно)	До 25 (включительно)	60
	Свыше 25	70
Свыше 300 до 500 (включительно)	До 30 (включительно)	90
	Свыше 30	120
Свыше 500 до 1000 (включительно)	До 50 (включительно)	180
	Свыше 50 до 100 (включительно)	250
	Свыше 100	300
Примечание - При наружном диаметре сваренных деталей свыше 1000 мм значение L устанавливается ПТД (производственно-технологической документацией).		

Дополнительная зона контролируемого нагрева включает участки основного металла общей зоны, не входящие в основную зону. В пределах дополнительной зоны допускается снижение температуры металла в процессе выдержки по сравнению с заданной температурой отпуска (аустенизации), но не более чем на 50 °С от минимально допустимой температуры (с учетом минусового допуска).

4.10 Сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса номинальной толщиной свыше 10 мм, предназначенные для работы при температуре:

- 450 °С и выше (стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т);
- свыше 500 °С (сталь марки 12Х18Н9);
- свыше 560 °С (сталь марки 08Х16Н11М3). Если нет указаний в КД, подлежат аустенизации при температуре 1000^{+20}_{-30} °С.

Сварные сборки из сталей марок 07Х21Г7АН5, 07Х21Г7АН5-Ш при толщине свариваемых деталей до 1,5 мм включительно допускается не подвергать термообработке.

4.11 Термическую обработку сварных сборок из сталей марок 10Х32Н8, 10Х32Н8-Ш, 10Х32Н8-ВД производить по режимам, приведенным в таблице 7:

Таблица 7 – Режимы термической обработки сварных сборок из сталей марок 10Х32Н8, 10Х32Н8-Ш, 10Х32Н8-ВД

Марка стали	Номер режима	Термическая обработка					Твердость, HRC
		Закалка		Отпуск			
		Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки	Среда охлаждения	
10Х32Н8	13	1080-1120	Вода	270-300	2-4	Воздух	-
10Х32Н8-Ш	14	-	-	450-500	2-4		26-32
10Х32Н8-ВД	15				8-15		32-37,5

Примечания

1 Выдержка при температуре закалки – из расчета не менее 2,5 минут на 1 мм наибольшей толщины стенки, но не менее 1 часа.

2 При наличии σ-фазы в стали 10Х32Н8, нагрев сварных сборок при термообработке по режиму 13 производить в соответствии с п. 4.5.

а) при необходимости повышения коррозионной стойкости и стабилизации размеров – по режиму 13 (в том числе и в случае сварки разнородных металлов – стали 10Х32Н8 и стали типа Х18Н9Т);

б) при необходимости получения твердости не менее 26 HRC отпуск производить соответственно по режимам 14 или 15.

4.12 Посадку сварных сборок на термообработку производить в печь, нагретую до температуры не свыше 500 °С.

Для изделий АС температура печи при загрузке в нее сварной сборки для термической обработки должна отличаться от температуры основного металла деталей сварной сборки не более, чем на 300 °С.

Сварные сборки с твердыми наплавками, подвергающиеся термообработке непосредственно после наплавки, допускается загружать в печь, нагретую до температуры не выше 300 °С.

Посадку на термообработку сварных сборок из сталей 10Х32Н8, 10Х32Н8-Ш, 10Х32Н8-ВД (по режиму 13) и из сплава ХН70МФ-ВИ производить в печь, нагретую до температуры закалки.

4.13 Сварные сильфонные сборки термической обработке после приварки сильфона не подвергаются.

5 Режимы термической обработки деталей и сварных сборок из жаропрочных сталей и сплавов

5.1 Для получения показателей механических свойств и твердости, установленных СТ ЦКБА 010, детали арматуры из сталей и сплавов марок 45Х14Н14В2М, 12ХН35ВТ*, 12ХН35ВТ-ВД*, ХН70ВМЮТ, 12Х25Н16Г7АР, 12Х25Н16Г7АР-Ш, ХН60ВТ, 10Х11Н23Т3МР, ХН75ТБЮ, 10ХН28ВМАБ, ХН80ТБЮ, ХН62МВКЮ, ХН63М9Б2Ю, 36НХТЮ должны подвергаться термической обработке по режимам, приведенным в таблице 8.

Механические свойства перечисленных сталей, определяемые на продольных образцах, термообработанных по указанным режимам, указаны в приложении А.

Термической обработке следует подвергать заготовки.

5.2 Режим II термической обработки стали 45Х14Н14В2М следует применять для деталей, работающих при температуре не свыше 450° С, а также для деталей, подвергаемых последующему азотированию.

5.3 Режим II термической обработки стали 10Х11Н23Т3МР предназначен для деталей, работающих при криогенных температурах.

5.4 Для обеспечения максимальной пластичности стали 36НХТЮ применяется только аустенизация, согласно таблице 8.

5.5 Старение деталей, предназначенных для наплавки стеллитом, следует производить после наплавки с охлаждением после старения с печью или до температуры 300 °С в печи, далее на воздухе.

5.6 Если деталь подвергается азотированию, то в случае совпадения температуры старения и азотирования эти операции можно совместить.

5.7 При поставке полуфабрикатов в термически обработанном состоянии по режимам, указанным в стандартах или технических условиях на поставку (см. сертификат), допускается, повторную термическую обработку деталей (заготовок) не производить при условии выполнения требований п.3.15 по согласованию с проектирующей организацией.

5.8 Сварные сборки из сплавов марок 12ХН35ВТ*, 12ХН35ВТ-ВД*, ХН60ВТ, ХН80ТБЮ, ХН63М9Б2Ю должны подвергаться старению по п. 5.1 (таблица 8).

Сварка перечисленных сплавов производится в закаленном (п. 5.1, таблица 8) состоянии.

---

* Для заказов АС действуют обозначения: ХН35ВТ (ЭИ612) и ХН35ВТ-ВД (ЭИ612-ВД) согласно ГОСТ 5632-72.

Таблица 8 – Режимы термической обработки и твердость жаропрочных сталей и сплавов

Марка стали или сплава	Термообработка						Твердость, НВ
	Закалка			Старение			
	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	
45Х14Н14В2М	Режим 1 1170-1200 Режим 2 1090-1110	0,5-1	Вода	730-770	5	Воздух	170-270
12ХН35ВТ***	1080-1100	1-1,5*	Вода	Режим 1 Двойное старение а) 850-900 б) 690-710	10 10-50	Воздух	207-269
				Режим 2 690-700	50		
12ХН35ВТ-ВД***	1080-1100	1-1,5	Вода	Двойное старение а) 840-860 б) 690-710	10 35-50	Воздух	207-269
ХН75ТБЮ	1090-1110	6	Вода	Режим 1 Для работы при температуре до 750 °С двойное ступенчатое старение а) 1000	2	С печью до 900 °С	255-285
				900	1	С печью до 800 °С	
				800	2	Воздух	
				б) 750	20		
				Для работы при температуре до 700 °С 700	48	Воздух	269-302
				Режим 2 Для работы при температуре 800 °С двойное ступенчатое старение а) 1000	2	С печью до 900 °С	255-285
				900	1	С печью до 820 °С	
				820	2	Воздух	
				б) 800	20		
10ХН28ВМАБ	100-1120	1,5-2 мин на 1 мм наибольшего сечения	Воздух	-	-	-	-

Продолжение таблицы 8

Марка стали или сплава	Термообработка						Твердость, НВ
	Закалка			Старение			
	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	
12Х25Н16Г7АР 12Х25Н16Г7АР-Ш	1050-1150	2 мин на 1 мм наибольшего диаметра (толщины стенки)	Вода	-	-	-	163-217
ХН60ВТ	1190-1210	2	Вода, воздух	800	10	Воздух	190-250
10Х11Н23Т3МР	Режим 1 1090-1110	1-2	Масло	Двойное старение а) 780 б) 650	 16 16	Воздух	285-341
	Режим 2** 1000-1050	1	Воздух	700	3	Воздух	-
ХН80ТБЮ	1090-1110	6	Вода	Тройное ступенчатое старение а) 1000 900 800 б) 750 Для рабочей температуры 700 °С 700 Для рабочей температуры 650 °С 650	 2 1 2 20 48 48	 С печью до 900 °С С печью до 800 °С Воздух	207-241
ХН70ВМЮТ	1140-1160	3	Масло	800	20	Воздух	270-320
ХН62ВМКЮ	1210-1230	4-6	Воздух	950	8	Воздух	260-360
ХН63М9Б2Ю	1050-1100	2	Воздух	700	15	Воздух	241-302

Окончание таблицы 8

Марка стали или сплава	Термообработка						Твердость, НВ
	Закалка			Старение			
	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	
36НХТЮ	920-950	1-3 мин на 1 мм наибольшего сечения заготовки	Вода	650-670	2-4	Воздух	HRC 32-41,5

* Время выдержки для заготовок диаметром (толщиной) более 90 мм до 150 мм включ. – 1,5-2,5 ч.
** Режим для работы материала при криогенных температурах.
*** Для заказов АС действуют обозначения: ХН35ВТ (ЭИ612) и ХН35ВТ-ВД (ЭИ612-ВД) согласно ГОСТ 5632-72.

Примечания

1 Заготовки из стали марки 12Х25Н16Г7АР диаметром (толщиной) менее 10 мм допускается охлаждать от температуры закалки на воздухе.

2 Для сплавов марки 12ХН35ВТ***, 12ХН35ВТ-ВД*** продолжительность старения при температуре от 690 °С до 710 °С определяется содержанием титана. При содержании титана от 1,1 до 1,2 % продолжительность старения – 50 часов, при большем содержании титана – от 10 до 40 часов.

3 Если в таблице 7 не указаны температурные пределы, при старении заготовок допускается отклонение по температуре ± 10 °С.

4 Величина твердости не устанавливается для сталей, у которых в графе «Твердость» твердость не указана.

5 Для кованых штоков **из сплава 12ХН35ВТ-ВД*** ** закалку производить при температуре от 1020 °С до 1040 °С. **(Измененная редакция. Изм. № 4)**

Сварные сильфонные сборки термической обработке после приварки сильфона не подвергаются, в связи с этим детали подвергаются закалке и старению до сварки.

5.9 Сварные сборки из стали марок 12Х25Н16Г7АР, 12Х25Н16Г7АР-Ш следует подвергать термической обработке по режиму: закалка с температур от 950 °С до 1050 °С с охлаждением на воздухе.

Сварные сборки из стали марки 10ХН28ВМАБ должны подвергаться термической обработке для снятия сварочных напряжений при температурах от 950 °С до 1000 °С. После сварки узлы с малым сечением сварных соединений (до 3-5 мм) можно термической обработке не подвергать.

Выдержка при температуре закалки из расчета не менее 2,5 мин на 1 мм наибольшей толщины стенки.

Посадку сварных сборок на термообработку производить в печь, нагретую до температуры не выше 500 °С. Сварные сборки с наплавкой стеллита, подвергающиеся термообработке непосредственно после наплавки, допускается загружать в печь, нагретую до температуры не выше 600 °С.

5.10 Термическую обработку сварных сборок, изготовленных из сталей марок 10ХН28ВМАБ, 12Х25Н16Г7АР, 12Х25Н16Г7АР-Ш, где допускается пониженная по сравнению с основным металлом прочность сварных швов и снятие напряжений не является обязательным, допускается не производить, кроме сборок, работающих при криогенных температурах.

6 Общие технологические указания по термической обработке

6.1 При нагреве в пламенных печах не допускается прямое попадание пламени непосредственно от форсунки на заготовки и сварные сборки.

6.2 Основными охлаждающими средами являются спокойный воздух при температуре цеха, вода с температурой от 20 °С до 60 °С и минеральные масла с температурой от 20 °С до 70 °С.

6.3 В качестве горячей среды для охлаждения заготовок из сталей марки 10Х32Н8, 10Х32Н8-ВД и 10Х32Н8-Ш в сечении более 50 мм рекомендуется применять селитру. Ванну необходимо охлаждать проточной водой. При разогреве ванны температура селитры должна быть не свыше 450 °С.

6.4 При расчете времени выдержки длинных труб и замкнутых сосудов берется условная толщина, равная трем толщинам стенки.

6.5 Время выдержки заготовок, деталей и сварных сборок исчисляется с момента прогрева садки и выхода печи на заданную температуру.

6.6 При необходимости допускается производить повторную термообработку. Число повторных термообработок должно быть не более двух. Дополнительный отпуск не считается повторной термической обработкой, а их количество не ограничивается.

6.7 Детали или сварные сборки, на которых по условиям работы недопустима окисленная поверхность, а механическая зачистка окалины или осветление травлением невозможны, должны подвергаться термообработке в защитных средах или предохраняться от окисления другим надежным способом.

7 Контроль термической обработки

7.1 При термической обработке заготовок (деталей), сварных соединений и наплавленных деталей следуем контролировать соблюдение требований ПТД и чертежей деталей, а для изделий АС также НП-089-15, ОП и ПК в части:

- методов и видов термической обработки;
- применяемого термического оборудования;
- последовательности и порядка выполнения термической обработки и отдельных ее этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);
- режимов термической обработки (температуры печи при загрузке, скорости нагрева, температуры и продолжительности выдержек, условий, среды или скорости охлаждения);
- методов и порядка контроля температурных режимов (расположение термопар или других устройств для измерения температуры, их количество и т.п.);
- температуры в точках, предусмотренных в ОП, при контроле требуемой зоны нагрева сварного соединения и прилегающих к нему участков;
- условий, обеспечивающих свободное расширение сварных (наплавленных) изделий и предохраняющих их от пластических деформаций под действием собственной массы;
- других параметров, контроль которых предусмотрен в ПТД.

7.2 Печные агрегаты, в которых изделия нагреваются под термическую обработку, должны обеспечить распределение температуры в рабочей части печи в пределах допуска, указанного в режиме термической обработки.

Все печные агрегаты должны по установленному графику (инструкциям) проходить проверку на распределение температуры по поду и высоте печи.

7.3 После ремонта печного агрегата, а также при замене нагревателей, следует производить регулирование печи с контрольной проверкой. При проверке устанавливается

рабочая зона печи, в пределах которой можно располагать детали, заготовки, сварные сборки при термической обработке.

Перед началом каждой смены необходимо проверять состояние пирометрической аппаратуры, регулирующей и контролирующей температуры печи.

7.4 Для контроля режимов термической обработки деталей изделий Министерства обороны РФ и АС следует использовать термоэлектрические преобразователи (термопары) с устройствами для автоматической записи параметров режима.

Термопары должны быть установлены в печи непосредственно на подвергаемых термической обработке сварных (наплавленных) изделиях. Количество и расположение термопар должны обеспечивать возможность контроля по всему объему печи при общей термической обработке и контроля зон нагрева при местной термической обработке.

При внепечной термической обработке допускается использование других средств контроля режимов термической обработки, обеспечивающих требуемую точность измерения температуры (радиационные пирометры и др.).

При термической обработке изделий АС со сварными соединениями III категории по согласованию с головной материаловедческой организацией допускается контроль режимов термической обработки производить по термопаре, установленной в печи. При этом должны проводится контрольные нагревы с периодичностью не реже одного раза в три месяца, подтверждающие, что разность показаний термопар, установленных в печи и непосредственно на термообрабатываемом изделии (в конкретной точке), не превышает 15 °С, с записью результатов контроля в специальном журнале.

После выполнения термической обработки должны быть зафиксированы номер садки и номер печи (для печной термической обработки), для проведения термической обработки, данные партии металла и производственный шифр (номер) сварного (наплавленного) изделия или сварного соединения.

7.5 Объем контроля качества изделий, прошедших термическую обработку и сдаточные характеристики устанавливаются чертежом в соответствии с СТ ЦКБА 010 и с учетом требований НП-071-18.

7.6 При отсутствии в чертеже требования по контролю твердости или механических свойств термически обработанные детали или заготовки проходят контроль твердости по Гр II СТ ЦКБА 010. Твердость должна соответствовать нормам, указанным в таблицах 1, 4, 8.

7.7 При проведении термообработки должны соблюдаться правила техники безопасности, приведенные в приложении В.

8 Оформление документации

8.1 Необходимость проведения термической обработки деталей, заготовок и сварных сборок должна быть указана в чертежах со ссылкой на настоящий стандарт.

8.2 В зависимости от назначения отжига для стали марки 12Х17 должен быть указан номер режима термической обработки.

8.3 В зависимости от требуемого уровня механических свойств или температуры рабочей среды для сталей марок 45Х14Н14В2М, 10Х11Н23Т3МР и сплава ХН75ТЮБ в чертеже должен быть дополнительно указан номер режима термической обработки. Для стали марки 12ХН35ВТ* режим термической обработки определяется заводом-изготовителем.

8.4 Для сварных сборок из сталей и сплавов аустенитного и аустенито-ферритного классов (раздел 4) в чертеже должен быть дополнительно указан номер режима по таблицам 5 и 7.

8.5 При наличии сварки или наплавки деталей, упрочняемых старением, в чертеже свариваемой или наплавляемой детали указать: «Термообработка по СТ ЦКБА 016, старение производить после сварки (или наплавки)».

---

* Для заказов АС действуют обозначения: ХН35ВТ (ЭИ612) и ХН35ВТ-ВД (ЭИ612-ВД) согласно ГОСТ 5632-72.

8.6 Фактический режим термической обработки и результаты замеров твердости заготовок, деталей и сварных узлов должны фиксироваться в журнале термического цеха с указанием обозначений чертежей деталей и изделия.

8.7 После выполнения термической обработки должны быть зафиксированы номер садки и номер печи (для печной термической обработки), дата проведения термической обработки и производственный шифр (номер) сварной (наплавленной) сборки.

Приложение А
(обязательное)
Механические свойства заготовок из высоколегированных сталей и сплавов

Таблица А.1 – Механические свойства заготовок из высоколегированных сталей и сплавов

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кгс·м/см^2)	HRC	HB
12Х13	До 60 включ.	588 (60)	410 (42)	20	60	9	-	170-195
20Х13	До 60 включ.	1274-1470 (130-150)	1078-1274 (110-130)	3-8	-	10-40 (1,0-4,0)	39,6-44,5	350-400
		882 (90)	686 (70)	10	40	40 (4,0)	29-36	269-310
		784 (80)	539 (55)	12	45	60 (6,0)	23,5-29	235-269
	До 100 включ.	647 (66)	441(45)	16	55	80 (8,0)	-	197-248
				15	50	75 (7,5)		
	До 300 включ.			13	45	50 (5,0)		
30Х13	До 60 включ.	1470-1666 (150-170)	1176-1372 (120-140)	1-6	2-7	-	49,5-55,5	-
		882 (90)	686 (70)	10	40	30 (3,0)	29-37	269-330
	До 200 включ.	784 (80)	588 (60)	12	42	40 (4,0)	23-30	235-277
		735 (75)			40			
95Х18	До 60 включ.	1470-1666 (150-170)	-	-	-	3-5 (0,3-0,5)	От 56,5 включ. и выше	
12Х17		392 (40)	245 (25)	20	50	30 (3,0)	-	126-197
			157 (16)	25	55	5 (0,5)	-	
15Х25Т (ЭИ 439)	До 60 включ.	441 (45)	294 (30)	20	45	-	-	143-163
16Х-ВИ	-	250 (25)	196 (20)	25	65	-	-	109*

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/ см^2 (кгс·м/см^2)	HRC	HB
07Х16Н4Б, 07Х16Н4Б-Ш	До 200 включ.	1029 (105)	931 (95)	10	45	78 (8)	-	302-351
	До 200 включ.	882 (90)	735 (75)	13	50	84 (8,5) KCV 60 (6,0)	-	269-302
	До 400 включ.		686 (70)					
	До 500 включ.			12	40			
14Х17Н2	До 60 включ.	1080 (110)	834 (85)	10	25	50 (5,0)	37-42,5	331-389
		931 (95)	735 (75)		30		30-37	277-331
		735 (75)	490 (50)	14	50	60 (6,0)	25-28	240-260
		784 (80)	568 (58)				22,5-31	229-285
	До 100 включ.	687 (70)	540 (55)	12	43	50 (5,0)		
	До 300 включ.				40	40 (4,0)		
25Х17Н2Б-Ш	До 60 включ.	1470 (150)	1176 (120)	8	45	40 (4,0)	От 44,5 включ. и выше	От 415 включ. и выше
		980 (100)	784 (80)	12	50	50 (5,0)	≥31	≥285
09Х16Н4Б (ЭП 56)	До 60 включ.	1180 (120)	830 (95)	8	40	60 (6,0)	39-42,5	345-388
		980 (100)	835 (85)		45		30-36	269-302
	До 200 включ.	931 (95)	784 (80)		42			
12Х18Н9	До 60 включ.	490 (50)	196 (20)	45	55	-	-	121-179
	До 200 включ.			40	48			
	До 300 включ.			38	45			

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кгс ·м/см^2)	HRC	HB
12Х18Н9Т	До 60 включ.	510 (52)	196 (20)	40	55	-	-	121-179
	До 100 включ.			39	50			
	До 160 включ.			37	45			
	До 500 включ.			37	44			
08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	До 60 включ.	490 (50)	196 (20)	40	55	-	-	121-179
	До 100 включ.			39	50			
	До 200 включ.			38	40			
	Более 200			35	40			
08Х18Н10Т-ВД	До 250 включ.	490 (50)	206 (21)	40	55	-	-	121-179
10Х17Н13М2Т (ЭИ 448)	До 60 включ.	510 (52)	196 (20)					
	До 200 включ.	510 (52)	196 (20)	38	50			
10Х17Н13М3Т (ЭИ 432)	До 500 включ			36	45			
10Х15Н9С3Б1-Ш	До 60 включ.	589 (60)	245 (25)	25	-	100 (10,0)	-	-
08Х17Н15М3Т (ЭИ 580)	До 500 включ.	490 (50)	196 (20)	35	45	-	-	До 200 включ.
09Х14Н16Б (ЭИ 694)	До 60 включ.	490 (50)	196 (20)	35	50	-	-	131-156
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695Р)		510 (52)	216 (22)			-	-	
10Х14Г14Н4Т (ЭИ 711)		637 (65)	245 (25)			-	-	121-179

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/ см^2 (кгс ·м/см^2)	HRC	HB
06ХН28МДТ (ЭИ 943)	До 200 включ.	510 (52)	216 (22)	36	40	-	-	До 200 включ.
	До 500 включ.			33	35			
15Х18Н12СЧТЮ (ЭИ 654) 15Х18Н12СЧТЮ-Ш (ЭИ 654-Ш)	До 60 включ.	715 (73)	372 (38)	25	40	80 (8,0)	-	155-170
08Х22Н6Т (ЭП 53)		589 (60)	343 (35)	20	45	-	-	140-200
	До 100 включ.			19	40	80 (8,0)		
	До 300 включ.			17	35	60 (6,0)		
08Х21Н6М2Т (ЭП 54)	До 60 включ.	590 (60)	345 (35)	25	45	80 (8,0)	-	140-200
	До 200 включ.	539 (55)	343 (35)	22	40		-	
	200-500			18	37	60 (6,0)	-	
07Х21Г7АН5 (ЭП 222)	До 60 включ.	686 (70)	363 (37)	40	50	130 (13,0)	-	До 207 включ.
07Х21Г7АН5-Ш (ЭП 222-Ш)		657 (67)	333 (34)					
03Х20Н16АГ6-Ш		637 (65)	343 (35)	30	-	При –196 ^{0}С 120 (12)	-	-
Н70МФ-ВИ (ЭП 814А)	До 60 включ.	784 (80)	343 (35)	30	-	-	-	180-230
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	-	686 (70)	294 (30)	20	35	50 (5,0)	-	170-270

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/ см^2 (кгс·м/см^2)	HRC	HB
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	До 200	735 (75)	490 (50)	18	35	80 (8,0)	-	Свыше 229
09Х15Н8Ю (ЭИ 904)	-	1130 (115)	882 (90)	11	-	40 (4,0)	35,5-40,5	-
10Х32Н8 (ЭП 263)	До 60 включ.	637 (65)	490 (50)	20	45	80 (8,0)	До 26 включ	-
10Х32Н8-Ш (ЭП 263-Ш)		931-1225 (95-125)	784-1078 (80 -110)	10	-	10 (1,0)	32-39	-
10Х32Н8-ВД (ЭП 263-ВД)		833-931 (85-95)	686 -784 (70-80)	15	-	40 (4,0)	26-32	-
12ХН35ВТ** (ЭИ 612)	До 650 включ.	735 (75)	392 (40)		25	70 (7,0)	-	207-269
12ХН35ВТ-ВД** (ЭИ 612-ВД)	До 200 включ.	830 (85)	490 (50)	18	40	60 (6,0)	-	
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	До 100 включ.	980 (100)	588 (60)	20	25	60 (6,0)	-	270-320
12Х25Н16Г7АР (ЭИ 835) 12Х25Н16Г7АР-Ш (ЭИ 835-Ш)	До 180 включ.	735 (75)	343 (35)	45	45	250 (25,0)	-	163-217
ХН60ВТ (ЭИ 868)	До 100 включ.	686 (70)	343 (35)	20	30	70 (7,0)	-	190-250
10Х11Н23Т3МР (ЭП 33)		980 (100)	784 (80)		25	50 (5,0)	-	285-341

Окончание таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/ см^2 (кгс·м/см^2)	HRC	HB
ХН62ВМКЮ (ЭИ 867)	До 60 включ.	1178 (110)	735 (75)	12	15	30 (3,0)	-	260-360
36НХТЮ (ЭИ 702)		1029 (105)	637 (65)	14	25	50 (5,0)	32-42	-
ХН75ТБЮ (ЭИ 869)	До 200 включ.	931 (95)	539 (55)	24	28	100 (10,0)	-	255-302
10ХН28ВМАБ (ЭП 126)	-	735 (75)	343 (35)	30	40	80 (8,0)	-	-
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	До 55 включ.	833 (85)	441 (45)	18	18	60 (6,0)	-	207-241
ХН63М9Б2Ю (ЭП 666)	-	931 (95)	539 (55)	30	-	-	-	241-302

П р и м е ч а н и е - Механические свойства приведены для продольных образцов; температура испытания – комнатная.
* Справочные данные.
** Для заказов АС действуют обозначения: ХН35ВТ (ЭИ612) и ХН35ВТ-ВД (ЭИ612-ВД) согласно ГОСТ 5632-72.

СТ ЦКБА 016-2005

Приложение Б
(рекомендуемое)

Режимы термической обработки для улучшения обрабатываемости

Таблица Б.1 - Режимы термической обработки для улучшения обрабатываемости

<table>
<tr><th rowspan="2">Марки материала</th><th colspan="3">Отжиг, отпуск</th><th rowspan="2">Твердость, НВ не более</th></tr>
<tr><th>Температура, °С</th><th>Время выдержки, ч</th><th>Среда охлаждения</th></tr>
<tr><td>12Х13</td><td rowspan="4">740-780</td><td rowspan="2">1-3</td><td rowspan="6">Воздух</td><td>170</td></tr>
<tr><td>20Х13</td><td>197</td></tr>
<tr><td>30Х13</td><td rowspan="2">2-6</td><td>205</td></tr>
<tr><td>95Х18</td><td>240</td></tr>
<tr><td>14Х17Н2</td><td>620-670</td><td>4-8</td><td>229</td></tr>
<tr><td>07Х16Н4Б</td><td>630-650</td><td>4-8</td><td>269</td></tr>
<tr><td rowspan="3">09Х16Н4Б-Ш</td><td colspan="2">Режим 1
600-630 | 4-8</td><td rowspan="3">С печью до температуры 300 °С, далее на воздухе</td><td rowspan="3">285</td></tr>
<tr><td colspan="2">Режим II (двухступенчатый)
1 ступень
690-710
II ступень
570-590 | 8</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">25Х17Н2Б-Ш</td><td colspan="2" rowspan="2">Режим отжига двухступенчатый
1 ступень
870-890</td><td rowspan="2">С печью со скоростью от 30 до 40 град/ч до 400 °С, далее на воздухе</td><td rowspan="3">293</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>II ступень
650-670</td><td>С печью со скоростью от 30 до 40 град/ч до 500 °С, далее на воздухе</td></tr>
</table>

Приложение В
(справочное)

Требования безопасности

В.1 При проведении термической обработки деталей, заготовок и сварных сборок трубопроводной арматуры опасными факторами являются:

- требования электробезопасности;
- требования по обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий;
- требования к транспортировке.

Термическая обработка деталей, заготовок и изделий должна производится в соответствии с требованиями: ГОСТ 12.3.004, ПОТ Р М-005-97, **Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н. (Измененная редакция. Изм. № 4).**

В.2 Все рабочие, служащие и инженерно-технические работники термических цехов и участков проходят инструктаж по безопасности труда и пожарной безопасности.

В.3 Нагретые в процессе термической обработки изделия и детали необходимо размещать в местах, оборудованных эффективной вытяжной вентиляцией или в специально оборудованных охладительных помещениях.

В.4 Погрузка изделий и деталей массой более 20 кг на транспортные средства и загрузка их должна осуществляться погрузочно-разгрузочными устройствами. Для транспортирования этих изделий и деталей в цехах следует применять электрокары, подвесные конвейеры и другие виды транспорта.

В.5 Работающие в термических цехах должны пользоваться средства индивидуальной защиты, соответствующие требованиям ГОСТ 12.4.011.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)			Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата введения
	измененных	замененных	новых					
1	—	5, 8, 18, 23		34	Изм.1	Пр. 15 от 26.03.2009		01.07. 2009
2	—	5, 7, 19, 31		34	Изм. 2	Пр. 48 от 14.12.2009		01.04. 2010
3	—	3, 4, 5, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 32		34	Изм.3	Пр.77 от 27.12.2016		01.04. 2017
4	**9, 10, 14, 15, 21, 32**	**4, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 22, 23, 29**		**34**	**Изм.4**	**Пр. 105 от 12.11.2018**		**03.12. 2018**

Генеральный директор — Айриев В.А.

Первый заместитель генерального директора – директор по научной работе — Тарасьев Ю.И.

Заместитель генерального директора – главный конструктор — Ширяев В.В.

Начальник отдела стандартизации — Дунаевский С.Н.

Исполнители:

Руководитель подразделения разработчика — Ольховская С.Г.

Ведущий специалист по металловедению — Снегур И.З.

Ведущий специалист по сварке и наплавке — Сергеева Г.А.

Согласовано:

Председатель ТК 259 — Власов М.И.

Заместитель начальника 1024 ВП МО — **Хапин А.А.**

СОГЛАСОВАНО

ФГУП ЦНИИКМ «Прометей»

Зам.генерального директора

письмом №
6-11/131 Г.П. Карзов

«2» февраля 2005 г.

gost.e-ecolog.ru