/ Нач. отдела 19
Сергеев Ю.З.

С С С Р

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕМЕНТЫ ПРУЖИННЫЕ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Типовые технологические процессы

ОСТ4.054.035-78

ГОСТ
3942
15.01.79

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

Проверка на соответствие современному научно-техническому уровню, в том числе действующим государственным стандартам и стандартам СЭВ проведена.
Экземпляр соответствует подлиннику.



Директор ВНИИ „Эталон"

Некрылов Е.И.

Утвержден

Введен в действие директивным письмом с 1 июля 1979 г.

Нормоконтролер

15.03.78 З.М.Соколова

Ответственный редактор

А.В.Другаков

Редактор

Н.А.Грязева

УДК 621.78:658.512.6 Группа Т-53

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕМЕНТЫ ПРУЖИННЫЕ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
Типовые технологические процессы

ОСТ4.054.035-78

Взамен ОСТ4 ГО.054.051

Редакция I-72

Директивным письмом организации от "28" декабря 1978 г., № 17-42/19/681 срок введения установлен с "1" июля 1979 г.

Настоящий стандарт устанавливает типовые технологические процессы термической обработки пружинных элементов, изготавливаемых из ленты, листа, проволоки и прутка. Стандарт является основным руководящим документом для технологов-термистов, разрабатывающих внутризаводскую технологическую документацию, и для конструкторов, проектирующих пружинные элементы приборов, аппаратов и устройств.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Основным свойством пружинных элементов является сопротивление малым пластическим деформациям, определяемое величиной условного предела упругости с допуском на остаточную деформацию 0,001-0,005%.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ Совета Министров СССР
Зарегистрировано в реестре государственной регистрации
26.02.79 8117338

I.2. Главными факторами, влияющими на работоспособность пружинных элементов являются: величина действующих напряжений, условия эксплуатации, состояние структуры и поверхности материала.

I.3. Выбор сплавов при проектировании пружинных элементов следует производить в зависимости от условий их эксплуатации и требуемых служебных характеристик.

I.4. Величина напряжений, действующих на пружинные элементы в процессе эксплуатации, не должна превышать величины условного предела упругости. Допуск на остаточную деформацию устанавливает конструктор, исходя из требований, предъявляемых к функциональным параметрам пружинных элементов.

I.5. Упругие свойства пружинных элементов могут быть значительно повышены путем снятия дефектов (обезуглероженного слоя, царапин и др.) с их поверхности электрополированием.

I.6. Покрытия, наносимые на пружинные элементы, снижают предел упругости, модуль упругости, релаксационную стойкость и циклическую прочность. Степень снижения упругих характеристик зависит от материала и толщины покрытия и металла основы. С увеличением толщины покрытия снижение упругих характеристик увеличивается.

I.7. Стальные пружинные элементы при нанесении на них покрытий и в процессе подготовки поверхности поглощают атомарный водород, в результате чего проявляют склонность к хрупкому разрушению. Степень водородопоглощения зависит от режимов осаждения, состава электролита и структуры металла. Наименьшую склонность к водородопоглощению имеет структура нижнего бейнита, получаемая изотермической закалкой.

I.8. Обозначение термической обработки пружинных элементов в конструкторской документации следует производить в соответствии с ГОСТ 2.310-68.

I.9. Для пружинных элементов из термообработанной проволоки (I,II,III классов) и ленты (*1,2,3* групп) в конструкторской документации следует указывать „низкотемпературный отпуск".

I.10. Для пружинных элементов, изготовленных из сплавов, упрочняемых холодной пластической деформацией (0Х18Н10, 2Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 20Х13Н4Г9, 40КХНМ, 40КНХМВТЮ), в конструкторской документации следует указывать „деформационное старение".

I.11. Для пружинных элементов, изготовленных из сплавов на основе меди Бр.А7, Бр.КМц-3-1, Бр.ОФ6,5-0,15, Бр.ОЦ4-3, МНЦ15-20, Л68, Л80, Л85) в конструкторской документации следует указывать „низкотемпературный отжиг".

I.12. Особые виды термической обработки пружинных элементов в конструкторской документации обозначать, например:

обработка холодом минус 70;

стабилизация циклическая 100 циклов;

динамическое старение.

I.13. В технологической документации следует указывать "Термическая обработка по ОСТ4.054.035-78".

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Материалы, поступающие для изготовления пружинных элементов, должны иметь сертификаты с указанием марки, состояния поставки, сортамента, результатов испытаний, номера партии и номера стандарта.

2.2. Пружинные элементы до и после термической обработки должны быть очищены от грязи, масла, краски, солей, щелочей, не иметь трещин, царапин, забоин и других дефектов, способных повлиять на снижение служебных характеристик. Размеры и форма пружинных элементов должны соответствовать чертежу.

2.3. Очистку пружинных элементов до и после термической обработки и снятие окисной пленки следует производить согласно ОСТ4 ГО.0I4.000 "Покрытия металлические и неметаллические неорганические".

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.I. Для обеспечения безопасности при термической обработке пружин из сплавов черных и цветных металлов необходимо предусмотреть коллективные и индивидуальные средства защиты:

3.I.I. Для предупреждения поражения электрическим током предусмотреть:

защиту изоляции наружной электропроводки от механических, химических и термических повреждений;

надежное заземление всех металлических частей электрических печей, печей-ванн, которые могут оказаться под напряжением;

выполнение Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ), утвержденных Госэнергонадзором I2 апреля I969 г.

3.I.2. Для предупреждения пожаро и взрывоопасности предусмотреть:

низкотемпературные печи (I00-I50°С) для подогрева дета-

талей и сушки солей перед погружением их в печи-ванны;

водоохлаждаемую систему (водяные рубашки, змеевики) для закалочных баков;

световую или звуковую сигнализацию, сообщающую о повышении температуры закалочного масла выше 80-85°С, а расплав солей (нитрита натрия и селитры калиевой) выше 500°С;

плотно закрывающуюся металлическую тару для хранения загрязненного обтирочного материала;

крышки на масляные баки;

изолированные несгораемые помещения с приточно-вытяжной вентиляцией;

продувку печей воздухом или нейтральными газами перед розжигом;

изолированное помещение для хранения сосудов (баллонов со сжатыми и сжиженными газами;

транспорт, обеспечивающий перемещение сосудов (баллонов) со сжатыми и сжиженными газами в специальных приспособлениях, предохраняющих их от падения и соударения;

соблюдение "Правил устройств и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР 19 мая 1970 г.;

специальное помещение для хранения противопожарных материалов и инвентаря (огнетушитель, листовой асбест, асбестовое одеяло, кашму или войлок);

выполнение ГОСТ 12.4.009-75 "Пожарная техника для защиты объектов. Общие требования".

3.1.3. Для предупреждения термоожога предусмотреть:

теплоизоляцию боковых поверхностей электропечей, печей-ванн, не допускающих их нагрев выше температуры 45°С;

индивидуальные средства защиты - рукавицы тканевые по ГОСТ 12.4.010-75 для загрузки, выгрузки и переноса нагретых деталей;

защитные устройства на закалочных баках и печах-ваннах (полушкафное укрытие), препятствующее разбрызгиванию закалочного масла и расплавов солей;

воздушное душирование у печей с температурой 500-1500°С при открывании дверцы;

спецодежду в соответствии с "Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим машиностроительного и металлообрабатывающего производства, утвержденными Постановлением Государственного Комитета Совета Министров СССР по труду и заработной плате 30 декабря 1959 г., № 1097/П-27.

3.1.4. Для предупреждения химического ожога предусмотреть:

изолированный участок термической обработки в печах-ваннах;

изолированный участок обработки холодом от минус 70°С до минус 196°С;

указатели уровня расплава в печах-ваннах (расплав высотой не более 0,7 высоты ванны);

аварийный слив для свободного стока расплавленных солей в специальный сборник;

фонтанчики и нейтрализующие растворы для смывания с кожи случайно попавших брызг или капель солей;

индивидуальные средства защиты:

очки защитные по ГОСТ 12.4.003-74;

перчатки резиновые кислотощелочестойкие по ГОСТ 9502-60;

фартуки рабочие по ГОСТ 12845-67;

брезентовые мешки для перевозки и хранения твердой углекислоты;

клещи длиной не менее 70 см для загрузки и выгрузки деталей при проведении операции обработки холодом;

складирование химических материалов в соответствии с "Типовой инструкцией по технике безопасности и производственной санитарии при складировании материальных ценностей" введенной в действие приказом Министерства от 24 августа 1973 г., № 477.

3.1.5. Для предупреждения травмирования предусмотреть:

оградительные устройства к движущимся и вращающимся

частям оборудования;

выполнение ГОСТ 12.2.003-74 "ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности"

3.1.6. Для предупреждения отравлений предусмотреть:

общую приточно-вытяжную вентиляцию в соответствии с "Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий" СН245-71, введенными указанием Министерства от 10.5.78 г., № 1811ДП, обеспечивающую трехкратный обмен воздуха;

содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не больше значений, указанных в ГОСТ 12.1.005-76 "ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования";

местную вытяжную вентиляцию от печей-ванн, закалочных баков (зонты) для удаления паров расплавленных солей, масел и от сосудов (баллонов) со сжатыми и сжиженными газами. Скорость всасывания воздуха в рабочем сечении местной вытяжной вентиляции должна быть не менее 1 м/с;

изолированные помещения для хранения солей в закрытой таре;

выполнение "Правил техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов", введенных приказом Министерства 25 мая 1967 г., № 288.

3.1.7. Контролировать параметры опасных и вредных производственных факторов и средств защиты:

защитное заземление и сопротивление изоляции электрооборудования согласно ПТЭ (приложение А);

состояние воздушной среды рабочих помещений не реже I раза в квартал;

выполнение требований ГОСТ 12.3.002-75 "ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности".

4. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРУЖИННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

4.I. Термическая обработка пружинных элементов из сплавов черных металлов

4.I.I. В зависимости от марки, состояния поставки и требуемых свойств готовые пружинные элементы из сплавов черных металлов следует подвергать следующим видам термической обработки:

низкотемпературному отпуску;

закалке с последующим отпуском;

изотермической закалке;

дисперсионному твердению;

деформационному старению.

4.1.2. Низкотемпературному отпуску следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из проволоки I-III классов и ленты III, ZII, SII групп, поставляемых в термически обработанном состоянии.

4.1.3. Назначением низкотемпературного отпуска является снятие напряжений, возникших при изготовлении пружинных элементов (навивке, гибке, штамповке), повышение упругих характеристик и их стабильности в процессе эксплуатации.

4.1.4. При разработке технологии изготовления винтовых пружин следует учитывать изменение первоначальных размеров, происходящее в процессе низкотемпературного отпуска. Эти изменения следует определять по следующим формулам:

$$\Delta D = A \cdot D_0 + K \frac{D_0}{d}, \quad (1)$$

$$\Delta i = - \frac{\Delta D}{D_0} \cdot i, \quad (2)$$

$$\Delta H = H\frac{\Delta i}{i}, \quad (3)$$

где ΔD - уменьшение диаметра;

Δi - увеличение числа витков;

ΔH - увеличение длины;

D_0 - средний диаметр пружины, мм;

d - диаметр проволоки, мм;

i - число витков до отпуска;

H - высота пружины до отпуска, мм;

A и K - коэффициенты деформации, определяемые по табл.I.

Таблица I

Температура отпуска, °С	Коэффициенты деформации			
	A		K	
	Отпуск в соляной ванне	Отпуск в электропечи	Отпуск в соляной ванне	Отпуск в электропечи
I50	0,0016	0,0014	0,00050	0,00085
200	0,0020	0,0017	0,00056	0,00052
260	0,0035	0,0024	0,00120	0,00100
300	0,0042	0,0035	0,00140	0,00120
350	0,0056	0,0048	0,00160	0,00140
400	0,0061	0,0051	0,00180	0,00170

4.I.5. При жестких требованиях к расположению плоскостей прицепов винтовых пружинных элементов, работающих на растяжение, рекомендуется после отгибки одного прицепа производить низкотемпературный отпуск, после отгибки второго прицепа - повторный отпуск.

4.I.6. Для уменьшения кривизны проволоки, вызывающей увеличение разброса высоты и неравномерности шага винтовых пружин, рекомендуется производить правку проволоки в специальных приспособлениях.

4.I.7. Закалке с последующим отпуском и изотермической закалке следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из сталей марок 50ХФА, 65Г, 60С2А, 65С2ВА, 60С2ХФА, 30ХІ8, 40ХІ8, У8А, 70С2ХА, поставляемых в виде проволоки и ленты в холоднодеформированном или отожженном состоянии. Если изготовление пружинных элементов требует гибки (в одной или нескольких плоскостях) во избежание возникновения трещин исходный материал должен быть в отожженном состоянии.

4.I.8. С целью повышения надежности ответственные пружинные элементы рекомендуется сразу после закалки подвергать обработке холодом от минус 70 до минус I96°С в течение 0,5-I,5 ч для снижения содержания остаточного аустенита в структуре металла. Необходимость проведения обработки холодом устанавливает конструктор.

4.I.9. Для устранения эффекта стабилизации остаточного аустенита в структуре металла следует не допускать длительные перерывы (более 2 ч) между закалкой и отпуском.

4.I.I0. Изотермической закалке следует подвергать пружинные элементы, работающие в условиях циклических нагрузок, ударов и вибраций.

Структура металла, получаемая в результате изотермической закалки, менее склонна к водородопоглощению и охрупчиванию в процессе нанесения на пружинные элементы гальванических покрытий.

4.I.II. Пружинные элементы после изотермической закалки следует охлаждать в горячей проточной воде с температурой 50-60°С с последующим их пассивированием.

4.I.I2. После закалки (обыкновенной и изотермической) до проведения отпуска или дисперсионного твердения пружинные элементы следует очищать от остатков охлаждающих сред (солей, щелочей, масел и др.) и сушить до полного удаления влаги.

4.I.I3. Пружинные элементы, прошедшие изотермическую закалку по режимам, приведенным в табл.I, рекомендуется подвергать отпуску при температуре, равной температуре изотермической выдержки. Такой отпуск повышает предел упругости, циклическую прочность, релаксационную стойкость и стабильность структуры.

4.I.I4. Дисперсионному твердению следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из сплавов 36НХТЮ, 36НХТЮМ, 42НХТЮ, поставляемых в виде ленты и проволоки в нагартованном состоянии. При необходимости смягчения исходного материала заготовки следует подвергать закалке, а после изготовления пружинных элементов производить их упрочнение дисперсионным твердением.

4.I.I5. Прутки (заготовки) для цанговых пружинных элементов из дисперсионно-твердеющих сплавов следует подвергать закалке. Изготовленные цанговые пружинные элементы следует упрочнять дисперсионным твердением.

4.1.16. С целью повышения предела упругости, релаксационной стойкости и усталостной прочности пружинные элементы рекомендуется подвергать динамическому старению (отпуску под напряжением) по режимам, приведенным в табл.1. В общем случае, напряжение, прикладываемое к пружинным элементам при динамическом старении, должно быть в пределах 0,8-0,9 σ 0,2.

4.1.17. С целью повышения структурной стабильности и сопротивления ползучести пружинные элементы из дисперсионно-твердеющих сплавов рекомендуется подвергать двухступенчатому старению (дисперсионному твердению) по режимам, приведенным в табл.2.

4.1.18. Деформационному старению (отпуску) следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из сплавов 08Х18Н10, 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 40ХХМ, 40ХХНМВТЮ, поставляемых в виде проволоки и ленты в нагартованном и высоконагартованном состоянии.

4.1.19. При необходимости обеспечения повышенной стабильности размеров винтовых пружинных элементов рекомендуется проводить операцию стабилизации при статическом или циклическом нагружении.

Необходимость проведения стабилизации устанавливает конструктор.

4.1.20. Статическую стабилизацию (заневоливание) следует производить путем нагружения пружин, работающих на сжатие, нагрузкой до соприкосновения витков, а пружин, работающих на растяжение, - нагрузкой, превышающей рабочую на 10-20% в течение 48 ч при комнатной температуре или в течение 2 ч при температуре, указанной в табл.3.

Таблица 2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении σ^{**}, кгс/мм^2	Предел упругости при изгибе σ, кгс/мм^2	
							σ 0,002	σ 0,005
Лента (1П, 2П, 3П) групп	Низкотемпературный отпуск	260-300	20-30	Воздух	40-48(1П) 47-54(2П) ⩾54(3П)	130-160(1П)** 160-190(2П)** ⩾ 190(3П)**	-	-
Проволока (I,II,III классов)	Низкотемпературный отпуск	240-300	20-40	Воздух	-	В зависимости от диаметра проволоки по ГОСТ 9389-75	-	-
50ХФА	Закалка Отпуск	850-870 410-430	- 30-60	По табл.5 Масло, вода горячая (40-60°С)	- 44...48	- ⩾150	- -	- ⩾130

Продолжение табл. 2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе $\sigma_у$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
50ХФА	Закалка изотермическая	850-870	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 320-330°С, 30 мин, затем вода	48...50	⩾ 165	-	-
	Закалка	850-870	-	По табл. 5	-	-	-	-
	Отпуск	150-170	30-40	Воздух	-	-	-	-
	Динамическое старение при напряжении 170-175 кгс/мм²	870-890	30-60	"	46...50	⩾ 200	-	⩾ 190

Продолжение табл.2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе $\sigma_и$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
	Закалка	800-820	-	По табл.5	-	-	-	-
	Отпуск	410-430	30	Воздух	40...45	≥ 180	-	-
	"	380-400	30	"	44...48	≥ 150	-	-
65Г	Закалка изотермическая	820-840	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 320-350°С, 20 мин, затем вода	45...48	≥ 150	-	-
60С2А	Закалка	860-880	-	По табл.5	-	-	-	-
	Отпуск	430-490	30-60	Воздух	40...44	≥ 185	≥ 120	-
	"	380-420	30-60	"	44...48	≥ 150	-	-

Продолжение табл.2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в^*$, кгс/мм^2	Предел упругости при изгибе $\sigma_у$, кгс/мм^2	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
60С2А	Закалка	860-880	-	По табл.5	-	-	-	-
	Отпуск	160-180	30	Воздух	-	-	-	-
	Динамическое старение при напряжении 160-165 кгс/мм^2	340-360	60	"	48...52	$\geqslant$ 200	-	$\geqslant$ 190
	Закалка изотермическая	860-880	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 290-320°С, 30 мин, затем вода	48...52	$\geqslant$ 160	-	-

Продолжение табл. 2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$**, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе $\sigma_у$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
	Закалка	860-880	-	По табл.5	-	-	-	
	Отпуск	510-570	30-60	Воздух	40...45	≥ 135	-	-
	"	480-520	30-60	"	44...48	≥ 150	-	-
								-
65С2ВА*	Закалка изотермическая	860-880	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 280-320°С, - 30 мин, затем вода	48...52	≥ 165	-	-
60С2ХФА*	Закалка	840-860	-	По табл. 5	-	-	-	
	Отпуск	490-510	30-60	Воздух	40...45	≥ 160	≥ 140	-
	"	420-460	30-60	"	44...48	≥ 180	-	-
								-

Продолжение табл.2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении σ_b**, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе σ_u, кгс/мм²: σ 0,002	σ 0,005
60С2ХФА*	Закалка изотермическая	840-860	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 290-310°С, - 15 мин, затем вода	48...52	⩾ 180	-	-
	Закалка	780-800	-	По табл. 5	-	-	-	-
	Отпуск	420-450	30-60	Воздух	40...44	⩾ 130	⩾ 100	-
	"	380-420	30-60	"	44...48	⩾ 150	⩾ 120	-
У8А	Закалка изотермическая	800-820	-	Расплав соли (щелочи) при температуре 250-320°С, - 15 мин, затем вода	48...50	⩾ 160	-	-

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в^{**}$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе σ_y, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
70С2ХА	Закалка	880-900	-	По табл. 5	-	-	-	-
	Отпуск	440-460	30-60	Воздух	44...48	⩾ 170	-	-
30Х13 *	Закалка	1020-1050	-	По табл. 5	-	-	-	-
40Х13	Отпуск	400- 450	60	Воздух	50...52	⩾ 170	⩾ 90	-
	"	850- 400	60	"	48...50	⩾ 160	⩾ 90	-
36НХТЮ	Дисперсионное твердение нагартованного материала	650- 670	120	Безокислительная среда	⩾ 35 ⩾ 35	⩾ 115(лента) ⩾ 135(проволока)	-	-
	Закалка	920-950	-	Вода	⩽ 90HRB	⩽ 75	⩽ 25	-
	Дисперсионное твердение	650-670	-	Безокислительная среда	⩾ 85 ⩾ 85	⩾ 115(лента) ⩾ 105 (пруток)	⩾ 70 -	- -

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC***	Предел прочности при растяжении $\sigma_{в}$**, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе $\sigma_{и}$, кгс/мм²: σ 0,002	σ 0,005
36НХТЮ	Закалка	920-950	–	Вода	≤ 90	≤ 75	≤ 25	–
	Дисперсионное твердение I	690-710	180	Безокислительная среда	–	–	–	–
	Дисперсионное твердение II	590-610	240	То же	≥ 35	–	≥ 80	–
36НХТЮМ*	Дисперсионное твердение наплавленного материала	700-750	120	Безокислительная среда	≥ 38 –	≥ 125 (лента) ≥ 150 (проволока)	–	–
	Закалка	965-985	–	Вода	–	≤ 90	–	–
	Дисперсионное твердение	700-750	120	Безокислительная среда	≥ 38	≥ 125 (лента)	–	–

Продолжение табл.2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе σ_y, кгс/мм²	
							σ 0,002	σ 0,005
42НХТЮ*	Дисперсионное твердение нагартованного материала	680-700	180	Безокислительная среда	⩾ 30	⩾110 (лента)	-	-
	Закалка	900-920	-	Вода	≤90	-	-	-
	Дисперсионное твердение	680-700	180	Безокислительная среда	⩾ 30	⩾110(лента)	⩾75	-
40НХНМ*	Деформационное старение	500-550	240	Безокислительная среда, воздух	⩾ 58	100-180(лента)	-	-
40НХНМВТЮ*					-	⩾ 200 (проволока)	-	-

Продолжение табл.2

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC**	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$**, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе σ_{-1}, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
0Х18Н10* 2Х18Н9* 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 20Х18Н4Г9*	Деформационное старение	450-470	60	Воздух	–	≥100 (лента)	–	–
					–	≥110 (проволока)	–	–

* Материалы для изделий вспомогательного производства.

** Свойства (HRC, $\sigma_в$) материалов в состоянии поставки.

Примечание. Пружинные элементы, подвергающиеся гальваническим покрытиям, термически обрабатывать на твердость более 45 HRC не рекомендуется ввиду опасности их разрушения.

Таблица 8

Температура эксплуатации, °С	Температура стабилизации, °С
До 50	70 - 80
" 100	120 - 140
" 180	140 - 150

4.1.21. Циклическую стабилизацию (тренировку) следует производить путем циклического нагружения (5-300 циклов) пружин, работающих на сжатие, до соприкосновения витков, а пружин, работающих на растяжение, или кручение растягивающей максимальной нагрузкой, или на максимальный угол закручивания.

С увеличением числа циклов нагружения стабильность размеров пружинных элементов повышается. Количество циклов нагружения при циклической стабилизации устанавливает конструктор.

4.1.22. Для удобства сжатия пружинных элементов при стабилизации и обеспечении перпендикулярности их торцов рекомендуется применять шлифование торцов.

4.1.23. Пружинные элементы, которые в процессе эксплуатации не разгружаются до нуля, рекомендуется хранить после стабилизации до момента сборки в изделии в сжатом или растянутом состоянии.

4.1.24. Для обеспечения точности силовых характеристик пружинные элементы следует подвергать калибровке путем снятия (шлифования) припуска на длину пружины и запасных поджатых витков (для пружин, работающих на сжатие) или путем растяжения (для пружин, работающих на растяжение) усилием, при котором увеличивается длина пружины или уменьшается контактное

(межвитковое) давление. Операция калибровки может быть проведена за счет уменьшения диаметра проволоки путем электрополирования. В случае применения операции калибровки допуски на геометрические размеры не ужесточаются. Необходимость проведения операции калибровки устанавливает конструктор.

4.1.25. Нагрев пружинных элементов для низкотемпературного отпуска следует производить в электропечах с воздушной атмосферой, соляных и щелочных ваннах, нагретых до требуемой температуры.

4.1.26. Нагрев пружинных элементов для аустенизации под закалку, дисперсионного твердения, деформационного старения и отпуска следует производить в защитной атмосфере, в вакууме, в расплавах солей или в воздушной среде с обеспечением защиты поверхности пружинных элементов от обезуглероживания и окисления.

4.1.27. Рекомендуемые составы соляных ванн для нагрева пружинных элементов при проведении низкотемпературного отпуска, дисперсионного твердения, деформационного старения, отпуска и для аустенизации под закалку приведены в табл.4.

4.1.28. Закалку пружинных элементов после аустенизации следует проводить в охлаждающих средах, обеспечивающих прокаливаемость на максимальную твердость и минимальные деформации. При изотермической закалке твердость не должна быть менее указанной в табл.2.

4.1.29. Рекомендуемые охлаждающие среды для проведения обычной закалки приведены в табл.5.

4.1.30. Рекомендуемые охлаждающие среды для проведения изотермической закалки приведены в табл.6.

Таблица 4

Составляющие соляных ванн	Содержание массы составляющих, %	Температура плавления, °С	Рабочая температура, °С	Раскислители
Нитрит натрия Селитра калиевая	45 55	137	155-500	25-процентный ферросилиций (1-2%); бура (1-1,5%); кремний кристаллический (5-6%); уголь активный древесный (1%)
Натрий хлористый Кальций хлористый	28 72	500	540-870	
Натрий хлористый	100	808	850-1100	
Соль нейтральная НТ-495	-	-	500-600	
Соль нейтральная НТ-660	-	-	720-900	

Примечания: 1. Раскисление расплавленных солей следует проводить 1-2 раза в смену.

2. Допускается применять другие составы ванн, удовлетворяющие требованиям технологического процесса и безопасности.

Таблица 5

Охлаждающая (закаливающая) среда	Содержание массы составляющих, %
Воздух	100
Вода (18-20°С)	100
Натрий хлористый Вода	40 Остальное
Калий углекислый Вода	30-40 Остальное
Стекло натриевое жидкое (модуль 2,7-3,0) Вода	18-20 Остальное
Полиакриламид Вода	0,08-1 Остальное
Масла индустриальные	100
Масла МЗМ-16, МЗМ-26, МЗМ-120	100
Масло веретенное	100
Кипящий слой песка, или другого зернистого материала (зернистость 160-300 мкм по ГОСТ 3647-71)	100

Примечания: 1. Закалочные масла подлежат полной замене при повышении вязкости более чем на 40% и содержании смолистых веществ более чем на 10%.

2. Перемешивание закалочных масел сжатым воздухом не допускается.

3. Разрешается использовать другие охлаждающие среды, обеспечивающие необходимую прокаливаемость, удовлетворяющие требованиям технологического процесса и безопасности.

Таблица 6

Охлаждающие среды для изотермической закалки	Содержание массы составляющих, %	Температура плавления, °С	Рабочая температура, °С
Нитрит натрия Селитра калиевая	45 55	137	155-500
Натр едкий Кали едкое	37 63	160	180-350
Кипящий слой песка или другого зернистого материала (зернистость 160-300 мкм по ГОСТ 3647-71)	100	-	20-500

Примечание. Разрешается использовать другие охлаждающие среды, обеспечивающие необходимую прокаливаемость, удовлетворяющие требованиям технологического процесса и безопасности.

4.1.31. Технологический процесс изготовления винтовых (цилиндрических, конических) пружинных элементов состоит из следующих операций:

изготовление образцов-свидетелей из проволоки для контроля качества термической обработки;

правка проволоки;

изготовление пружинных элементов;

обезжиривание, сушка;

термическая обработка с образцами-свидетелями;

контроль качества термической обработки;

шлифование торцов;

стабилизация размеров (статическая или циклическая);

калибровка (для обеспечения точности силовых характеристик);

нанесение защитных покрытий или электрополирование;

обезводораживание;

контроль готовых пружинных элементов на соответствие требованиям чертежа.

4.I.32. Технологический процесс изготовления пружинных элементов из листовых материалов состоит из следующих операций:

изготовление образцов-свидетелей для контроля качества термической обработки;

резка листов на полосы;

изготовление пружинных элементов;

обезжиривание, сушка;

термическая обработка с образцами-свидетелями;

контроль качества термической обработки;

нанесение защитных и других покрытий или электрополирование;

обезводораживание;

контроль готовых пружинных элементов на соответствие требованиям чертежа.

4.I.33. В зависимости от индивидуальных особенностей изготовления пружинных элементов из сплавов черных металлов допускается вводить другие операции и изменять их последовательность, указанную в пп. 4.I.3I, 4.I.32.

4.I.34. С целью получения необходимых размеров по чертежу допускается после окончательной термической обработки пружинные элементы подвергать операциям рихтования (правке, подгибке, обжатию) с последующим проведением дополнительного отпуска при температуре 280-300°С в течение 0,5-I,0 ч.

Следует при этом учитывать, что операции рихтования могут снижать упругие характеристики. Наиболее целесообразным для уменьшения деформаций является подбор закалочных сред, использование изотермической закалки и проведение отпуска в специальных приспособлениях.

4.I.35. Пружинные элементы, подвергающиеся отпуску после закалки в фиксирующих приспособлениях, следует предварительно (до укладки в приспособление) отпускать при температуре 280-300°С в течение 20-30 мин.

4.I.36. Для снижения деформации в процессе закалки и уменьшения разброса геометрических размеров исходный материал для пружинных элементов рекомендуется подвергать изотермическому отжигу, устраняющему эффект наследственности исходной структуры.

Изотермический отжиг следует проводить в защитной атмосфере или вакууме.

4.I.37. Обезводороживание пружинных элементов с покрытием следует производить в вакууме при остаточном давлении 10^{-2} - 10^{-3} мм рт.ст. или в воздушной среде при температуре 170-190°С в течение 2-3 ч.

4.I.38. Режимы термической обработки пружинных элементов из сплавов черных металлов приведены в табл.2.

4.2. Термическая обработка пружинных элементов из сплавов цветных металлов

4.2.1. Готовые пружинные элементы из сплавов цветных металлов в зависимости от марки, состояния поставки и требуемых свойств следует подвергать следующим видам термической обработки:

дисперсионному твердению (старению);

низкотемпературному отжигу;

стабилизирующему отпуску.

4.2.2. Дисперсионному твердению следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из сплавов Бр.Б2, Бр.БНТ1,9, Бр.БНТ1,9Мг , МНАХМц 20-4-3-4, МНАХМц 15-3-5-2-3, 97НЛ-ВИ, поставляемых в виде ленты, проволоки и прутка в мягком (закаленном) или твердом (холоднодеформированном после закалки) состоянии.

4.2.3. Пружинные элементы из дисперсионно-твердеющих сплавов, подвергающиеся в процессе изготовления гибке в одной или нескольких плоскостях) следует изготавливать из мягкого (закаленного) материала.

4.2.4. Прутки для цанговых пружинных элементов из дисперсионно-твердеющих сплавов следует подвергать закалке.

Изготовленные цанговые пружинные элементы следует упрочнять дисперсионным твердением.

4.2.5. С целью получения размеров, требуемых по чертежу, пружинные элементы из дисперсионно-твердеющих сплавов рекомендуется: фиксировать в приспособлениях, засыпать песком и уплотнять вибрацией; заливать (перед процессом старения) раствором гипса и выдерживать до затвердевания.

Перед установкой пружинных элементов в приспособления (оправки) рекомендуется проводить предварительно частичное старение в условиях свободной деформации (без приспособлений), затем окончательное старение в приспособлении. Например, для бронзы Бр.Б2 старение без приспособлений при температуре 310-340°С (40 мин), затем старение в приспособлении при температуре 310-340°С (80-90 мин).

4.2.6. Низкотемпературному отжигу следует подвергать пружинные элементы, изготовленные из сплавов Бр.А7, Бр.МцЗ-1 Бр.ОФ6,5-0,15, Бр.ОЦ4-3, МНЦ15-20, Л68, Л80, Л85, поставляемых в виде ленты, полос и проволоки в твердом и особо твердом состоянии. Проведение низкотемпературного отжига является обязательным.

4.2.7. Низкотемпературный отжиг повышает упругие характеристики (предел упругости, релаксационную стойкость), стабильность структуры, уменьшает анизотропию упругих свойств и напряжения, возникшие в процессе изготовления пружинных элементов. Твердость и прочность при низкотемпературном отжиге изменяются незначительно.

4.2.8. При использовании твердых (холоднодеформированных) сплавов вырубку пружинных элементов из полос и лент следует производить по направлению проката.

4.2.9. Стабилизирующему отпуску следует подвергать биметаллические пружинные элементы (плоские, спиральные), изготовленные из полос и лент, поставляемых в нагартованном состоянии. Назначением стабилизирующего отпуска является снятие напряжений, возникших в процессе изготовления (гибки, сверления, клепки и т.д.).

4.2.10. С целью повышения стабильности свойств термобиметаллические пружинные элементы рекомендуется подвергать двух-трехкратному стабилизирующему отпуску.

4.2.11. Нагрев пружинных элементов или заготовок из дисперсионно-твердеющих сплавов Бр.Б2,Бр.БНТ1,9, Бр.БНТ1,9Мг для закалки (перевода в мягкое состояние) следует производить в защитной атмосфере (азот, аргон, диссоциированный аммиак и др.) или в воздушной среде с последующим удалением окисной пленки.

4.2.12. Нагрев пружинных элементов или заготовок из дисперсионно-твердеющих сплавов МНАХМц 20-4-3-4, МНАХМц 15-8,5-2-3 для закалки (перевода в мягкое состояние) следует производить в вакууме, защитной атмосфере (азот, аргон, диссоциированный аммиак и др.) или в воздушной среде с последующим удалением окисной пленки.

4.2.18. Нагрев пружинных элементов и заготовок из дисперсионно-твердеющего сплава 97НЛ-ВИ(ЭИ996) для закалки (перевода в мягкое состояние) следует производить в расплаве 100-процентного хлористого бария.

4.2.14. Нагрев пружинных элементов для дисперсионного твердения следует производить в вакууме при остаточном давлении не более 10^{-1} мм рт.ст., защитной атмосфере. При нагреве в воздушной среде следует производить предварительную обработку поверхности пружинных элементов в перенасыщенном водном растворе борной кислоты (100 г/л) с температурой 60-80°С.

4.2.15. Нагрев пружинных элементов для низкотемпературного отжига и стабилизирующего отпуска следует производить в вакууме, защитной атмосфере или воздушной среде с последующим удалением окисной пленки. Пружинные элементы из материала тол-

щиной менее 0,15 мм следует нагревать в вакууме или в защитной среде.

4.2.16. Технологический процесс изготовления пружинных элементов из листовых материалов состоит из следующих операций:

изготовление образцов-свидетелей для контроля качества термической обработки;

резка листов на полосы;

изготовление пружинных элементов;

обезжиривание, сушка;

термическая обработка с образцами свидетелями;

контроль качества термической обработки;

осветление поверхности, нанесение покрытий или электрополирование;

контроль готовых пружинных элементов на соответствие требованиям чертежа.

4.2.17. Технологический процесс изготовления пружинных элементов из проволоки и прутка состоит из следующих операций:

изготовление образцов-свидетелей для контроля качества термической обработки;

правка проволоки и резка заготовок;

изготовление пружинных элементов;

термическая обработка с образцами-свидетелями;

обезжиривание, сушка;

контроль качества термической обработки;

осветление, нанесение покрытий или электрополирование;

контроль готовых пружинных элементов на соответствие требованиям чертежа.

4.2.18. В зависимости от индивидуальных особенностей изготовления пружинных элементов из сплавов цветных металлов допускается изменять последовательность операций, указанную в пп.4.2.16, 4.2.17.

4.2.19. Режимы термической обработки пружинных элементов из сплавов цветных металлов приведены в табл.7.

4.2.20. Режимы термической обработки пружинных элементов из термобиметаллов приведены в табл.8.

4.2.21. Оборудование для термической обработки пружинных элементов из сплавов черных и цветных металлов приведены в рекомендуемом приложении I.

5. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

5.I. Температурные режимы термической обработки пружинных элементов следует контролировать по диаграммной записи регистрирующих приборов.

5.2. Состояние поверхности пружинных элементов после термической обработки следует контролировать визуальным осмотром или с использованием оптических средств. На поверхности пружинных элементов после термической обработки допускаются цвета побежалости и наличие окисной пленки. Обезуглероживание поверхности пружинных элементов не допускается.

5.3. Контроль качества термической обработки пружинных элементов из проволоки диаметром менее 3 мм, упрочняемых закалкой с последующим отпуском, изотермической закалкой или дисперсионным твердением следует производить измерением прочности при растяжении по ГОСТ I0446-68 на образцах проволоки с расчетной длиной 200 мм. Количество образцов - 9 штук (6 образцов

Таблица 7

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм^2	Предел упругости при изгибе, σ_{y}, кгс/мм^2	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Бр.Б2	Закалка (перевод в мягкое состояние)	770-790	10	Вода (10-20°С) или 40-процентный раствор хлористого натрия (для прутков)	≤ 180 (лента)	40-60 (лента)	≤ 12 (лента)	-
					-	40-65 (проволока)	-	-
					≤ 150 (пруток)	40-60 (пруток)	-	-
Бр.БНТ1,9 *		770-790	10		≤ 120 (лента)	40-60 (лента)	≤ 12 (лента)	-
Бр.БНТ1,9Мц *		760-780	12		≤ 120 (лента)	40-60 (лента)	≤ 12 (лента)	-
97НД-ВИ * (ЭИ 996)		1060-1080	20-30 с на 1 мм толщины		≤ 90 (лента)	≤ 80 (лента)	-	-

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе, $\sigma_у$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
МНАХМц 20-4-3-4 (546)*	Закалка (перевод в мягкое состояние)	960-980	30	Вода (10-20°С) или 40-процентный раствор хлористого натрия (для прутков)	≤180 (лента) – ≤160 (пруток)	– ≤55 (проволока) –	– – –	– – –
МНАХМц 15-8,5-2,8 (538)*		940-960	90		≤110 (лента) — ≤150 (пруток)	– ≤45 (проволока) –	– – –	– – –
Бр.Б2	Дисперсионное твердение пружинных элементов из закаленного (мягкого) материала	310-340	120	Воздух, вакуум, защитная среда	≥320 (лента) – ≥320 (проволока)	≥ 110-150 (лента) ≥ 110 (проволока) ≥ 110 (пруток)	≥57 (лента) – –	– – –

Продолжение табл.7

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе, $\sigma_у$, кгс/мм²	
							σ 0,002	σ0,005
Бр.БНТ1,9*	Дисперсионное твердение пружинных элементов из закаленного (мягкого) материала	810-840	120-180	Воздух, вакуум, защитная среда	⩾ 320	110-150 (лента)	⩾ 58 (лента)	-
		200-220 (первичное)	60		-	-	-	-
		330-350 (вторичное)	60		⩾ 380	110-150 (лента)	⩾ 73 (лента)	-
Бр.БНТ1,9Мг*		810-840	180-240		⩾ 340 (лента)	-	⩾ 74 (лента)	-
		200-220 (первичное)	60		-	-	-	-
		330-350 (вторичное)	60		⩾ 360 (лента)	-	⩾ 88 (лента)	-
97НЛ-ВИ (ЭИ996)*		500-520	90		⩾ 550 (лента)	⩾ 170 (лента)	-	⩾ 120 (лента)

Продолжение табл.7

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм^2	Предел упругости при изгибе, $\sigma_и$, кгс/мм^2	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
МНАХМц* 20-4-3-4 (546)	Дисперсионное твердение пружинных элементов из закаленного (мягкого) металла	520-540	180-200	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 320 (лента) – ≥ 320 (пруток)	– ≥ 100 (проволока) ≥ 100 (пруток)	–	–
МНАХМц 15-8,5-2-3 (588)		520-540	120-180		≥ 300 (лента) – ≥ 300 (пруток)	– ≥ 90 (проволока) ≥ 90 (пруток)	–	–

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе, $\sigma_у$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Бр.Б2	Дисперсионное твердение пружинных элементов из нагартованного материала	280-310	90	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 330 (лента) - ≥ 340 (пруток)	≥ 115-160 (лента) ≥ 110 (проволока) ≥ 120 (пруток)	≥ 90 (лента) - -	- - -
Бр.БНТ1,9 *		280-310	180		≥ 330 (лента)	≥ 115-160 (лента)	≥ 90 (лента)	-
97НЛ-ВИ * (ЭИ-996)		490-520	90		≥ 550 (лента)	≥ 180 (лента)	-	-
МНАХМц * 20-4-3-4 (546)		510-540	30-120		≥ 820 (лента)	≥ 120 (лента)	-	-
МНАХМц * 15-3,5-2-3		510-540	30-90		≥ 820 (лента)	≥ 100 (лента)	-	-

Продолжение табл.7

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм^2	Предел упругости при изгибе $\sigma_у$, кгс/мм^2	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Бр.А7	Отжиг низкотемпературный	260-280	30	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 180	60-80 (лента)	≥ 63 (лента)	≥ 72 (лента)
Бр.КМц3-1	Отжиг низкотемпературный	250-270	30	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 210 -	60-80 (лента) 85-90 (проволока)	≥ 40 (лента) -	≥ 45 (лента) -
Бр.Ф2,5-0,15	Отжиг низкотемпературный	230-270	30-60	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 190	58-70 (лента)	≥ 40 (лента)	≥ 45 (лента)

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе, $\sigma_{и}$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Бр.ОЦ4-3	Отжиг низкотемпературный	140-160	30	Воздух	≥ 170 –	55-70 (лента) 85-90 (проволока)	≥ 46 (лента) —	≥ 53 (лента) —
МНЦ15-20*	Отжиг низкотемпературный	270-810	240	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 170 -	55-70 (лента) 70-110 (проволока)	≥ 54 (лента) -	≥ 60 (лента) -
Л68	Отжиг низкотемпературный	260-280	30	Воздух, вакуум, защитная среда	≥ 160 -	50-60 (лента) 60 (проволока)	≥ 45 (лента) -	≥ 50 (лента) -

Продолжение табл.7

Марка сплава	Операция термической обработки	Режимы термической обработки			Механические свойства			
		Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Среда охлаждения	Твердость, HRC	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел упругости при изгибе, $\sigma_{изг}$, кгс/мм²	
							$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Л80	Отжиг низкотемпературный	190-210	60	Воздух	≥ 170	34-40 (лента)	≥ 39 (лента)	≥ 47 (лента)
Л85 *	Отжиг низкотемпературный	190-210	30	Воздух	≥ 155	38-40 (лента)	≥ 84 (лента)	≥ 40 (лента)

* Материалы для изделий вспомогательного производства.

Примечание. Время выдержки указано ориентировочно.

Таблица 8

Марка термобиметалла	Марка слоя термобиметалла			Температура стабилизирующего отпуска, °С
	Активный слой	Пассивный слой	Промежуточный слой	
ТБ20I8	75ГН.I	36Н	-	260-280
ТБI6I8	75ГНД	45НХ	-	260-280
ТБI52Я	20НГ	36Н	-	380-400
ТБI42Я	24НХ	36Н	-	380-400
ТБI82Я	I9НХ	36Н	-	380-400
ТБI85Я	Л62	36Н	-	230-250
ТБI254	Л90	36Н	-	I80-200
ТБI243	24НС	36Н	НП2	380-400
ТБI253	24НХ	36Н	М1	230-250
ТБI282	24НХ	42Н	-	380-400
ТБI082	I9НХ	42Н	-	380-400
ТБ0921	28НХТЮ	45НТЮ	-	620-640
ТБ0958	НП3	36Н	-	380-400
ТБС83I	24НХ	50Н	-	400-420

Примечание. Время выдержки при температуре стабилизирующего отпуска I,0-I,5 ч.

из указанного количества на случай повторной термической обработки).

5.4. Контроль качества термической обработки пружинных элементов из проволоки и прутка диаметром более 8 мм, упрочняемых закалкой с последующим отпуском, изотермической закалкой или дисперсионным твердением следует производить измерением твердости по Роквеллу (ГОСТ 9013-59) или Виккерсу (ГОСТ 2999-75) на контрольных образцах, прошедших термообработку вместе с пружинными элементами или непосредственно на пружинных элементах.

5.5. Силовые характеристики окончательно изготовленных винтовых пружинных элементов следует контролировать по осевому усилию или тормозному моменту (для пружин кручения) согласно указаниям чертежа.

5.6. Контроль качества термической обработки пружинных элементов из листовых материалов, упрочняемых закалкой с последующим отпуском, изотермической закалкой или дисперсионным твердением, следует производить измерением твердости по Виккерсу (ГОСТ 2999-75) нагрузкой 2 кгс или на микротвердомерах ПМТ-3, ПМТ-5 (при толщине материала до 0,15 мм) и нагрузкой 5 кгс (при толщине материала более 0,15 мм).

5.7. Контроль пружинных элементов из листовых материалов по пределу упругости следует производить на приборе КПМ2.729.004 на образцах. Количество образцов на партию - 9 (6 образцов из указанного количества на случай повторной термической обработки).

5.8. Контроль пружинных шайб (Гровера) следует производить в соответствии с ГОСТ 6402-70.

5.9. При получении неудовлетворительных результатов испытаний качества пружинных элементов допускается производить одну вторичную закалку. Перед вторичной закалкой следует производить отжиг в защитной атмосфере. Количество операций отпуска, дисперсионного твердения, деформационного старения, низкотемпературного отжига и стабилизирующего отпуска до получения требуемых свойств не ограничивается.

5.10. При неудовлетворительных результатах проверки качества пружинных элементов после повторной закалки и последующего отпуска или дисперсионного твердения (однократного, многократного) партию следует браковать.

5.11. Методика контроля пружинных элементов из листовых материалов по пределу упругости приведена в рекомендуемом приложении 2.

5.12. Влияние покрытий на предел упругости некоторых марок пружинных сплавов приведено в справочном приложении 3.

5.13. При измерении твердости контрольных образцов или непосредственно готовых пружинных элементов следует пользоваться соотношением чисел твердостей согласно ОСТ4.054.004 (рекомендуемое приложение 2).

5.14. Наличие обезуглероженного слоя поверхности пружинных элементов следует контролировать в соответствии с ГОСТ 1763-68.

6. МАТЕРИАЛЫ

Наименование	ГОСТ или ТУ
Азот газообразный и жидкий	ГОСТ 9293-74
Аммиак жидкий синтетический	ГОСТ 6221-75
Аргон газообразный и жидкий	ГОСТ 10157-73
Барий хлористый технический	ГОСТ 742-72
Бура	ГОСТ 8429-77
Вода питьевая	ГОСТ 2874-73
Гипс строительный	ГОСТ 125-70
Калий углекислый	ГОСТ 4221-76
Калия гидрат окиси технический (кали едкое)	ГОСТ 9285-69
Кальций хлористый технический	ГОСТ 450-77
Кислота борная техническая	ГОСТ 18704-78
Кремний кристаллический	ГОСТ 2169-69
Лента стальная холоднокатанная из инструментальной и пружинной стали	ГОСТ 2283-69
Масла индустриальные общего назначения	ГОСТ 20799-75
Масла закалочные МЗМ-16, МЗМ-26, МЗМ-120	ТУ 38-101185-78
Нитрит натрия технический	ГОСТ 19906-74
Натрий хлористый	ГОСТ 4233-77
Натрия гидроокись	ГОСТ 4328-77

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Полиакриламид - гель технический	ТУ 6-01-1049-76
Песок кварцевый для сварочных материалов	ГОСТ 4417-75
Проволока стальная пружинная термически обработанная	ГОСТ 1071-67
Проволока стальная легированная пружинная	ГОСТ 14968-69
Проволока стальная углеродистая пружинная	ГОСТ 9389-75
Проволока из прецизионных сплавов для упругих элементов	ГОСТ 14118-69
Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали	ГОСТ 18143-72
Проволока из бериллиевой бронзы	ГОСТ 15834-77
Проволока из кремнемарганцовой бронзы	ГОСТ 5222-72
Проволока нейзильберовая	ГОСТ 5220-71
Проволока латунная	ГОСТ 1066-75
Проволока из оловянно-цинковой бронзы	ГОСТ 5221-77
Прутки из бериллиевой бронзы	ГОСТ 15835-70
Прутки бронзовые	ГОСТ 1628-72
Полосы и ленты из бериллиевой бронзы	ГОСТ 1789-70

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Полосы и ленты из оловянно-фосфористой и оловянно-цинковой бронзы	ГОСТ 1761-70
Полосы и ленты из кремнисто-марганцевой бронзы	ГОСТ 4748-70
Селитра калиевая техническая	ГОСТ 19790-74
Соль нейтральная НТ-495 для термообработки	ТУ 6-18-105-76
Соль нейтральная НТ-660 для термообработки	ТУ 6-18-106-76
Сплавы прецизионные	ГОСТ 10994-74
Сталь рессорно-пружинная	ГОСТ 14959-69
Стекло натриевое жидкое	ГОСТ 13078-67
Термобиметаллы	ГОСТ 10533-63
Уголь активный древесный дробленый	ГОСТ 6217-74
Ферросилиций	ГОСТ 1415-70
Чайбы пружинные	ГОСТ 6402-70

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Рекомендуемое

ОБОРУДОВАНИЕ

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Оборудование						
Электрованны СВС-I,5.8.4/8,5-МI	ТУ I6-53I-I04-75	850	I50	300	400	Завод ЭТО, г. Чадыр-Лунга
СВС-8,5.8.4/6,5-МI	ТУ I6-53I-I04-75	650	850	800	400	То же

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Электропечи сопротивления камерные						
СНЗ-2,5.5.1,7/10	ТУ 16-531.420-72	1000	250	500	170	Завод ЭТО, г.Чадыр-Лунга
СНЗ-3.6,5.2/10	ТУ 16-531.420-72	1000	300	650	200	То же
СНЗ-4.8.2,6/10	ТУ 16-531.420-72	1000	400	800	260	-"-
Электропечи сопротивления элеваторные вакуумные						
СЭВ-2.2/11,5М1	ТУ 16-531.480-78	1150	200	-	200	Московский завод высокочастотных электропечей

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
СЭВ-3,3/11,5	ТУ 16-531.177-72	1150	300	-	300	Московский завод высокочастотных электропечей
СЭВ-5,5/11,5М1	ТУ 16-531.417-72	1150	500	-	500	То же
Электропечь ОКБ-8085	ТУ 16-531.302-75	1300	470	—	790	Завод ЭТО г.Таганрог
Электрошкаф вакуумный сушильный СНВС-4,5.3,4/3-И1	ТУ 16-531.545-75	300	450	300	400	—

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Термокамера ТКСИ-02-80	ТУ 26-08-121-76	Минус 80 - плюс 20	600	1050	350	Завод холодильного машиностроения, г. Одесса
Электропечи сопротивления шахтные						
СШО-6.6/10М1	ТУ 16-531.447-73	1000	600	-	600	Завод электропечь, г. Бийск
СШО-4.8/7	ТУ 16-531.447-73	700	400	-	800	То же

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Технологическая оснастка						
Баки для закалки в воде	ГОСТ 19840-74	-	-	-	-	-
Баки для закалки в масле	ГОСТ 19839-74	-	-	-	-	-
Ножницы эксцентриковые для нарезки контрольных образцов	КПМ4.081.001	Нарезка контрольных образцов из листовых материалов толщиной до 0,60 мм				
Измерительные приборы						
Приборы для измерения микротвердости	ГОСТ 10717-75	-	-	-	-	-
Приборы для измерения твердости по Роквеллу	ГОСТ 18407-67	-	-	-	-	-

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Приборы для измерения твердости металлов и сплавов по методу Виккерса	ГОСТ 18408-67	-	-	-	-	-
Прибор для испытания тонколистовых материалов по пределу упругости	КПИ 2.729.004	Определение предела упругости с допуском на остаточную деформацию 0,001-0,005%				
Машина для испытания пружин и рессор	ГОСТ 17086-71		-	-	-	-
Потенциометры и уравновешенные мосты автоматические ГСП	ГОСТ 7164-71	-	-	-	-	-

Продолжение

Наименование	ГОСТ, ТУ или номер чертежа	Техническая характеристика				Завод-изготовитель
		Максимальная рабочая температура, °С	Размеры рабочего пространства, мм			
			Ширина или диаметр	Длина	Высота или глубина	
Термометры термоэлектрические ГСП	ГОСТ 6616-74	-	-	-	-	-

Примечание. Допускается использовать другое оборудование, удовлетворяющее требованиям технологического процесса и техники безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРУЖИННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО УСЛОВНОМУ ПРЕДЕЛУ УПРУГОСТИ

I. Технические характеристики и устройство прибора

I.I. Прибор (чертеж) предназначен для контроля пружинных элементов из листовых материалов по условному пределу упругости ($\sigma_{0,001}$ – $\sigma_{0,005}$) на образцах-свидетелях после термической обработки, гальванических покрытий и других операций.

I.2. Прибор обеспечивает ступенчатое нагружение образцов продольным изгибом до получения остаточных деформаций

$$\varepsilon_{ост} = 0,001\text{-}0,005\%$$

I.3. Измерение остаточного прогиба образцов после цикла нагрузка-разгрузка осуществляют стандартным измерительным прибором (индикатором часового типа, микрокатором и др.). Момент касания наконечника измерительного прибора с образцом фиксируется с помощью устройства "Сигнал", что обеспечивает отсутствие механического воздействия на образец.

I.4. Размеры испытываемых образцов, мм:

100x5÷10x0,15÷0,55 или

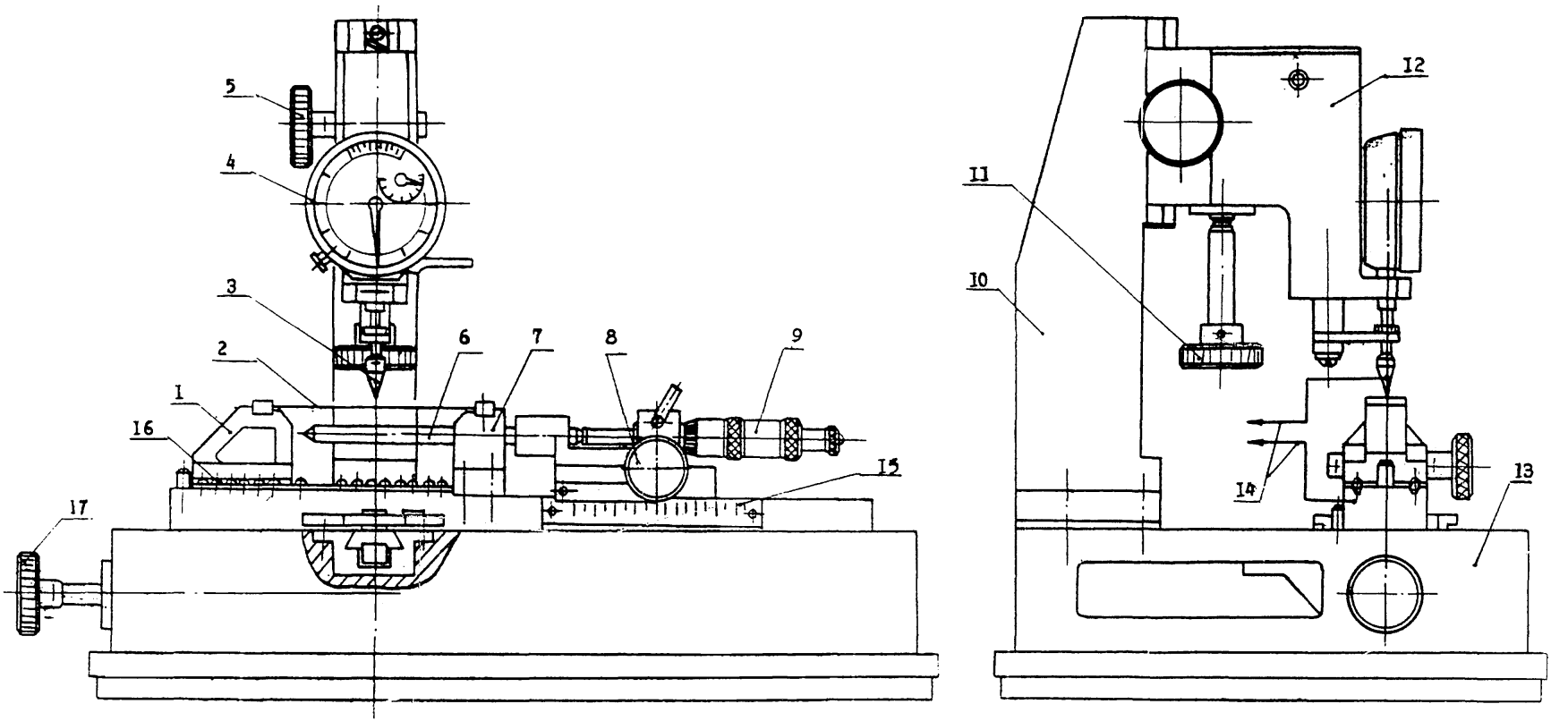
60x5÷10x0,10÷0,80

I.5. Габаритные размеры прибора, мм:

455x275x325

I.6. Масса прибора, кг.... 20.

Схема прибора для контроля пружинных элементов из листовых материалов по условному пределу упругости



1 - опора подвижная; 2 - образец испытываемый; 3 - наконечник; 4 - прибор измерительный; 5 - винт; 6 - упор; 7 - опора неподвижная; 8 - винт; 9 - микровинт; 10 - кронштейн; 11 - микровинт; 12 - корпус; 13 - основание; 14 - выводы; 15 - линейка отсчетная; 16 - марики; 17 - винт

I.7. Прибор состоит из узла нагружения и узла для измерения остаточного прогиба образцов после разгрузки.

I.8. Узел нагружения состоит из подвижной I и неподвижной 7 опор, на которые устанавливают испытываемый образец 2.

I.9. Подвижную опору I перемещают на шариках I6 усилием руки в сторону неподвижной опоры 7.

Величину перемещения опоры I (на I...2... мм) задают по отсчетной линейке I5 и ограничивают упором 6 с помощью винта 8.

I.I0. Для перемещения подвижной опоры на десятые доли миллиметра упор 6 отводят микровинтом 9.

I.II. Перемещение всего узла нагружения по основанию I8 производят с помощью винта I7.

I.I2. Узел измерения остаточного прогиба образцов закреплен на кронштейне I0 и состоит из корпуса I2, стандартного измерительного прибора 4 (индикатора, микрокатора и др.) и наконечника 3, связанного кинематически с микровинтом II.

I.I3. Перемещение всего измерительного узла производят винтом 5.

I.I4. Для подсоединения прибора к устройству "Сигнал", фиксирующего момент касания наконечника 3 с образцом 2, имеются специальные выводы I4.

2. Подготовка прибора к работе

2.I. Прибор должен быть установлен на жестком столе в отапливаемом помещении, в котором отсутствуют вибрации и сильные воздушные потоки.

В нерабочем состоянии прибор должен быть зачехлен.

2.2. Перед началом работы на приборе следует проверить плотность прилегания узла нагружения к основанию I3, отсутствие самопроизвольного сползания измерительного узла, плавность перемещения опоры I на шариках I6 (опора I должна самостоятельно подкатываться к упору 6 при перемещении последнего в крайнее правое положение), отсутствие пыли, масла и прочего на поверхности основания I3 и шариках I6.

2.3. Подключить устройство "Сигнал" к прибору (предварительно протереть спиртом штеккеры и отверстия для ввода штеккеров).

2.4. Проверить положение наконечника 8. Наконечник должен находиться строго по центру контрольного образца, установленного на опоры I и 7, на котором нанесены осевые контрольные риски.

2.5. Протереть тампоном, смоченным спиртом опорные площадки, на которые опирается испытываемый образец, наконечник 8 и контрольный образец.

2.6. Проверить наличие контакта между наконечником 8 и контрольным образцом. При их соприкосновении на устройстве "Сигнал" должна загореться индикаторная сигнальная лампа.

3. Подготовка образцов

3.1. Образцы должны быть ровными, без заусенцев, саблевидности и скручивания.

3.2. Параллельность торцов образцов должна быть в пределах $\pm 0{,}05$ мм. Допуск на длину $\pm 0{,}1$ мм.

3.3. Толщину образцов следует измерять с точностью до 0,01 мм.

3.4. Образцы перед измерением следует обезжирить спиртом, а опорные части и центр очищены от окисной пленки.

4. Порядок работы на приборе

4.1. Рукояткой 5 поднять измерительный узел на 10-15 мм выше поверхности опор 1 и 7.

4.2. Микровинтом 11 установить стрелку индикатора в нулевое положение.

4.3. Рукояткой 17 вывести на себя узел нагружения.

4.4. Микровинт 9 установить в нулевое положение.

4.5. Винтом 8 установить ограничитель 6 в начало отсчета по линейке 15.

4.6. Установить испытываемый образец 2 на опоры 1 и 7. Образец должен быть установлен так, чтобы при его нагружении изгиб находился вверху (в стороне измерительного узла).

4.7. Определить по табл.1 (для образцов длиной 100 мм) или табл.2 (для образцов длиной 60 мм) величину прогиба f, соответствующую значению заданной остаточной деформации, например $\varepsilon_{ост}$ = 0,002% (для определения предела упругости $\sigma_{0,002}$) в зависимости от измеренной толщины образца.

Примечание. Величина остаточного прогиба f рассчитана по формуле:

$$f = \frac{2L^2 \cdot \varepsilon_{ост}}{100 \cdot 3 \cdot h}, \quad (1)$$

где L - длина образца, мм;

h - толщина образца, мм;

$\varepsilon_{ост}$ - величина допуска на остаточную деформацию (0,001; 0,002 или 0,005), %

При определении прогибов f для остаточных деформаций,

не указанных в табл.I и 2 (например $\varepsilon_{ост.}$-0,008) следует пользоваться указанной формулой.

4.8. Ввести винтом I7 узел нагружения под измерительный узел.

4.9. Плавно опустить винтом 5 измерительный узел до соприкосновения наконечника 8 с образцом 2.

4.I0. Микровинтом II нарушить контакт и снова 2-8 раза точно установить момент касания. Показание стрелки индикатора при загорании лампы на сигнальном устройстве является "нулевым" отсчетом.

Момент касания наконечника 8 с образцом 2 и нарушение контакта должно происходить в пределах I-2 мкм.

4.II. Зафиксировать "нулевой" отсчет и микровинтом II поднять наконечник 8 на 50-I00 мкм.

4.I2. Винтом I7 вывести на себя узел нагружения, отвести упор 6 винтом 8 на некоторую величину (I... 2...n мм) по отсчетной линейке I5. Для дополнительного перемещения упора 6 на десятые доли миллиметра использовать микровинт 9.

4.I3. Нагрузить образец 2 путем перемещения подвижной опоры I до соприкосновения ее с упором 6.

4.I4. Выдержать образец под нагрузкой 3-5 с и плавно вернуть подвижную опору I в начальное положение.

4.I5. Ввести винтом I7 узел нагружения под измерительный узел и микровинтом II установить момент касания наконечника 8 с образцом 2.

4.I6. По разности показаний индикатора, полученных при "нулевом" отсчете и после цикла нагрузка-разгрузка определить величину полученного прогиба f .

4.17. Последовательно нагружать образец до тех пор (каждый раз увеличивать ход подвижной опоры), пока величина прогиба f не достигнет значения, найденного по табл.1 или 2.

4.18. Зафиксировать величину перемещения ΔX подвижной опоры I по отсчетной линейке 15, при которой получен необходимый прогиб f и по табл.3 определить коэффициент K для образцов длиной 100 мм.

При использовании образцов длиной 60 мм или другой длины величину ΔX следует умножить на $\frac{100}{l_n}$, а затем определять коэффициент K.

4.19. Определить величину общей деформации $\varepsilon_{общ.}$ по формуле

$$\varepsilon_{общ.} = \frac{2h \cdot K}{l} \cdot 100, \quad (2)$$

где h – толщина образца, мм;

l – длина образца, мм;

K – коэффициент, определяемый по таблицам полных эллиптических интегралов (значения коэффициентов K приведены в табл.3).

4.20. Определить величину предела упругости, например $\sigma_{0,002}$ (напряжение, при котором появляется заданная остаточная деформация) $\varepsilon_{ост} = 0,002\%$, по формуле

$$\sigma_y = E \cdot \frac{\varepsilon_{общ} - \varepsilon_{ост}}{100}, \ кгс/мм^2 \quad (3)$$

где E – модуль нормальной упругости, $кг/мм^2$;

$\varepsilon_{общ}$ – величина общей деформации, %;

$\varepsilon_{ост}$ – величина заданной остаточной деформации, %.

Примечание. Из-за малого значения величины $\varepsilon_{ост}$ предел упругости допускается рассчитывать по формуле

$$\sigma_y = E \cdot \frac{\varepsilon_{общ}}{100}, \ кгс/мм^2 \quad (4)$$

4.2I. Значения модулей упругости E пружинных сплавов следует выбирать по данным, приведенным в справочном приложении 4.

Таблица I

Величина прогибов f для образцов длиной L =I00 мм

Толщина образцов, мм	Допуск на остаточную деформацию ε ост.,%		
	0,00I	0,002	0,005
	Прогиб f, мкм		
0,I5	I35	270	675
0,I6	I27	254	635
0,I7	I20	240	600
0,I8	II3	226	565
0,I9	I07	2I4	535
0,20	I0I	202	505
0,2I	97	I94	485
0,22	92	I84	460
0,23	88	I76	440
0,24	85	I70	420
0,25	8I	I62	405
0,26	78	I56	390
0,27	75	I50	375
0,28	72	I44	360
0,29	70	I40	350
0,30	68	I36	340
0,3I	65	I30	325

Продолжение табл.I

Толщина образцов, мм	Допуск на остаточную деформацию ε ост., %		
	0,001	0,002	0,005
	Прогиб f, мкм		
0,32	63,0	126	315
0,38	61,0	122	305
0,34	60,0	120	300
0,35	58,0	116	290
0,36	56,0	112	280
0,37	55,0	110	275
0,38	53,0	106	265
0,39	52,0	104	260
0,40	51,0	102	255
0,41	50,0	100	250
0,42	48,0	96	240
0,43	47,0	94	235
0,44	46,0	92	230
0,45	45,0	90	225
0,46	44,0	88	220
0,47	43,0	86	215
0,48	42,0	84	210
0,49	41,0	82	205
0,50	40,0	80	200
0,51	39,5	79	197
0,52	39,0	78	195
0,53	38,5	77	192
0,54	38,0	76	190
0,55	37,0	74	185

Таблица 2

Величина прогибов f для образцов длиной L = 60 мм

Толщина образцов, мм	Допуск на остаточную деформацию ε ост., %		
	0,001	0,002	0,005
	Прогиб f, мкм		
0,10	78	146	365
0,11	66	132	330
0,12	61	122	305
0,13	56	112	280
0,14	52	104	260
0,15	48	96	240
0,16	45	90	225
0,17	43	86	215
0,18	40	80	200
0,19	38	76	190
0,20	36	72	180
0,21	35	70	175
0,22	33	66	165
0,23	32	64	160
0,24	30	60	150
0,25	29	58	145
0,26	28	56	140
0,27	27	54	135
0,28	26	52	130
0,29	25	50	125
0,30	24	48	120

Таблица 3

Значение коэффициента K (Δ X от 0 до 65 мм)

Δ X, мм	Десятые доли, мм									
	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,055	0,068	0,082	0,096	0,II0	0,II9	0,I28	0,I37	0,I46
I	0,I55	0,I65	0,I7I	0,I78	0,I85	0,I92	0,I99	0,206	0,2I3	0,220
2	0,225	0,230	0,236	0,242	0,247	0,25I	0,255	0,260	0,265	0,270
3	0,275	0,279	0,283	0,287	0,29I	0,295	0,299	0,303	0,307	0,3I2
4	0,3I6	0,32I	0,325	0,330	0,333	0,337	0,340	0,344	0,347	0,35I
5	0,354	0,358	0,36I	0,364	0,367	0,370	0,374	0,378	0,382	0,386
6	0,389	0,392	0,395	0,398	0,402	0,406	0,4I0	0,4I4	0,4I7	0,4I9
7	0,422	0,425	0,428	0,43I	0,433	0,436	0,439	0,442	0,445	0,448
8	0,45I	0,454	0,457	0,460	0,463	0,466	0,470	0,472	0,474	0,476
9	0,478	0,480	0,483	0,486	0,489	0,492	0,495	0,498	0,500	0,502
I0	0,504	0,507	0,5I0	0,5I3	0,5I6	0,5I9	0,522	0,525	0,527	0,529
II	0,53I	0,533	0,535	0,537	0,539	0,542	0,545	0,548	0,55I	0,554
I2	0,556	0,558	0,560	0,562	0,564	0,566	0,568	0,570	0,573	0,576
I3	0,579	0,582	0,584	0,586	0,588	0,590	0,592	0,594	0,596	0,599
I4	0,602	0,605	0,608	0,6II	0,6I3	0,6I5	0,6I7	0,6I9	0,62I	0,628
I5	0,625	0,627	0,629	0,63I	0,633	0,635	0,638	0,640	0,642	0,644
I6	0,646	0,648	0,650	0,652	0,654	0,656	0,659	0,662	0,665	0,668
I7	0,670	0,672	0,674	0,676	0,678	0,680	0,682	0,684	0,686	0,688
I8	0,690	0,692	0,694	0,697	0,699	0,70I	0,703	0,705	0,707	0,709
I9	0,7II	0,7I3	0,7I5	0,7I7	0,7I9	0,72I	0,728	0,725	0,727	0,729
20	0,73I	0,733	0,735	0,737	0,739	0,74I	0,743	0,745	0,747	0,749
2I	0,75I	0,753	0,755	0,756	0,758	0,760	0,762	0,764	0,766	0,768
22	0,770	0,772	0,774	0,776	0,778	0,780	0,782	0,784	0,785	0,786
23	0,787	0,789	0,79I	0,793	0,795	0,797	0,799	0,80I	0,803	0,805
24	0,807	0,809	0,8II	0,8I3	0,8I4	0,8I5	0,8I7	0,8I9	0,82I	0,823
25	0,825	0,827	0,829	0,83I	0,833	0,835	0,837	0,839	0,84I	0,843
26	0,844	0,845	0,846	0,848	0,850	0,852	0,854	0,856	0,858	0,860
27	0,862	0,864	0,866	0,868	0,870	0,872	0,873	0,874	0,875	0,876
28	0,878	0,880	0,882	0,884	0,886	0,888	0,890	0,892	0,894	0,896
29	0,898	0,900	0,902	0,903	0,904	0,905	0,906	0,907	0,908	0,9I0

Продолжение табл.8

Δ X, мм	Десятые доли, мм									
	0	I	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0,912	0,914	0,916	0,918	0,920	0,922	0,924	0,926	0,928	0,930
31	0,932	0,933	0,934	0,935	0,937	0,939	0,941	0,943	0,945	0,947
32	0,949	0,951	0,953	0,955	0,957	0,959	0,961	0,963	0,964	0,965
33	0,966	0,967	0,968	0,969	0,971	0,973	0,975	0,977	0,979	0,981
34	0,983	0,985	0,987	0,989	0,991	0,993	0,994	0,995	0,996	0,997
35	0,998	0,999	I,000	I,002	I,004	I,006	I,008	I,010	I,012	I,014
36	I,016	I,018	I,020	I,022	I,024	I,026	I,028	-	I,032	-
37	I,036	-	I,040	-	I,044	-	I,048	-	I,052	-
38	I,056	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	I,088	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	I,136	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	I,166	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	I,192	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	I,224	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	I,256	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	I,282	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	I,308	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	I,332	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	I,356	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	I,381	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	I,406	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	I,429	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	I,472	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	I,505	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	I,538	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	I,588	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	I,567	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	I,596	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	I,625	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	I,650	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	I,656	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	I,680	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	I,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	I,780	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	I,756	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	I,778	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

ВЛИЯНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ПРЕДЕЛ УПРУГОСТИ НЕКОТОРЫХ МАРОК ПРУЖИННЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Вид покрытия	Толщина покрытия, мкм	Предел упругости, σ_{y_2} кгс/мм^2	
			$\sigma_{0,002}$	$\sigma_{0,005}$
Сталь У8А	Без покрытия	-	-	117,0
	Кадмиевое	8	-	91,0
	"	9	-	51,0
	"	15	-	48,0
	"	21	-	30,0
	Лужение	8	-	104,0
	"	9	-	92,0
	"	15	-	65,0
	"	21	-	50,0
Бронза Бр.0Ф6,5-0,15	Без покрытия	-	48,0	-
	Серебряное	4	34,0	-
	"	10	25,0	-
	"	15	17,4	-
	"	20	17,2	-
Бронза Бр.БНТ1,9	Без покрытия	-	-	100,0
	Никелевое химическое	9	-	85,0
	Хромовое	6-8	-	28,0
	Никелевое электролитическое	6-7	-	30,5

Продолжение

Марка сплава	Вид покрытия	Толщина покрытия, мкм	Предел упругости, σ_g, кгс/мм^2	
			σ 0,002	σ 0,005
Бронза Бр.БНТ1,9	Серебряное электролитическое (из цианистого электролита)	6	-	80,5
	Покрытие сплавом серебро-сурьма	6	-	48,0
	Палладиевое	3	-	50,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

МОДУЛИ УПРУГОСТИ ПРУЖИННЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Модуль нормальной упругости E, кг/мм^2
12Х18Н10Т	19400
50ХФА	20400
65Г	20790
60С2А	20000
65С2ВА	19000
60С2ХФА	19500
40Х13	21900
У8А	19500
36НХТЮ (ЭИ702)	19500
40КНХМ	21000
Бр.Б2	13600
Бр.БНТ1,9	13500
Бр.БНТ1,7	12450
ЭИ996	20500
МНЦ15-20	12600
МНАХМц (588)	14200
Бр.ОФ6,5-0,15	10000
Бр.КМц8-1	12000
Бр.А7	12250
Бр.ОЦ4-3	12400
Л63	10000
Л85	10500

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Основные положения I

2. Технические требования 3

3. Требования безопасности 4

4. Типовые технологические процессы термической обработки пружинных элементов 8
   4.1. Термическая обработка пружинных элементов из сплавов черных металлов 8
   4.2. Термическая обработка пружинных элементов из сплавов цветных металлов 30

5. Методы контроля 34

6. Материалы 46

ПРИЛОЖЕНИЕ I Рекомендуемое — Оборудование 49

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Рекомендуемое — Прибор для контроля пружинных элементов из листовых материалов по условному пределу упругости 56

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Справочное — Влияние гальванических покрытий на предел упругости некоторых марок пружинных сплавов 68

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Справочное — Модули упругости пружинных сплавов 70

Лист регистрации изменений

Изм.	Стр. (листы)	Номер извещения	Подпись	Дата	Изм.	Стр. (листы)	Номер извещения	Подпись	Дата

gost.e-ecolog.ru