

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор

АО «НПФ ЦКБА»

Гаврилова Т.Ю.

12/11 2018 г.

ИЗМЕНЕНИЕ № 4

СТ ЦКБА 016-2005 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка деталей, заготовок и сварных сборок из высоколегированных сталей, коррозионно-стойких и жаропрочных сплавов»

Утверждено и введено в действие Приказом от 12.11.2018 № 105

Дата введения 03.12.2018

Листы 4, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 22, 23, 29

заменить листами 4, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 22, 23, 29 с Изм. № 4.

Копии исправить

В каком месте	Имеется	Должно быть
Лист 9, окончание таблицы I, столбец «Закалка» - «Температура °С»	1170-1200 °С	1170 °С - 1200 °С
Лист 10, пункт 3.12	640-660 °С	640 °С - 660 °С
Лист 14, пункт 4.7	4.6	4.7
Лист 14, пункт 4.8	4.7 Сварные сборки из сталей марок	4.8 Сварные сборки из сталей и сплавов марок
Лист 15, продолжение таблицы 5, номер режима 10	06ХН28ДТ ⁵⁾	06ХН28МДТ ⁵⁾
Лист 21, окончание таблицы 8, примечание 5	из стали 12ХН35ВТ-ВД***	из сплава 12ХН35ВТ-ВД***
Лист 32, пункт В.1	ПОТ РМ-016, РД 153-34.003.150	Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н

Примечание – Актуализация нормативных документов и уточнение марок сталей и сплавов.

Приложение: листы, 4, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 22, 23, 29 с Изм. № 4.

Главный конструктор



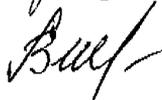
В.П. Лавреженкова

Директор по научной и экспертной работе



Ю.И. Тарасьев

Начальник технического отдела



Т.Н. Венедиктова

Начальник отдела 115



И.И. Лабунец

Исполнитель:

Старший инженер технического отдела



М.Т. Магай

СОГЛАСОВАНО:

Председатель ТК 259



М.И. Власов

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, 10Х15Н9СЗБ1-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 кованные 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.

Т а б л и ц а 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 наплавов 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-Щ, 10Х15Н9СЗБ1-Щ, 08Х15Н24В4ТР, 09Х15Н8Ю, 10Х32Н8, 10Х32Н8-ВД, 10Х32Н8-Щ, 09Х14Н16Б, 09Х14Н19В2БР, 10Х14Г14Н4Т, 06ХН28МДТ, 15Х18Н12С4ТЮ, 15Х18Н12С4ТЮ-Щ, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 07Х21Г7АН5, 07Х21Г7АН5-Щ, 03Х20Н16АГ6-Щ, ХН70МФ-ВИ должны подвергаться термической обработке по режимам, приведенным в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Режимы термической обработки и твердость коррозионно-стойких сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов и сплава Н70МФ.

Марка стали, сплава	Термическая обработка					Твердость	
	Закалка		Старение			HRC	HB
	Темпера- тура, °С	Среда охла- ждения	Темпера- тура, °С	Время выдер- жки, ч	Среда охла- ждения		
12X18H9		Воздух					
12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T 08X17H15M3T 10X17H13M2T 10X17H13M3T	1020-1100	Вода, воздух	-	-	-	-	121-179
08X18H10T-ВД 08X18H10T-Ш	1040-1060						
09X14H16Б	1110-1130						131-156
09X14H19B2BP	1140-1160						121-179
10X14Г14Н4Т	1000-1080						До 200 вкл.
06ХН28МДТ	1050-1080						155-170
15X18H12C4TIO 15X18H12C4TIO-Ш	950-1050		Вода				140-200
08X22H6T 08X22H6M2T	950-1050	Вода, воздух					До 207 вкл.
07X21Г7АН5 07X21Г7АН5-Ш	1000-1050						
03X20H16AГ6-Ш	1030-1070	Вода				-	
10X15H9C3Б1-Ш	1030-1050	Воздух				-	
08X15H24B4TP	-	-	690-710	16			≥ 229
09X15H8IO	950-1000	Воздух	350-400	1-2	Воздух	35,5- 40,5	-
	После закалки обра- ботка холодом при температуре минус 70 °С, 2 часа						
10X32H8 10X32H8-ВД 10X32H8-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

П р и м е ч а н и я

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 10X32H8, 10X32H8-ВД, 10X32H8-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 08X18H10T, 12X18H10T, 10X17H13M3T, 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 08X18H10T, 12X18H10T, 10X17H13M3T 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 12X18H9T, 08X18H10T, 08X18H10T-Ш, 08X18H10T-ВД, 10X18H10T, 09X14H16Б, 09X14H19B2БР 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 10X32H8, 10X32H8-ВД, 10X32H8-Ш необходимо:

а) посадку заготовок при нагреве под закалку производить в печь, нагретую до температуры не выше 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.

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
<p>Примечания</p> <p>1 При наличии твердых наплавов охлаждение после термообработки производить с печью или до 300 °С с печью, далее - на воздухе.</p> <p>2 Выдержка при температуре отпуска по режиму 12 - от 6 до 10 часов.</p> <p>3 При проведении стабилизирующего отжига по режимам 2, 5 выдержка после прогрева садки - не менее 2 часов.</p> <p>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.</p> <p>5 Для сплава 06ХН28МДТ допускается производить термообработку при температуре 950 °С - 970 °С при условии обеспечения стойкости против МКК.</p> <p>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.</p>				

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.

Т а б л и ц а 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

П р и м е ч а н и е - 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 08X18N10T, 12X18N9T, 12X18N10T);

- свыше 500 °С (сталь марки 12X18N9);

- свыше 560 °С (сталь марки 08X16N11M3). Если нет указаний в КД, подлежат аустенизации при температуре 1000⁺²⁰₋₃₀ °С.

Сварные сборки из сталей марок 07X21Г7АН5, 07X21Г7АН5-Ш при толщине свариваемых деталей до 1,5 мм включительно допускается не подвергать термообработке.

4.11 Термическую обработку сварных сборок из сталей марок 10X32Н8, 10X32Н8-Ш, 10X32Н8-ВД производить по режимам, приведенным в таблице 7:

Т а б л и ц а 7 – Режимы термической обработки сварных сборок из сталей марок 10X32Н8, 10X32Н8-Ш, 10X32Н8-ВД

Марка стали	Номер режима	Термическая обработка					Твердость, НRC
		Закалка		Отпуск			
		Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Время выдержки	Среда охлаждения	
10X32Н8	13	1080-1120	Вода	270-300	2-4	Воздух	"
10X32Н8-Ш	14	-	-	450-500	2-4		
10X32Н8-ВД	15	-	-	-	8-15	32-37,5	

П р и м е ч а н и я

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 10X32Н8, 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 выше 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, 10Х11Н23ТЗМР, 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 выше 450° С, а также для деталей, подвергаемых последующему азотированию.

5.3 Режим II термической обработки стали 10Х11Н23ТЗМР 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.

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 выше 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 следует 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 материалovedческой организацией допускается контроль режимов термической обработки производить по термопаре, установленной в печи. При этом должны проводиться 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°C , 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 слаточные 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 наплавленной 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.

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Диаметр (толщина) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость	
		Временное сопротивление σ_b , МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, δ_5 , %	Относительное сужение, ψ , %	Ударная вязкость КСЧ, Дж/см ² (кгс·м/см ²)	HRC	HB
08X15H24B4TP (ЭП 164)	До 200	735 (75)	490 (50)	18	35	80 (8,0)	-	Свыше 229
09X15H8Ю (ЭИ 904)	-	1130 (115)	882 (90)	11	-	40 (4,0)	35,5-40,5	-
10X32H8 (ЭП 263)	До 60 включ.	637 (65)	490 (50)	20	45	80 (8,0)	До 26 включ.	-
10X32H8-III (ЭП 263-III)		931-1225 (95-125)	784-1078 (80-110)	10	-	10 (1,0)	32-39	-
10X32H8-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)	-	
ХН70ВМУТ (ЭИ 765)	До 100 включ.	980 (100)	588 (60)	20	25	60 (6,0)	-	270-320
12Х25Н16Г7АР (ЭИ 835) 12Х25Н16Г7АР-III (ЭИ 835-III)	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
10Х11Н23ТЗМР (ЭП 33)		980 (100)	784 (80)		25	50 (5,0)	-	285-341

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 HB197-248 и 235-269, 30Х3 с HB 235-277 и 269-330, сталь 14Х17Н2 с HB229-285 и 240-260, 07Х16Н4, 07Х18НБ-Ш с HB269-302).

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_r 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_r 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.

Т а б л и ц а 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.

П р и м е ч а н и е - При указании в чертеже для стали марки 12Х17 режима Ц, 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.

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, 10Х15Н9СЗБ1-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	12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T 08X18H10T-Ш 08X18H10T-ВД 08X17H15M3T 10X17H13M2T 10X17H13M3T	950-1050	Воздух	В случае сварки проволокой св.04X19H11M3 или электродами типа Э-07X19H11M3Г2Ф (марки ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, проволока св. 04X19H11M3 и др.)
	07X21Г7АН5 07X21Г7АН5-Ш			Для повышения ударной вязкости сварных соединений при температуре эксплуатации, если изделие работает при криогенных температурах
	03X20H16АГ6-Ш			Для снятия остаточных напряжений сварных сборок, работающих при криогенных температурах
	08X22H6T 08X21H6M2T 15X18H12C4TЮ 15X18H12C4TЮ-Ш			Для повышения общей коррозионной стойкости и снятия остаточных напряжений
5	12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T 08X18H10T-ВД 08X18H10T-Ш 09X14H16Б 10X14Г14Н4Т 09X14H19В2БР	850-920	Воздух	В случае сварки электродами типа Э-08X19H10Г2МБ (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 целесообразно
	10X15H9C3Б1-Ш			Для повышения общей коррозионной стойкости и снятия остаточных напряжений
	09X14H16Б			
	09X14H19В2БР			
	06XН28МДТ ⁹⁾			
11	ХН70МФ-ВИ	1100-1120	Вода, душ водяной	Для повышения общей коррозионной стойкости, стойкости к МКК и снятия остаточных напряжений

(Измененная редакция. Изм. № 4).

Окончание таблицы 8

Марка стали или сплава	Термообработка						Твер- дость, НВ
	Закалка			Старение			
	Темпера- тура, °С	Время вы- держки, ч	Среда охла- жде- ния	Темпера- тура, °С	Время вы- держк и, ч	Среда охла- ждения	
36НХТЮ	920-950	1-3 мин на 1 мм наиболь- шего сече- ния заго- товки	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) со-
 гласно ГОСТ 5632-72.

Примечания
 1 Заготовки из стали марки 12Х25Н16Г7АР диаметром (толщиной) менее 10 мм допускается охла-
 ждать от температуры закалки на воздухе.
 2 Для сплавов марки 12ХН35ВТ***, 12ХН35ВТ-ВД*** продолжительность старения при темпера-
 туре 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 откло-
 нение по температуре ± 10 °С.
 4 Величина твердости не устанавливается для сталей, у которых в графе «Твердость» твердость не
 указана.
 5 Для кованных 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.

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 производиться 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 охлаждающих 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 средствами индивидуальной защиты, соответствующие требованиям ГОСТ 12.4.011.