



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

**ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ ВЫСОКОТОЧНЫЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ. СТАБИЛИЗАЦИЯ
РАЗМЕРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКОЙ**

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

ГОСТ 17535—72

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

Москва

РАЗРАБОТАН

Гл. инженер предприятия Сапожников И. Н.
Руководитель темы Хенкин М. Л.
Отв. исполнители: Локшин И. Х., Абрамов В. И.
Исполнители: Сторожкин Ю. В., Труханов А. Н.

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР

Зам. начальника управления Евсеев В. Д.
Начальник отдела Лукьяненко М. К.
Ст. инженер Путинцев М. А.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ)

Зам. директора института Герасимов Н. Н.
Исполнители: Холявко П. С., Соскин Д. С.

УТВЕРЖДЕН Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР 28 декабря 1971 г. {протокол № 188}

Зам. председателя отраслевой научно-технической комиссии член Комитета Робустов Б. Д.
Члены комиссии: Сыч А. М., Акинфиев Л. Я., Козлов С. А., Кузьмин С. П., Плис Г. С., Потемкин Л. В., Ремизов Б. А., Романов А. Д., Фунин Б. М., Халап И. А.

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 2 февраля 1972 г. № 358

ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ ВЫСОКОТОЧНЫЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ.
СТАБИЛИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКОЙ

Типовые технологические процессы

Metal high precision parts of devices.
Dimension stabilisation by heat treatment.
Typical technological processes

ГОСТ
17535—72

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 2/II 1972 г. № 358 срок введения установлен

с 1/VII 1973 г.

Настоящий стандарт распространяется на высокоточные металлические детали приборов с наибольшим размером до 400 мм и рабочей температурой до 100°C и устанавливает типовые технологические процессы термической обработки, обеспечивающие стабилизацию размеров деталей приборов.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Для стабилизации размеров деталей должны применяться методы, приведенные в приложении 1.

1.2. Категория деталей должна определяться согласно данным приложения 2.

1.3. Высокоточные металлические детали приборов должны изготавливаться из материалов с характеристиками размерной стабильности, приведенными в справочном приложении 3.

1.4. В зависимости от специфики производства и особенностей деталей отделочная операция может выполняться после окончательной механической обработки.

Если отделочная операция связана с нагревом выше 100°C, заключительную операцию термической обработки допускается не проводить.

1.5. Разрыв во времени между операциями охлаждения и нагрева при термоциклической обработке (ТЦО) не регламентируется.

1.6. Если недопустимо окисление поверхностей деталей, стабилизирующую обработку следует проводить в вакууме или защитной среде.

1.7. Для деталей с большим объемом механической обработки стабилизирующую термическую обработку допускается проводить в два приема. При этом суммарная продолжительность операций не должна превышать время, предусмотренное настоящим стандартом.

1.8. Охлаждение с печью должно проводиться со скоростью не более 100°C/ч.

1.9. Обработка холодом должна проводиться не позже чем через 2 ч после закалки.

1.10. Все детали с твердостью HRC ≥ 50 должны быть подвергнуты отпуску после окончательной механической обработки при температуре на 30—50°C ниже предшествующей стабилизирующей обработки.

1.11. Для деталей из дисперсионно-твердеющих сплавов, термически обрабатываемых для получения высокой твердости, упрочняющее старение допускается проводить перед окончательной механической обработкой.

1.12. Время выдержки нагрева для закалки, нормализации и отпуска (когда время не указывается) назначают в зависимости от толщины стенок детали и возможностей производственного оборудования (печи, соляные ванны и т. п.).

Примеры условного обозначения процесса стабилизации размеров деталей

Стабилизировать стальной корпус с постоянством размеров по 3-й категории, с твердостью HRC 26—32:

Стабилизировать 3 HRC 26—32 ГОСТ 17535—72

Стабилизировать корпус из алюминиевого сплава состояния T1, с постоянством размеров по 2-й категории:

Стабилизировать T1—2 ГОСТ 17535—72

2. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ

2.1. Схемы типовых технологических процессов для высокоточных деталей из литейных сплавов должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Последовательность операций	Категория деталей		
	1	2	3
1	Получение отливки		
2	Термическая обработка по режиму 1		
3	Механическая обработка с оставлением припуска до 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска до 2,0 мм	
4	Отделочная операция (гальваническое или лакокрасочное покрытие)	Термическая обработка по режиму 2	
5	Окончательная механическая обработка	Механическая обработка с оставлением припуска до 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров	
6	—	Отделочная операция (гальваническое или лакокрасочное покрытие)	Термическая обработка по режиму 3
7	—	Окончательная механическая обработка	Отделочная операция (гальваническое или лакокрасочное покрытие)
8	—	—	Окончательная механическая обработка
9	—	—	Термическая обработка по режиму 4

2.2. Режимы термической обработки деталей из литейных сталей и сплавов должны соответствовать указанным в табл. 2.

Таблица 2

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3				Режим 4					
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения		
АЛ2 ГОСТ 2685—63	—	Отжиг	270—290	3—5	Воздух	Отжиг	270—290	6—10	С печью до 150°С, далее на воздухе	ТЦО—повторить последо- вательно три раза	Охлаждение	Минус 40— минус 190	0,5— 1,0*	Воздух или жид- кость	Стабилизирующее старение	115—125	3—5	Воздух	
АЛ9 ГОСТ 2685—63	—	Закалка	530—540	4—6	Вода, нагретая до 70—90°С	Стаби- лизи- рующее старение	200—220	3—6	Воздух		Нагрев	80—150	1—2	Воздух или жид- кость. При третьем цикле воздух					
		Старе- ние	220—235	3—4	Воздух					160—170	4—6	Воздух	Стаби- лизи- рующее старение	160—170					4—6
АЛ24 ГОСТ 2685—63	—	Закалка	540—560	4—6		Воздух	160—170	4—6	Воздух	Стаби- лизи- рующее старение	185—195			4—6					Воздух
		Старе- ние	160—170	12— 14	185—195							4—6	Воздух						
МЛ5 ГОСТ 2856—68	—	Закалка	410—420	8—12		Воздух	185—195	4—6	Воздух	Стаби- лизи- рующее старение	195—205			2—4					Воздух
		Старе- ние	185—195	8—10	195—205							2—4	Воздух						
МЛ10 ГОСТ 2856—68	—	Закалка	530—540	8—12		Сжатый воздух	195—205	2—4	Воздух	Стаби- лизи- рующее старение	195—205			2—4	Воздух	115—125	8—10	Воздух	
		Старе- ние	190—210	7—8	Воздух	195—205						2—4	Воздух						115—125
15Л ГОСТ 977—65	—	Норма- лизация для деталей 3-й ка- тегории	950—1000	3—4	Защит- ная ат- мосфера, со ско- ростью, которую позво- ляет обору- дование		Стаби- лизи- рующий отжиг	620—640	3—4	С печью до 250°С, далее на воздухе	Стаби- лизи- рующий отжиг			500—550	5—6	С печью до 250°С, далее на воздухе	160—170	8—10	
		Норма- лизация для деталей всех ка- тегорий	880—910			160—170						8—10	Воздух						

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3				Режим 4						
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения			
15Л ГОСТ 977—65	—	Высокий отпуск для деталей всех категорий	640—660	5—6	С печью до 300°C, далее на воздухе															
35Л; 50Л ГОСТ 977—65	—	Нормализация для деталей 3-й категории	940—960		Защитная атмосфера, со скоростью, которую позволяет оборудование	Стабилизированный отжиг	620—640	3—4	С печью до 200°C, далее на воздухе	500—550	5—6	С печью до 250°C, далее на воздухе	Стабилизированное старение	160—170	8—10	Воздух				
		Нормализация для деталей всех категорий	850—870	3—4																
		Высокий отпуск для деталей всех категорий	640—660	5—6																
20Х13Л ГОСТ 2176—67	24—30	Отжиг**	1100—1150	3—5	С печью до 300°C, далее на воздухе	Закалка	1000—1050	—	Масло или воздух	340—360	8—10	С печью до 150°C, далее на воздухе	Стабилизированное старение	160—170	8—10	Воздух				
	26—32					Высокий отпуск	600—620	3—5	Воздух											
						Закалка	1000—1050	—	Масло или воздух											
	38—45					Высокий отпуск	550—600	3—5	Воздух											Закалка
		40—48	Закалка**	1050—1100	—	Воздух	—	—	—	—	Отпуск	240—260								2—5
	Высокий отпуск**		550—600	4—5	Закалка		1000—1050	—	Масло или воздух											
			Отпуск	190—210	2—5		Воздух													

* Время выдержки по нижнему пределу (0,5 ч)—при обработке в жидкости.

** Операции отжиг, закалка, высокий отпуск (режим 1) выполняются последовательно для деталей всех категорий независимо от окончательной твердости.

2.3. Для деталей 3-й категории отделочная операция выполняется перед или после термической обработки по режиму 4.

2.4. Нижняя температура стабилизирующего цикла при ТЦО должна быть минимальной.

3. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ

3.1. Схемы типовых технологических процессов для высокоточных деталей из деформируемых сплавов должны соответствовать указанным в табл. 3.

Таблица 3

Последовательность операций	Категория деталей		
	1	2	3
1	Получение заготовки		
2	Предварительная механическая обработка с оставлением припуска до 2,0 мм		
3	Термическая обработка по режиму 1		
4	Механическая обработка с оставлением припуска до 0,5 мм на сторону для наиболее точных размеров		
5	Отделочная операция (гальваническое или лакокрасочное покрытие)	Термическая обработка по режиму 2	
6	Окончательная механическая обработка	Отделочная операция (гальваническое или лакокрасочное покрытие)	
7	—	Окончательная механическая обработка	
8	—	—	Термическая обработка по режиму 3

3.2. Режимы термической обработки деталей из деформируемых сплавов должны соответствовать указанным в табл. 4.

3.3. Для деталей, подвергаемых развальцовке при сборке, допускается применять местный отжиг с нагревом током высокой частоты (ТВЧ) или другой способ после термической обработки по режиму 1.

3.4. Если необходимо провести местное упрочнение детали, то разрешается применять закалку с нагревом ТВЧ упрочняемого участка детали непосредственно после стабилизирующего отжига по режиму 3.

3.5. Для деталей 1 и 2-й категорий, изготавливаемых из латуни всех марок, для предупреждения коррозионного растрескивания необходимо проводить термическую операцию по режиму 2 после окончательной механической обработки.

3.6. Для деталей 1-й категории из неупрочняемых сплавов, изготавливаемых из рациональных заготовок (поковка, штамповка и т. п.), термическую обработку по режиму 1 допускается не проводить.

Таблица 4

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3															
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения												
САС-1 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	400—420	5—7	С печью до 150°С или воздух	Для деталей 3-й категории				—	115—125	—	—	—											
						ТЦО—повторить после-довательно три раза	Охлаждение	Минус 70—минус 190	0,5—1,0						Воздух или жидкость										
							Нагрев	170—190	1—2						Воздух или жидкость При третьем цикле воздух										
						АД, АД1 ГОСТ 4783—68	—	Отжиг	200—250						—	—	Для деталей 1 и 2-й категорий				—	—	—	—	
																	Стабилизирующий отжиг	—	270—290	4—6					С печью до 150°С или воздух
																		—	150—200	1—2					—
—	200—250	2—3	—																						
АМЦ ГОСТ 4783—68	—	250—300	2—3	Воздух	—	—	—	—	—	—	—														
АМГ2 ГОСТ 4784—65	—	180—200	4—6																						
АМГ3 ГОСТ 4784—65	—	250—300	—																						
АМГ6 ГОСТ 4784—65	—	310—330	2—4	Воздух	—	—	—	—	—	—	—	—	—												

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, НРС	Режим 1				Режим 2				Режим 3													
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения										
Д1, Д16 ГОСТ 4784—65, ВАД1Ф по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	350—370	2—4	С печью до 200°С или воздух	Стабилизирующий отжиг	230—250	2—4	С печью до 150°С или воздух	Стабилизирующее старение	115—125	4—6	Воздух										
	—	Закалка	495—503	—	Вода, нагретая до 70—90°С**		185—195	5—6															
	—	Старение	185—195	6—12*	Воздух		190—200	6—8															
Д20 ГОСТ 4784—65	—	Закалка	530—540	—	Вода, нагретая до 70—90°С*		135—145	15—16						Воздух	8—10								
	—	Старение	190—200	12—16*	Воздух		115—125	8—10															
В95 ГОСТ 4784—65	—	Старение	для пресованных полуфабрикатов	135—145	15—16		Воздух	135—145						15—16	Воздух	95—105	0,5—1,0	4—6	Воздух				
																				115—125	22—27	115—125	8—10
МА2—1 ГОСТ 14957—69	—	для листов	260—280	2—4	С печью до 150°С или воздух		250—270	1,0—1,5						4—6									
															МА8 ГОСТ 14957—69	—	для листов	320—350	0,5—1,0	1,0—1,5	4—6		
МА8 ГОСТ 14957—69	—	для прутков, плит и штамповок	320—350	2—4	С печью до 150°С или воздух	250—270	1,0—1,5	4—6															
									МА8 ГОСТ 14957—69	—	для листов	320—350	0,5—1,0	1,0—1,5	4—6								
МА8 ГОСТ 14957—69	—	для прутков, плит и штамповок	320—350	2—4	С печью до 150°С или воздух	250—270	1,0—1,5	4—6															

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3			
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения
Бр.АМц9—2 ГОСТ 1595—71;	—	Отжиг	310—330	1,0—1,5	С печью до 150°С, далее на воздухе	Стабилизирующий отжиг	310—330	1,0—1,5	С печью до 100°С, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	130—150	4—6	Воздух
Бр.АЖ9—4 ГОСТ 1628—60	—		290—310				290—310						
Бр.ДФ6,5—0,15, Бр.Ф7—0,2 ГОСТ 10025—62;	—		220—240				180—200						
Бр.КМц3—1 ГОСТ 1628—60	—	Закалка	760—780	—	Вода		190—210	1,5—2,5	С печью до 100°С, далее на воздухе				
Л63, Л68, ЛС59—1, ЛО62—1 ГОСТ 931—70	—		310—320	2,5—3,5	С печью до 150°С или воздух								
Бр.Б2 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	390—395****	Отжиг	340—360	6,0—7,0			340—360	3,0—4,0	110—130				
Бр.Х08***, Бр.Х08-В по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—		390—410	1,0—1,5	390—410	1,0—1,5	Вакуум	130—150					

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3			
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения
ВТ1—0, ВТ1—1 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	для поковок	790—810	1,0—1,5	С печью до 100°C, в вакууме при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм рт. ст.	—	—	—	—	—	—	—
			для прутков	670—700									
			для листов	520—540	0,2—0,5								
ВТ5, ВТ5—1 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	—	740—760	—	С печью до 100°C, в вакууме при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм. рт. ст., далее на воздухе	Стабилизирующий отжиг	—	—	—	—	—	—
ВТ6 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	для поковок и штамповок	—	790—810	1,0—1,5	Воздух							
ВТ8 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	для поковок и штамповок	740—760	—	С печью до 100°C, в вакууме при $P_{ост} \leq 10^{-3}$ мм. рт. ст., далее на воздухе	—	—	—	—	—	—	—
			для прутков и листов	1-я ступень 870—890 2-я ступень 580—600									

ТЦО—повторить последовательно три раза

Охлаждение

Нагрев

Минус 50

0,5—1,0

Воздух или жидкость

Воздух или жидкость. При третьем цикле—воздух

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3							
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения				
08 пс; 10 ГОСТ 1050—60	—	Отжиг	650—700	2—3	Воздух	Стабилизирующий отжиг	440—460	4—5	С печью до 200°С, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух				
35 ГОСТ 1050—60	—	Нормализация	860—880	—													
		Высокий отпуск	600—640	—													
	26—32	Закалка	840—860	—	Вода, расплав селитры или щелочи с температурой 100—150°С												
		Высокий отпуск	450—500	—													
45 ГОСТ 1050—60	—	Нормализация	840—870	—	Воздух	Стабилизирующий отжиг	400—450	4—5	С печью до 200°С, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух				
		Высокий отпуск	600—640	—													
	26—32	Закалка	830—850	—	Вода или масло												
		Высокий отпуск	500—520	—													
	45—50	Отжиг	490—510	4—5	Воздух									Закалка	830—850	—	Вода или масло
														Отпуск	200—250	3—5	Воздух
	Закалка													830—850	—	Вода или масло	
	Отпуск													400—450	3—5	Воздух	
35—40	26—32	Закалка	820—840	—	Масло	Стабилизирующий отжиг	400—450	4—5	С печью до 200°С, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух				
		Высокий отпуск	500—550	—	Воздух												

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3			
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения
40X ГОСТ 4543—71	—	Отжиг	490—510	4—5	Воздух	Стабилизирующий отжиг	400—450	4—5	С печью до 200°C, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух
	26—32					Закалка	830—850	—	Масло				
	40—45					Отпуск	550—600	3—4	Воздух				
						Закалка	830—850	—	Масло				
	48—52					Отпуск	400—450	3—5	Воздух				
						Закалка	830—850	—	Масло				
	52—55					Отпуск	180—200	3—5	Воздух				
						Закалка	830—850	—	Масло				
25XГСА ГОСТ 4543—71	—	Закалка	770—790	—	Масло	Стабилизирующий отжиг	490—510	4—5	С печью до 200°C, далее на воздухе				
	24—28	Высокий отпуск	890—910	—	Масло								
		Высокий отпуск	540—590	—	Воздух или масло								
	35—40	Отжиг	490—510	4—5	Воздух					Закалка	890—910	—	Масло
Отпуск		420—460	3—5	Воздух или масло									
30XГСА ГОСТ 4543—71	24—28	Закалка	890—910	—	Масло	Стабилизирующий отжиг	490—510	4—5	С печью до 200°C, далее на воздухе				
		Высокий отпуск	620—640	—	Воздух или масло								
	35—40	Отпуск	490—510	3—5	Воздух или масло								
Высокий отпуск			520—540	3—5	Воздух или масло								
40XН2СВА по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	600—650	4—5	Воздух	Стабилизирующий отжиг	200—250	4—5	С печью до 200°C, далее на воздухе				
			50—55			Закалка	890—910	—	Масло				
	Обработка холодом					Минус 50—минус 70	1—2	Жидкость					
	50—55		Отпуск			260—280	3—5	Воздух					

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость, HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3			
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наимено- вание тер- мической операции	Темпера- тура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Среда от- лаждения
2Х13 ГОСТ 5632—61	—	Отжиг	680—700	4—5	Воздух	Стабили- зирующий отжиг	340—360	8—10	С печью до 200°С, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух
	26—32	Закалка	980—1020	—	Воздух или масло								
		Высокий отпуск	550—600	—	Воздух								
	24—30	Закалка	980—1020	—	Воздух или масло								
		Высокий отпуск	600—620	—	Воздух								
	40—48	Отжиг	490—510	4—5		Закалка	980—1020	—	Масло, аргон или воздух				
						Отпуск	190—210	3—5	Воздух				
	38—45						Закалка	980—1020	—				
Отпуск					240—260		3—5	Воздух					
38ХМЮА ГОСТ 4543—71	30—35	Закалка	900—940	—	Масло	Стабили- зирующий отжиг	490—510	4—5	С печью до 200°С, далее на воздухе				
		Высокий отпуск	600—630	—	Воздух или масло								
	24—30	Закалка	900—940	—	Масло								
		Высокий отпуск	630—650	—	Воздух или масло								
4Х13 ГОСТ 5632—67, ЭИ474 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Отжиг	680—700	4—5	Воздух	Стабили- зирующий отжиг	340—360	8—10	С печью до 200°С, далее на воздухе				
	26—32	Закалка	1050—1070	—	Воздух или масло								
		Высокий отпуск	610—640	—	Воздух								
	24—30	Закалка	1050—1070	—	Воздух или масло								
		Высокий отпуск	640—650	—	Воздух								

Продолжение

Марка стали или сплава	Твердость HRC	Режим 1				Режим 2				Режим 3			
		Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения	Наименование термической операции	Температура нагрева, °C	Время выдержки, ч	Среда охлаждения
4X13 ГОСТ 5632—67, ЭИ474 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	49—54	Отжиг	490—510	4—5	Воздух	Закалка	1050—1070	—	Масло, аргон или воздух	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух
	Отпуск					180—200	3—5	Воздух					
	Закалка					1050—1070	—	Масло, аргон или воздух					
	Отпуск					350—400	3—5	Воздух					
36НХТЮ ГОСТ 10994—64	22—30	Закалка	920—940	—	Вода	Стабилизирующий отжиг	340—360	8—10	С печью до 200°C, далее на воздухе	Стабилизирующее старение	160—170	8—10	Воздух
		Старение	850—870	2—4	Воздух								
	32—40	—	—	—	—	Закалка	920—940	—	Вода				
X18H10T ГОСТ 5632—61; ЭИ395 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	—	Закалка	1030—1100	—	Вода	Стабилизирующий отжиг	340—360	8—10	С печью до 200°C, далее на воздухе				

* Время выдержки назначается для деталей 1 и 2-й категории — по нижнему пределу, для деталей 3-й категории — по верхнему.

** Для плоских деталей толщиной до 12 мм охлаждение при закалке производят между стальными плитами. Допускается охлаждение при закалке в жидком азоте при условии сохранения механических свойств материала деталей.

*** Для получения оптимальных механических свойств и размерной стабильности при изготовлении заготовок следует применять режим термомеханической обработки: закалка с 960—980°C в воде с последующей холодной деформацией на 75—86%. После обработки по режиму 1 твердость HV 120—160.

**** Твердость указана по HV.

МЕТОДЫ СТАБИЛИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ

1. Стабилизирующий нагрев назначается для стабилизации фазового и структурного состояния материала, обеспечивающего оптимальное сопротивление микропластическим деформациям и понижение внутренних напряжений в деталях.

Эффективность стабилизирующего нагрева определяется его температурой. Оптимальный интервал температуры стабилизирующего нагрева зависит от природы сплава, его структурного состояния и предшествующих технологических операций (горячей или холодной пластической деформации, механической обработки резанием и т. п.).

2. Обработку холодом назначают для понижения содержания остаточного аустенита в закаленной стали и проводят непосредственно после закалки (перед отпуском на требуемую твердость) при температуре от минус 50°C до минус 80°C. Обработка холодом является составной частью ТЦО.

3. ТЦО назначают для стабилизации размеров деталей, материал которых содержит фазы с резко различающимися коэффициентами линейного расширения, а также для деталей из некоторых сплавов с гексагональной решеткой.

4. При назначении режимов ТЦО нижняя температура цикла должна быть по возможности более низкой и ограничиваться возможностями источника низких температур, верхняя температура должна определяться природой материала.

5. Скорость изменения температуры не влияет на эффект ТЦО для материалов, имеющих в структуре фазы с различными коэффициентами линейного расширения. Число циклов охлаждения и нагрева должно быть не менее трех.

6. ТЦО во всех случаях должна заканчиваться операцией нагрева.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КАТЕГОРИИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. В зависимости от сохранения постоянства формы и размеров в условиях эксплуатации и хранения, геометрической точности и точности взаимного расположения главных поверхностей детали приборов подразделяются на следующие категории, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Категория детали	Постоянство размеров детали в заданных условиях, %	Точность отклонения формы и взаимного расположения главных поверхностей, мм
1	$\geq 0,0050$	$\geq 0,050$
2	$0,0002-0,0050$	$0,005-0,050$
3	$< 0,0002$	$< 0,005$

2. Категория точности в зависимости от удельной толщины стенки уточняется по табл. 2.

Таблица 2

Удельная толщина стенки детали (Δs), мм	Изменение категории точности
$\leq 1,5$	Детали 1 и 2-й категорий переводятся соответственно во 2 и 3-ю категории
$> 3,0$	Детали 2 и 3-й категорий переводятся соответственно в 1 и 2-ю категории

Примечание. Категория точности повышается на одну ступень для деталей с многоярусным расположением обрабатываемых поверхностей (три и более) и для деталей, в которых соотношение толщин смежных сечений стенок больше 5.

3. Удельную толщину стенки детали (Δs) в миллиметрах вычисляют по формуле:

$$\Delta s = \frac{S_{\text{ср}}}{L_{\text{max}}},$$

где:

$S_{\text{ср}}$ — средне-приведенная площадь поперечного сечения тела детали в мм^2 , как отношение объема детали в мм^3 к периметру поверхности детали в плоскости расположения осей главных поверхностей детали в мм;

L_{max} — наибольший габаритный размер детали, определяемый в плоскости расположения главных поверхностей детали, в мм.

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗМЕРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

1. Размерная стабильность материалов (металлов и сплавов) оценивается следующими характеристиками сопротивления микропластическим деформациям (см. таблицу):

а) условным пределом упругости — напряжением, которое (при кратковременном нагружении) вызывает остаточную деформацию 0,005% при растяжении или 0,001% при изгибе.

Условный предел упругости определяют по наличию заданной остаточной деформации после разгрузки и ее нарастанию при последующем нагружении;

б) условным пределом релаксации (ползучести) — напряжением, вызывающим остаточную деформацию 0,001% в условиях релаксационных испытаний в интервале 500—3000 ч (или в условиях установившейся ползучести в том же интервале).

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25°C, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25°C	95—105°C
Литейные алюминиевые сплавы				
АЛ2 ГОСТ 2685—63	Отжиг при 290°C	24,5 (2,5)	7,9—11,8 (0,8—1,2)	5,9—7,9 (0,6—0,8)
АЛ9 ГОСТ 2685—63	Отжиг при 290°C	34,3 (3,5)	14,7—17,5 (1,5—1,8)	9,8—14,7 (1,0—1,5)
	Закалка с 535°C в воде, старение при 230°C	83,4 (8,5)	—	15,7—17,5 (1,6—1,8)
АЛ24 ГОСТ 2685—63	Закалка с 540°C на воздухе, старение при 160°C 24 ч	117,7 (12,0)	39,2—49,0 (4—5)	24,5—34,3 (2,5—3,5)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25°C, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25°C	95—105°C
Литейные магниевые сплавы				
МЛ5 ГОСТ 2856—68	Закалка с 415°C на воздухе, старе- ние при 190°C 16 ч	24,5 (2,5)	14,7—19,6 (1,5—2)	0,0—2,0 (0,0—0,2)
МЛ10 ГОСТ 2856—68	Закалка с 530—540°C на воз- духе, старение при 200°C 8 ч	49,0 (5,0)	—	39,2—49,0 (4,0—5,0)
Литейные стали				
15Л ГОСТ 977—65	Нормализация с 970°C, нормализа- ция с 900°C, отпуск при 630°C	225,6 (23,0)	127,5—176,6 (13—18)	78,5—117,7 (8—12)
35Л ГОСТ 977—65	Нормализация с 950°C, нормализа- ция с 870°C, отпуск при 650°C	313,9 (32,0)	196,2—245,3 (20—25)	157,0—196,2 (16—20)
50Л ГОСТ 977—65	Нормализация с 950°C, нормализа- ция с 860°C, отпуск при 650°C	363,0 (37,0)	225,6—267,9 (23,0—27,0)	176,6—215,8 (18,0—22,0)
20Х13Л ГОСТ 2176—67	Закалка с 1030°C в масле, отпуск при 570°C 4 ч	539,6 (55,0)	—	294,3—343,4 (30,0—35,0)
Деформируемые алюминиевые сплавы				
Д1 ГОСТ 4783—68	Отжиг при 370°C	—	—	19,6—24,5 (2,0—2,5)
	Закалка с 500°C в воде, старение при 190°C 18 ч	215,8 (22,0)	—	29,4—39,2 (3,0—4,0)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
Д16 ГОСТ 4783—68	Отжиг при 370°С	—	—	19,6—24,5 (2,0—2,5)
	Закалка с 500°С в воде, естествен- ное старение	—	29,4—39,2 (3,0—4,0)	19,6—24,5 (2,0—2,5)
	Закалка с 500°С в воде, старение при 190°С 18 ч	294,3 (30,0)	—	39,2—49,1 (4,0—5,0)
Д20 ГОСТ 4783—68	Закалка с 535°С в воде, старение при 195°С 16 ч	245,3 (25,0)	—	44,2—54,0 (4,5—5,5)
ВАД—1; ВАД—1Ф по тех- нической доку- ментации, утвер- жденной в уста- новленном поряд- ке	Закалка с 500°С в воде, старение при 190°С 18 ч	225,6 (23,0)	—	39,2—49,1 (4,0—5,0)
САС—1 по тех- нической доку- ментации, утвер- жденной в уста- новленном поряд- ке	Отжиг при 400°С	34,3 (3,5)	—	9,8—11,8 (1,0—1,2)
В95 ГОСТ 4783—68	Закалка с 470°С в воде, старение при 140°С 32 ч	392,4 (40,0)	49,1—58,9 (5,0—6,0)	4,9—9,8 (0,5—1,0)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
АМц ГОСТ 4783—68	Отжиг при 270°С	63,8 (6,5)	—	5,9—8,8 (0,6—0,9)
АМг6 ГОСТ 4783—68	Отжиг при 330°С	78,5 (6,0)	—	5,9—7,9 (0,5—0,8)
Деформируемые магниевые сплавы				
МА8 ГОСТ 14957—69	Отжиг при 340°С	44,2 (4,5)	—	7,9—11,8 (0,8—1,2)
МА2—1 ГОСТ 14957—69	Отжиг при 280°С	—	—	3,9—5,9 (0,4—0,6)
Деформируемые стали				
35 ГОСТ 1051—59	Закалка с 860°С в воде, отпуск при 480°С	490,5 (50,0)	—	343,4—392,4 (35,0—40,0)
45 ГОСТ 1051—59	Закалка с 840°С в воде, отпуск при 510°С	559,2 (57,0)	—	392,4—422,0 (40,0—43,0)
2Х13 ГОСТ 5949—61	Закалка с 1000°С на воздухе, отпуск при 575°С	706,3 (72,0)	—	392,4—441,5 (40,0—45,0)
4Х13 ГОСТ 5949—61	Закалка с 1060°С в масле, отпуск при 400°С 5 ч	981,0 (100,0)	—	539,6—588,6 (55,0—60,0)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
30ХГСА ГОСТ 4543—71	Закалка с 900°С в масле, отпуск при 530°С 3 ч	932,4 (96,0)	686,7—735,8 (70,0—75,0)	539,6—588,6 (55,0—60,0)
40ХН2СВА по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Закалка с 900°С в масле, обработка холодом при минус 70°С, отпуск при 270°С 4 ч	1373,4 (140,0)	—	510,1—588,6 (52,0—60,0)
ЭИ395 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Закалка с 1100°С в воде, отпуск при 350°С 10 ч	294,3 (30,0)	—	137,3—196,2 (14,0—20,0)
ЭИ474 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Закалка с 1060°С в масле, отпуск при 650°С 4 ч	392,4 (40,0)	—	264,9—313,9 (27,0—32,0)
X18Н9Т ГОСТ 5632—61	Закалка с 1070°С в воде, деформация 50%, стабилизирующий отжиг при 350°С 10 ч	637,7 (65,0)	—	147,2—174,6 (15,0—18,0)

Сплавы на медной основе

Бр.ОФ6. 5—0,15 ГОСТ 10025—62	Деформация 80%, отжиг при 330°С 1 ч	412,0* (42,0*)	—	13,7—17,5 (1,4—1,8)
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------	---	------------------------

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксаций при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
Бр.ОФ7—0,2 ГОСТ 10025—62	Деформация 80%, отжиг при 330°С 1 ч	451,3* (46,0*)	—	14,7—19,6 (1,5—2,0)
Бр.КМц3—1 ГОСТ 1628—60	Деформация 50%, отжиг при 300°С 1 ч	372,8* (38,0*)	—	52,0—54,0 (5,3—5,5)
Бр.АЖ9—4 ГОСТ 1628—60	Деформация 50%, отжиг при 330°С 1 ч	716,1* (73,0*)	—	37,3—41,2; (3,8—4,2)
Бр.Б2 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Закалка с 770°С в воде, старение при 310°С 3 ч	490,5* (50,0*)	—	294,3 (30,0)
Бр.Х08 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Закалка с 970°С в воде, деформа- ция 80%, старение при 350°С 6 ч	215,8* (22,0*)	—	54,0—58,8 (5,5—6,0)
Л68 ГОСТ 931—70	Деформация 50%, отжиг при 230°С	333,5* (34,0*)	—	15,7—17,5] (1,6—1,8)
Бр.АМц9—2 ГОСТ 1595—71	Деформация 50%, отжиг при 350°С 1 ч	470,9* (48,0*)	—	84,4—87,3 (8,6—8,9)
Л63 ГОСТ 931—70	Деформация 50%, отжиг при 230°С 1 ч	353,2* (36,0*)	—	13,7—14,7 (1,4—1,5)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
ЛС59—1 ГОСТ 931—70	Деформация 50%, отжиг при 280°С 1 ч	392,0* (40,0*)	—	7,8—9,81 (0,8—1,0)

Титановые сплавы

BT1—0 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Отжиг при 680°С 1,5 ч	171,7 (17,5)	—	49,0—58,9 (5,0—6,0)
BT1—1 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Отжиг при 680°С 1,5 ч	294,3 (30,0)	—	68,7—78,5 (7,0—8,0)
BT5 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Отжиг при 750°С 1,5 ч	588,6 (60,0)	—	294,3—392,4 (30,0—40,0)
BT6 по технической документации, утвержденной в установленном порядке	Отжиг при 800°С 1,5 ч	637,7 * (65,0) ¹	—	78,5—98,1 (8,0—10,0)

Продолжение

Марка стали или сплава	Наименование и режимы термической обработки	Характеристика размерной стабильности материалов		
		Условный предел упругости при 20—25° С, Н/мм ² , (кгс/мм ²), не менее	Условный предел релаксации при изгибе, Н/мм ² (кгс/мм ²) при	
			20—25° С	95—105° С
Сплавы специальные				
36НХТЮ ГОСТ 10994—64	Закалка с 930°С в воде, старение при 740°С 3 ч	735,8 (75,0)	—	588,6—637,6 (60,0—65,0)
МНЦ15—20 ГОСТ 492—52	Деформация 50%, отжиг при 400°С 1 ч	539,6 (55,0)	—	196,2—245,3 (20,0—25,0)

Примечание. Данные, отмеченные звездочкой, характеризуют предел упругости, определенный в условиях изгиба, без звездочки — в условиях растяжения.

Редактор *И. И. Топильская*

Сдано в наб. 15/II 1972 г. Подп. в печ. 7/IV 1972 г. 2,25 п. л. Тир. 10000

Издательство стандартов. Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 186