Технический комитет по стандартизации
«Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК259)

Закрытое акционерное общество «Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»

СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 018 –2007

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК (ДЕТАЛЕЙ) ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Типовой технологический процесс

НПФ «ЦКБА»
2007

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (ЗАО «НПФ «ЦКБА»).

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 19 . марта 2007 г. № 19

3 СОГЛАСОВАН:

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

4 ВЗАМЕН РТМ 26-07-143-73 «Детали трубопроводной арматуры из титановых сплавов. Термическая обработка».

По вопросам заказа стандартов ЦКБА обращаться в НПФ «ЦКБА»

по телефонам (812) 331-27-43, 331-27-52, ckba121@ckba.ru

195027, Россия, С-Петербург, пр.Шаумяна, 4, корп.1, лит.А.

© ЗАО «НПФ «ЦКБА»

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

Содержание

1 Область применения..... 4
2 Нормативные ссылки..... 5
3 Термическая обработка заготовок (деталей) 6
4 Общие технологические указания по термообработке 8
5 Контроль термической обработки 9
6 Оформление документации..... 9
7 Требования при проведении термической обработки и охраны окружающей среды 10
Приложение А (рекомендуемое) Температура применения титана и титановых сплавов.... 11
Приложение Б (справочное) Перечень документов на поставку полуфабрикатов из титановых сплавов для АС и ВМФ..... 12
Приложение В (справочное) Механические свойства заготовок из титана и титановых сплавов..... 13

СТАНДАРТ ЦКБА

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Типовой технологический процесс

Дата введения – 01.09.2007

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает режимы и основные технологические требования по термической обработке заготовок (деталей) трубопроводной арматуры из титана и его сплавов марок: ВТ1-00, ВТ1-0, ОТ4, ОТ4-0, ПТ-3В, ВТ5-1 (α-сплавы) по ГОСТ 19807; 3М, 5В (α-сплавы) по ОСТ 192077 и ВТ 16 (α+β сплав) по ТУ 1825-582-07510017.

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

В соответствии с требованиями настоящего стандарта и конструкторской документации изготовителям арматуры следует разрабатывать производственно-технологическую документацию (ПТД) на термическую обработку конкретных деталей применительно к имеющемуся оборудованию. Для заготовок (деталей) арматуры атомных станций (АС) ПТД на термическую обработку следует разрабатывать в соответствии с требованиями настоящего стандарта и ПНАЭГ-7-008 (Правил АЭУ).

Рекомендуемые температуры применения титановых сплавов приведены в приложении А.

2 Нормативные ссылки

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

ГОСТ 12.3.004-75 ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 12.0.003.74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.

ГОСТ 12.1.050-86 ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.

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

ГОСТ 12.2.063-81 ССБТ. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования.

ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.

ГОСТ 12.4.013-85 ССБТ. Очки защитные. Технические условия.

ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.

ГОСТ 12.1.3.13-86 ССБТ. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки

ОСТ 192077-91 Сплавы титановые. Марки.

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

ТУ 1825-582-075110017-2005 Прутки катаные из титанового сплава марки ВТ 16 для атомной энергетики. Технические условия.

ПОТ РМ-005-97 «Межотраслевые правила по охране труда при термической обработке металлов».

ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.50В «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

ПНАЭ Г -7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

2.2 Перечень документов, применяемых для АС и военно-морского флота (ВМФ) приведен в приложении Б.

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 Термическая обработка заготовок (деталей)

3.1 Для титановых α-сплавов применяется два вида термической обработки:
- полный отжиг;
- неполный отжиг.

3.2 Полный отжиг проводится с целью завершения формирования структуры сплавов в результате процесса рекристаллизации, выравнивания структурной неоднородности, механических свойств сплавов, а также снятия внутренних напряжений.

Полный отжиг состоит из нагрева до температуры свыше температуры начала рекристаллизации, но ниже температуры полиморфного превращения, выдержки при указанной температуре и последующего охлаждения на спокойном воздухе. Заготовки (полуфабрикаты) и детали из титана и его сплавов следует подвергать полному отжигу, в следующих случаях:
- полуфабрикаты не подвергались термообработке на предприятии-изготовителе;
- заготовки (детали) после горячей гибки и штамповки.

3.3 Неполный отжиг производится для снятия внутренних напряжений, образовывавшихся в процессе механической обработки: правки, шлифовки и т.д. при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Неполному отжигу следует подвергать заготовки (детали) при наличии указаний в технологической документации.

3.4 Температура полного и неполного отжига всех сплавов (кроме ВТ16) приведена в таблице 1.

Рекомендуемое время выдержки полного отжига приведено в таблице 2.

Время выдержки при температуре неполного отжига составляет от 30 минут до 4 часов в зависимости от марки сплава и сложности детали и указывает в технических требованиях чертежа.

3.5 Для сплава марки ВТ 16 применяется два вида термической обработки:
- режим 1: полный отжиг;
- режим 2: упрочняющая термическая обработка (закалка в воде, старение).

Режимы термической обработки сплава ВТ 16 приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 1 –Температура термической обработки

Марка сплава	Неполный отжиг	Полный отжиг	
		Листы и детали из них	Прутки, поковки, профили и детали из них
ВТ1-00, ВТ1-0	450-490	520-540	670-690
ОТ4	545-585	660-680	740-760
ОТ4-0	480-520	590-610	690-710
5В	-	-	860-880*
ВТ5-1	500-600	700-750	800-850
3М, ПТ-3В	-	-	855-885**

* Посадка в печь при температуре 850- 890 °С.
** Посадка в печь при температуре 750- 800 °С.
П р и м е ч а н и е -Охлаждение производится на воздухе.

Т а б л и ц а 2 – Время выдержки при температуре полного отжига

Максимальная толщина (диаметр), мм	Время выдержки
до 1,5 (включ.)	10 мин.
1,6-2,0	15 мин.
2,1-6,0	20 мин.
6,0-15,0	30 мин.
15,0-25,0	50 мин.
25,0-35,0	1 ч. 10 мин.
35,0-50,0	1 ч. 30 мин.
50,0-65,0	2 ч.
65,0-80,0	2 ч. 30 мин.
80,0-100,0	3 ч.
100,0-130,0	4 ч.
130,0-160,0	5 ч.
160,0-190,0	6 ч.
190,0-220,0	7 ч.
220,0-250,0	8 ч.
П р и м е ч а н и я: 1 Если одна садка состоит из деталей различных размеров, то она отжигается по режиму детали с максимальным толщиной (диаметром). Разница в толщине (диаметрах) деталей или заготовок, помещенных в одной садке, не должна превышать 30 мм; 2 Для прутков из сплавов 3М и ПТ-3В выдержка при температуре отжига производиться из расчета полминуты на мм диаметра (толщины), но не менее 30 минут и не более 2 часов.	

Т а б л и ц а 3 – Режимы термической обработки сплава ВТ 16

Марка сплава	Режимы термической обработки
ВТ 16	Режим 1 (полный отжиг): Отжиг при температуре 770 °С -790 °С, выдержка 2 часа, охлаждение в печи со скоростью 1 °С/мин.-5 °С/мин. до 500 °С, далее на воздухе;
	Режим 2 (упрочняющая термообработка): а) Отжиг при температуре 785 °С -815 °С, выдержка 2 часа, охлаждение с печью со скоростью 2 °С/мин.-4 °С/мин. до 500 °С, далее на воздухе; б) Закалка при температуре 810 °С -830 °С, выдержка 2 часа, охлаждение в воде; в) Старение при температуре 500 °С -580 °С, выдержка 4-10 часов, охлаждение на воздухе
П р и м е ч а н и е - В случае поставки сплава в отожженном состоянии отжиг перед закалкой не требуется.	

4 Общие технологические указания по термообработке

4.1 Нагрев заготовок (деталей) следует проводить в электрических печах с автоматическим регулированием температуры. При невозможности производить термическую обработку в электрических печах разрешается использовать газовые печи, оборудованные самопишущими приборами для регистрации и контроля температуры. При термической обработке в газовой печи атмосфера печи должна быть слабо окисленной (коэффициент избытка воздуха 1,1-1,3).

4.2 Не допускается производить термическую обработку в селитовых ваннах и мазутных печах.

4.3 Нагрев готовых деталей рекомендуется производить в печах с защитной атмосферой или в вакууме.

Нагрев оксидированных деталей в вакууме не допускается.

4.4 Печное оборудование должно обеспечивать возможность строгого соблюдения заданных тепловых режимов по перепаду температурного поля, скорости нагрева, охлаждения и температуре выдержки.

В рабочем пространстве печи перепад температур не должен превышать ± 15 °С от заданной.

4.5 Заготовки (детали) следует загружать в печь прогретую до температуры отжига и располагать в один ряд по площади рабочей зоны печи.

Размеры рабочего пространства печи должны обеспечивать свободное размещение в нем нагреваемых заготовок (деталей), свободный доступ горячего воздуха ко всем заготовкам (деталям).

4.6 Перед термической обработкой под печи необходимо тщательно очистить от окалины и грязи.

4.7 На заготовках (деталях), подвергаемых полному отжигу, следует предусмотреть припуск не менее 0,5 мм на сторону.

4.8 Время прогрева заготовок (деталей) до заданной температуры отжига рекомендуется устанавливать в зависимости от толщины или диаметра нагреваемого металла в пределах, указанных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5–Время прогрева заготовок до заданной температуры отжига

Диаметр или толщина заготовки (детали), мм	Время, мин.	
	минимальное	максимальное
250	80	120
200	70	100
160	60	90
120	40	70
100	30	60
60	20	40
30	15	30
20	10	20
10	10	15
3 и менее	5	10
П р и м е ч а н и е -В каждом отдельном случае конкретное время прогрева устанавливается в зависимости от мощности печи, величины садки и толщины заготовки или детали.		

4.8 Требования безопасности к проведению термической обработки приведены в разделе 7 настоящего стандарта.

5 Контроль термической обработки

5.1 При термической обработке заготовок (деталей) следует контролировать соблюдение требований ПТД и чертежей деталей, а для изделий АС так же «Правил АЭУ»:

- методов и видов термической обработки;
- применяемого термического оборудования;
- последовательности и порядка выполнения термической обработки и отдельных ее этапов;
- режимов термической обработки (температуры печи при загрузке, скорости нагрева, температуры и продолжительности выдержки, условий, среды или скорости охлаждения);
- методов и порядка контроля температурных режимов (расположение термопар или других устройств для измерения температуры и продолжительности выдержки, условий, среды или скорости охлаждения);
- методов и порядка контроля температурных режимов (расположение термопар или других устройств для измерения температуры, их количество и т.п.);
- других параметров, контроль которых предусмотрен в ПТД.

5.2 Печные агрегаты, в которых изделия подвергаются термической обработке, должны обеспечить распределение температуры в рабочей части печи в указанных пределах согласно режиму термической обработки.

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

5.3 После ремонта печного агрегата, а так же при замене нагревателей, следует производить регулирование печи с контрольной проверкой. При проверке устанавливается рабочая зона печи, в пределах которой можно располагать детали и заготовки при термической обработке.

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

В журнале проведения контроля термической обработки и на диаграмме должны быть указаны данные для однозначного восстановления режима термической обработки.

5.5 Объем контроля качества изделий, прошедших термическую обработку, и сдаточные характеристики устанавливаются чертежом в соответствии с СТ ЦКБА 010.

5.6 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 приложении Г.

6 Оформление документации

6.1 Необходимость проведения термической обработки деталей и заготовок должна быть указана в чертежах со ссылкой на настоящий стандарт.

Примеры

*1 **«Термообработка по СТ ЦКБА 018-2007»** -типовая запись для сплава ВТ1-0;*

*2 **«Термообработка по СТ ЦКБА 018-2007 по режиму 1»** - типовая запись для сплава ВТ 16.*

6.2 Фактический режим термической обработки и результаты замеров твердости заготовок (деталей) фиксируется в журнале термического цеха с указанием обозначений чертежей деталей и изделия.

6.3 После выполнения термической обработки в журнале должны быть зафиксированы номер садки и номер печи, дата проведения термической обработки.

7 Требования безопасности при проведении термической обработки и охраны окружающей среды

7.1 При поведении термической обработки заготовок (деталей) 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 РМ-005, ПОТ РМ-016, РД 153-34.003.50В.

7.2 Все рабочие, служащие и инженерно-технические работники термических цехов и участков должны проходить инструктаж по безопасности труда и пожарной безопасности.

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

7.4 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.

7.5 Работающие в термических цехах должны пользоваться средствами индивидуальной защиты, соответствующие требованиям ГОСТ 12.4.011.

7.6 При проведении термической обработки необходимо обеспечить соблюдение норм законодательства относительно охраны труда и охраны окружающей среды за счет установления соответствующих требований к персоналу, средствами индивидуальной защиты и требований ко всему комплексу производственного процесса, предусмотренных стандартами:

ГОСТ 12.0.003.74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.

ГОСТ 12.1.050-86 ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах.

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

ГОСТ 12.2.063-81 ССБТ. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования.

ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.

ГОСТ 12.4.013-85 ССБТ. Очки защитные. Технические условия.

ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.

ГОСТ 12.1.3.13-86 ССБТ. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

Приложение А
(рекомендуемое)
Температура применения титана и титановых сплавов

Т а б л и ц а А.1 – Температура применения титана и титановых сплавов

Марка сплава	Температура, °С (для арматуры кроме АС)	Температура, °С (для арматуры АС)
ВТ1-00	от минус 269 до 300	-
ВТ1-0		до 250
ОТ4	от минус 196 до 400	до 400
ОТ4-0		-
3М	до 350	до 350
ПТ-3В		
5В	до 500	-
ВТ5-1		до 500
ВТ 16	до 500*	до 250
* Свыше 250 °С применяется в отожженном состоянии.		

Приложение Б
(справочное)

Перечень документов на поставку полуфабрикатов из титановых сплавов для АС и ВМФ

Б.1. Документы для АС:

1) ТУ 1825-582-075110017-2005 Прутки катаные из титанового сплава марки ВТ 16 для атомной энергетики. Технические условия.
2) ТУ 1825-566-07510017-2005 Листы и плиты из титана марок ВТ1-00, ВТ1-0 и титановых сплавов марок ОТ4-1В, ПТ-3В, ВТ6с, ВТ 6. Технические условия.
3) ТУ 1825-585-07510017-2004 Прутки кованые из титановых сплавов марок ВТ1-00, ВТ1-0, ПТ 3В, ВТ 6, ОТ4-1В. Технические условия.
4) ТУ 1825-571-07510017-2005. Прутки катаные из титана марок ВТ1-00, ВТ1-0 и титановых сплавов марок ОТ4-1В, ПТ-3В, 3М и ВТ6. Технические условия.

Б.2. Документы для ВМФ:

1) ОСТ 5.9109-73. Поковки из сплавов 1, 3М, 3В и 19. Технология изготовления. Основные положения.
2) ОСТ В5 Р 9325-79. Поковки и прутки кованые из сплавов марок ПТ-3В, 3М и 19. Технические условия.
3) ТУ 5.961-11023-75. Поковки из сплавов 3М, 3В и 19. Технические условия.
4) ТУ 1-5-005-72. Листы из сплава 3В для судостроения. Технические условия.

Приложение В
(справочное)

Т а б л и ц а В.1 –Механические свойства заготовок из титана и титановых сплавов.

Марка сплава	Толщина (диаметр) 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)	НВ
ВТ1-0	До 100 включ.	392-539 (40-55)	-	20	50	100 (10)	131-163
	101-150	350-539 (36-55)		17	32,5	50 (5,0)	
	151-250			15	30		
ОТ4	До 60 включ.	686-882 (70-90)		11		40 (4,0)	207-286
	До 100 включ.			10			
	101-250	637-882 (65-90)		8,5	20	35 (3,5)	
3М	До 100 включ.	540 (55)	491 (50)	10	25	70 (7,0)	-
	Св. 100 до 450 включ.			9	22	60 (6,0)	
	Св. 450 до 650 включ.			8	20	60 (6,0)	
ПТ-3В	До 100 включ.	638 (65)	589 (60)	10	25	70 (7)	
	Св. 100 до 200 включ.			9	22	60 (6)	-
ВТ1-00	До 60	295 (30)	-	25	55	120 (12)	114-149
	Св. 60 до 100	295 (30)	167 (17)	25	55	120 (12)	
	Св. 100 до 150	265 (27)	167 (17)	21	36	60 (6,0)	
	Св. 150 до 250	265 (27)	167 (17)	19	34	60 (6,0)	

Окончание таблицы В.1

Марка 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)	НВ
ОТ4-1	От 10 до 60	(60)	-	15	35	45 (4,5)	179-255
	Св. 60 до 150	(55)		12	28	45 (4,5)	
	Св. 150 до 250	(55)		10	23	40 (4,0)	
5В	До 100	805 (82)	755 (77)	9	22	50 (5)	-
	Св. 100 до 650	805 (82)	755 (77)	8	18	50 (5)	
ВТ 5-1	От 10 до 60	(80-100)	-	10	25	40 (4)	229-321
	От 140 до 250	(78-100)	-	8	20	45 (4,5)	
ВТ 16	Термоупрочнение						-
	От 8 до 39	1030 (105)	930 (95)	10	30	30 (3)	
	От 30 до 60	1030 (105)	930 (95)	9	25	30 (3)	
	Отжиг						-
	До 60	813-931 (83-95)	784 (80)	12	50	60 (6,0)	

Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	изменённых	заменённых	новых	Аннулированных					

Генеральный директор
ЗАО «НПФ «ЦКБА» Дыдычкин В.П.

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

Заместитель генерального директора –
главный конструктор Ширяев В.В.

Заместитель главного конструктора -
Начальник технического отдела Дунаевский С.Н.

Исполнители:

Начальник отд.115- Новикова Т.Е.

Ведущий специалист
по металловедению Снегур И.З.

Инженер-металловед Семенова Е.С.

Согласовано:
Председатель ТК 259 Власов М.И.

Согласовано:
Заместитель начальника 1024 ВП МО Хапин А.А.

gost.e-ecolog.ru