ИНБ 350/85 „а"
№ 2. 10. 1985 г.

Феномендаушо
~~ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ~~

ДЕТАЛИ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Типовые технологические процессы

(2)

Р4.054.004-89
~~ОСТ4.054.004~~

Проверен в 1929 г. ~~Редакция 1—76~~

~~Издание официальное~~

~~1976~~ 1989

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.785.658.512.6

Группа Т53

Рекомендации по стандартизации ~~ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ~~ Рекомендации

ДЕТАЛИ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Типовые технологические процессы

РД 54.004-89
~~ОСТ4.054.004~~
~~Редакция 1—76~~

Взамен РТМ ЮгО.054.051
Редакция 1—69

~~Директивным письмом организации от 20 июня 1976 г. № 17-48/10/352 срок введения установлен с 1 июля 1977 г.~~

Настоящий стандарт устанавливает типовые технологические процессы термической и химико-термической обработки деталей из сплавов черных и цветных металлов, обеспечивающие получение оптимальных физико-механических и технологических свойств, и служит основанием для разработки внутризаводской технологической документации.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Режимы термической и химико-термической обработки деталей следует устанавливать в зависимости от конкретных условий их эксплуатации с целью рационального использования металлических материалов.

1.2. Обозначение термической и химико-термической обработки в конструкторской документации следует производить в соответствии с ГОСТ 2.310-68.

1.3. В технологической документации указывать: «Вид термической или химико-термической обработки по ОСТ4.054.004».

1.4. При разработке внутризаводской технологической документации на конкретные детали допускается вносить корректировку режимов термической и химико-термической обработки при условии получения требуемой работоспособности деталей в условиях эксплуатации.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Материалы для изготовления деталей должны иметь сертификаты с указанием марки, состояния поставки, результатов испытаний и номера стандарта.

2.2. Детали, поступающие на термическую и химико-термическую обработку, должны удовлетворять следующим требованиям:

соответствовать требованиям чертежа и приняты ОТК по предшествующим операциям;

должны быть сухими и очищены от масла, грязи, краски и т. д. (детали из магниевых сплавов должны быть очищены от стружки, заусенцев и пыли);

не иметь вмятин, короблений и острых углов.

2.3. Детали после термической и химико-термической обработки должны удовлетворять следующим требованиям:

не иметь трещин, короблений, следов коррозии и т. д.;

очищены от масла, пригара, солей (щелочей);

размеры должны соответствовать требованиям чертежа и технологической документации;

соответствовать требуемым физико-механическим и технологическим свойствам.

2.4. Поверхность деталей, обработанных в вакууме, должна быть светлой (блестящей или матовой). Допускается цвет побежалости — светло-соломенный.

2.5. Детали, подлежащие длительному хранению, должны быть подвергнуты антикоррозионной обработке.

3. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

3.1. В зависимости от марки материала, состояния поставки и требуемых физико-механических и технологических свойств детали подвергать следующим видам термической обработки:

отжигу;

нормализации;

закалке с отпуском;

закалке изотермической.

~~Издание официальное~~ ~~РР № 800324 от 04.05.76 г.~~

~~Перепечатка воспрещена~~

Введен с 1989 г.

3.2. Отжиг применять для снятия внутренних напряжений, повышения структурной однородности, улучшения обрабатываемости резанием, повышения пластических свойств и подготовки структуры материала к дальнейшей термической обработке.

3.3. В зависимости от требуемого структурного состояния детали и заготовки подвергать следующим видам отжига:

полному;
неполному;
сфероидизирующему;
изотермическому;
гомогенизационному;
рекристаллизационному.

3.4. Полный отжиг применять для кованых и литых деталей из хромоникелевых, марганцовистых с целью улучшения обрабатываемости резанием, снятия внутренних напряжений, снижения твердости и создания равновесной структуры.

3.5. Неполный отжиг применять для деталей и заготовок с целью снятия внутренних напряжений и улучшения обрабатываемости резанием.

3.6. Сфероидизирующий отжиг применять для заэвтектоидных инструментальных сталей с целью улучшения обрабатываемости резанием.

3.7. Изотермический отжиг применять для деталей и заготовок из высокохромистых и других сталей с устойчивой аустенитной структурой с целью полного распада аустенита, получения однородной перлитной структуры и улучшения обрабатываемости резанием.

3.8. Гомогенизационный отжиг применять для литых деталей из хромоникелевых, марганцовистых и других сталей с целью выравнивания химического состава и уничтожения дендритной ликвации.

3.9. Рекристаллизованный отжиг применять для деталей, подвергнутых холодной пластической деформации, с целью повышения пластичности и устранения наклепа.

3.10. Нормализацию применять для деталей из углеродистых и малолегированных сталей с целью снятия внутренних напряжений, наклепа, растворения цементитной сетки в заэвтектоидных сталях перед закалкой и улучшения обрабатываемости резанием.

3.11. Литые детали подвергать отжигу, нормализации, нормализации с отпуском или закалке с высоким отпуском (улучшению).

3.12. Сварные детали из углеродистых сталей следует подвергать отжигу при температуре 600—650°С с последующим охлаждением на воздухе.

3.13. Сварные детали из легированных сталей следует подвергать отжигу при температуре 740—760°С с последующим охлаждением в печи до 300—400°С, далее на воздухе.

3.14. Нагрев окончательно изготовленных деталей для отжига, нормализации, аустенизации и отпуска следует проводить в защитных атмосферах, вакууме, соляных и щелочных ваннах или с применением защитных обмазок и эмалей. Заготовки, подвергающиеся последующей механической обработке, допускается нагревать в воздушной среде.

3.15. При отсутствии печей с защитной атмосферой, вакуума и соляных (щелочных) ванн детали следует засыпать отработанным карбюризатором, чугунной (нержавой) стружкой, прокаленным асбестом, древесным углем или использовать контейнеры с песочным затвором.

При нагреве деталей в течение 12—15 *мин* допускается производить подсыпку древесного угля на под у дверцы печи.

3.16. Детали с острыми кромками и резкими переходами сечения перед погружением их в соляную ванну следует предварительно нагревать до температуры 500—600°С в отдельных печах.

3.17. Во избежание оплавления при нагреве в электродно-соляной ванне детали следует располагать на расстоянии не менее 30 *мм* от электродов.

3.18. При нагреве в соляной ванне сварные детали следует погружать так, чтобы сварной шов выступал над уровнем ванны на 10—12 *мм*.

3.19. Рекомендуемые составы соляных ванн для нагрева деталей до температуры аустенизации приведены в табл. 1.

3.20. При нагреве в печной атмосфере для предохранения от обезуглероживания и окисления детали из быстрорежущих и высокохромистых сталей следует предварительно погружать в насыщенный раствор буры.

3.21. Детали сложной конфигурации с резкими переходами от сечения к сечению, а также детали из сплавов с низкой теплопроводностью, для нагрева следует помещать в холодную печь.

3.22. Длинные и тонкие детали, диски, подверженные деформациям, следует нагревать в вертикальном положении или на специальных приспособлениях, исключающих прогиб деталей.

3.23. Детали из быстрорежущей стали следует предварительно подогревать до температуры 750—860°С.

Крупные детали подогревать в два этапа: сначала до температуры 450—500°С, затем до температуры 750—860°С.

3.24. При нагреве токами высокой частоты (т. в. ч.) зазор между деталью и индуктором должен составлять 2—6 *мм*. Расстояние между витками в многовитковом индукторе для равномерности нагрева должно составлять 1,5—2 *мм*.

3.25. Отверстия и пазы в деталях при нагреве т.в.ч. во избежание оплавления кромок следует заполнять медными или латунными вставками.

3.26. Температуру аустенизации деталей, подвергаемых нагреву т.в.ч., следует устанавливать на 120—150°С больше, чем при обычной закалке.

Таблица 1

Составы соляных (щелочных) ванн	Весовое содержание, %	Температура плавления, °С	Рабочая температура, °С	Раскислители
Натрий хлористый Кальций хлористый	28 72	500	540—870	25-процентный ферросилиций (1—2%), бура (1—1,5%), ферросилиций совместно с бурой, борная кислота, калий железисто-синеродистый (0,2—0,3%); кремний кристаллический, магний фтористый (5—6%); уголь активный древесный (1%)
Натрий хлористый Барий хлористый	22 78	654	675—900	
Натрий хлористый	100	808	850—1100	
Барий хлористый	100	960	1100—1350	
Барий хлористый Магний фтористый	95 5	900	1000—1300	
Барий хлористый Натрий хлористый Магний фтористый	68 30 2	700	780—900	
Соль нейтральная НТ-495	—	—	500—600	
Соль нейтральная НТ-660	—	—	720—900	
Смесь солевая БМФ	—	—	1000—1300	

Примечания: 1. Раскисление ванн следует производить 1—2 раза в смену.
2. Содержание углерода в раскисленной ванне не должно быть менее 1,2%.
3. Допускается применять другие составы соляных ванн, удовлетворяющие требованиям безопасности.

3.27. Оптимальные частоты для нагрева т.в.ч. в зависимости от глубины упрочнения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Глубина упрочнения, *мм*	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	10,0
Частота, *Гц*	60000	25000	15000	7000	4000	1500	500

3.28. Время нагрева деталей из углеродистых сталей до температуры аустенизации следует ориентировочно определять (на 1 *мм* наибольшего сечения):

при нагреве в электропечи . . . . 50—60 *с*
при нагреве в соляной ванне . . . 12—14 *с*

3.29. Время нагрева деталей из легированных сталей до температуры аустенизации следует ориентировочно определять (на 1 *мм* наибольшего сечения):

при нагреве в электропечи . . . . 70—90 *с*
при нагреве в соляной ванне . . . 14—17 *с*

3.30. Время выдержки деталей при температуре аустенизации (достижении заданной температуры в печи) следует ориентировочно определять (на 1 *мм* наибольшего сечения):

при нагреве в электропечи . . . . 60 *с*
при нагреве в соляной ванне . . . 30—40 *с*

3.31. После аустенизации для закалки детали следует охлаждать в закалочных средах или в вакуумных печах с обеспечением необходимой прокаливаемости.

3.32. В качестве закалочных сред можно использовать воду, водные растворы солей (щелочей), расплавленные соли (щелочи), масла, кипящий слой (песка или корунда), водовоздушные смеси, воздух.

3.33. Для уменьшения деформаций изделий при непрерывной закалке закалочные среды должны иметь пониженную охлаждающую способность в интервале температур мартенситного превращения.

3.34. Рекомендуемые закалочные среды для проведения непрерывной закалки приведены в табл. 3.

Таблица 3

Закалочная среда	Скорость охлаждения (°С/с) в интервале температур	
	650—550°С	300—200°С
Вода (18—20°С)	600	270
Водный раствор едкого натра (10-процентный)	1200	300
Водный раствор едкого натра (40-процентный)	1400	50—100
Водный раствор хлористого натрия (10-процентный)	1100	300
Масло индустриальное	120—150	30
Масло трансформаторное 75% и масло авиационное 25%	120—150	30
Кипящий слой песка или корунда (зернистость 160—300 *мкм*)	120—150	30

Примечания:
1. Закалочное масло подлежит полной замене при повышении вязкости более чем на 40% и смолистых веществ более чем на 10%.
2. Перемешивание закалочных масел сжатым воздухом не допускается.
3. Допускается использовать другие закалочные среды, обеспечивающие необходимую прокаливаемость и удовлетворяющие требованиям безопасности.

3.35. Тонкостенные детали сложной конфигурации и с резкими переходами сечений следует подвергать закалке изотермической, ступенчатой, в двух охладителях (вода-масло), прерывистой.

3.36. Рекомендуемые закалочные среды для проведения изотермической и ступенчатой закалки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Закалочная среда	Весовое содержание, %	Температура плавления, °С	Рабочая температура, °С	Раскислители
Натр едкий	100	322	350—700	Калий железистосинеродистый (0,2—0,3%)
Нитрит натрия	45	137	155—500	
Калий азотнокислый	55			
Натр едкий	60	450	500—700	
Натрий хлористый	40			
Кипящий слой (песок или корунд)	100	—	20—500	—

Примечания:
1. Проверку охлаждающей способности соляно-щелочных сред производить закалкой контрольных образцов.
2. При пониженной закаливающей способности в состав закалочных сред следует вводить 5—10% воды в течение 1—1,5 *ч*.
3. Соляно-щелочные ванны могут быть использованы для отпуска закаленных деталей.
4. Допускается применять другие составы соляно-щелочных ванн, обеспечивающие необходимую прокаливаемость и удовлетворяющие требованиям безопасности.

3.37. Для уменьшения остаточного аустенита закаленные детали следует после закалки подвергать обработке холодом при температуре от минус 50 до минус 70°С в течение 0,5—2,0 *ч*. Обработка деталей холодом обеспечивает повышение твердости, износоустойчивости и размерной стабильности. Детали, прошедшие обработку холодом, следует нагреть до комнатной температуры и просушить до полного удаления влаги.

3.38. Детали, закаленные на мартенсит, необходимо подвергать отпуску. Температуру отпуска следует назначать в зависимости от требуемых физико-механических характеристик.

3.39. Детали из сталей 30ХГТ, 30ХГСА, 40ХН, 10Х13, 20Х13, 40Х13, 95Х18, 9ХС, ХВГ, 5ХНМ, 5ХНВ, 40Х, ШХ15, склонных к высокотемпературной обратимой отпускной хрупкости в интервале температур 450—575°С, следует охлаждать после отпуска в воде или масле. Крупные детали охлаждать в воде. При неустранении отпускной хрупкости детали в указанном интервале температур отпуску не подвергать.

3.40. После шлифования для снятия напряжений детали подвергать отпуску при температуре 180—200°С в течение 1,5—2,0 *ч*; детали из быстрорежущих сталей — при температуре 450—500°С в течение 0,5—1,0 *ч*.

3.41. Для получения наивысшей коррозионной стойкости детали из сталей 12Х13, 20Х13, 40Х13 рекомендуется подвергать после закалки низкому отпуску, из стали 14Х17Н2 — высокому отпуску.

3.42. Режимы термической обработки деталей из сплавов черных металлов приведены в табл. 5: прочностные свойства ($\sigma_в$, $\sigma_т$, HRC или НВ) после нормализации и отжига не должны быть более, а пластичность (δ) не должна быть менее указанной в табл. 5. Свойства после упрочняющей термической обработки (закалки и отпуска, химико-термической обработки) не должны быть менее указанных в табл. 5.

3.43. Режимы термической обработки деталей из сплавов с особыми физическими свойствами приведены в табл. 6.

3.44. Оборудование для термической и химико-термической обработки деталей из сплавов черных металлов приведено в рекомендуемом приложении 1.

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки: Температура нагрева, °С	Рекомендуемые режимы термической обработки: Среда и условия охлаждения	Механические свойства: Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Механические свойства: Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Механические свойства: Относительное удлинение δ, %	Твердость: по Бринеллю (НВ)	Твердость: по Роквеллу (HRC)
А. СТАЛИ КОНСТРУКЦИОННЫЕ								
35								
Ac_1 = 732°С	Нормализация	860—880	Воздух	54	32	20	187	—
Ac_3 = 813°С	Закалка	840—860	Вода или 10-процентный раствор хлористого натрия	—	—	—	—	—
Мн = 360°С								
Прокаливаемость низкая	Отпуск	500—550	Воздух	70—90	55—80	7—17	196...263	—
	»	400—450	»	—	—	—	—	30...35
	»	300—400	»	—	—	—	—	35...40
	»	180—250	»	—	—	—	—	40...45
45								
Ac_1 = 730°С	Нормализация	850—870	Воздух	60	34	16	170...229	—
Ac_3 = 802°С	Отжиг	810—840	В печи	—	—	—	207	—
Мн = 350°С	Закалка	~~820—840~~ 830-250	Вода или 10-процентный водный раствор хлористого натрия или вода-масло	—	—	—	—	—
Прокаливаемость пониженная	Отпуск	550—650	Воздух	70—90	—	—	—	19...27
	»	500—520	»	85	56	18	—	26...32
	»	320—400	»	—	—	—	—	40...45
	»	~~200—270~~ 200-250	»	—	—	—	—	~~50...64~~ 45...50
50								
Ac_1 = 725°С	Нормализация	840—860	Воздух	64	35	14	187...241	—
Ac_3 = 760°С	Закалка	820—840	Вода или 10-процентный водный раствор хлористого натрия или вода-масло	—	—	—	—	—
Мн = 290°С								
Прокаливаемость пониженная	Отпуск	600—650	Воздух	70—90	—	—	—	19...27
	»	500—550	»	80	55	9	—	24...32
	»	320—400	»	—	—	—	—	40...45
	»	180—200	»	—	—	—	—	52...56

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
38ХА								
Ac_1 = 743°С	Нормализация	850—870	Воздух	—	—	—	207	—
Ac_3 = 790°С	Отжиг	890—910	В печи	—	—	—	156...202	—
Мн = 350°С	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
Прокаливаемость повышенная	Отпуск	560—590	Вода или масло	90—110	80	12	—	27...34
	»	500—520	То же	110—130	—	—	—	34...39
	»	300—400	Воздух	120	—	10	—	40...45
	»	180—200	»	150	130	8	—	45...50
40Х								
Ac_1 = 743°С	Нормализация	850—870	Воздух	—	—	—	217...241	—
Ac_3 = 815°С	Отжиг	830—850	В печи до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	179...228	—
Мн = 350°С								
Прокаливаемость повышенная	Закалка	830—850	Масло или вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	500—550	Вода или масло	80	65	10	—	22...30
	»	480—500	То же	100	80	9	—	26...32
	»	400—420	Воздух	110	90	8	—	35...42
	»	350—400	»	132	—	7,5	—	40...48
	»	180—220	»	150	130	7,0	—	45...50
65Г								
Ac_1 = 724°С	Закалка	800—820	Масло	—	—	—	—	—
Ac_3 = 750°С	Отпуск	300—340	Воздух	—	—	—	—	50...55
Мн = 260°С								
Прокаливаемость высокая								
40ХС	Нормализация	890—910	Воздух	—	—	—	229...302	—
Ac_1 = 763°С	Закалка	870—890	Масло	—	—	—	—	—
Ac_3 = 810°С	Отпуск	530—550	Вода или масло	125	110	12	—	34...37
Мн = 330°С								
Прокаливаемость повышенная	Отпуск	180—200	Воздух	160	145	7	—	48...54
	Закалка изотермическая	870—890	Соль или щелочь при 330—350°С, далее на воздухе	—	—	—	—	40...45
30ХГТ	Отжиг	890—910	В печи до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	156...229	—
Ac_1 = 735°С								
Ac_3 = 790°С								
Мн = 295°С								
Прокаливаемость повышенная	Нормализация	950—970	Воздух	—	—	—	170...228	—
	Закалка	830—850	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	125	105	9	—	40...45
30ХГСА	Отжиг	890—910	В печи до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	156...229	—
Ac_1 = 760°С								
Ac_3 = 830°С								
Мн = 290°С								
Прокаливаемость повышенная	Закалка	880—900	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	660—680	Вода или масло	70—90	—	—	212...262	—
	»	620—640	То же	80—110	60	12	241...285	—
	»	580—600	»	90—110	—	—	—	27...34
	»	540—560	»	100—120	—	—	—	30...37
	»	500—540	»	110—130	85	10	—	34...39
	»	480—500	»	120—140	—	—	—	37...41
	»	200—250	Воздух	150	130	7	—	42...50
	Закалка изотермическая	880—900	Соль или щелочь при 360°С, далее на воздухе	120—140	—	—	—	37...41

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
40ХН	Нормализация	840—860	Воздух	—	—	—	200...207	—
Ac_1 = 735°С	Закалка	820—840	Масло	—	—	—	—	—
Ac_3 = 768°С	Отпуск	550—600	Вода	85	60	10	207...255	—
Мн = 243°С			или масло					
Прокаливаемость повышенная	»	420—450	Воздух	120	100	10	—	40...46
	»	180—200	»	160	140	7	—	48...54
40ХН2МА	Нормализация	890—920	Воздух	—	—	—	269	—
Ac_1 = 720°С	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
Ac_3 = 790°С	Отпуск	600—650	Вода	100—115	—	—	—	30...36
Мн = 330°С			или масло					
Прокаливаемость высокая	»	550—600	То же	110—130	85	12	—	34..39
	»	200—220	Воздух	185	160	9	—	48...53
12Х13	Отжиг	840—900	В печи до 650°С, далее на воздухе	55	28	35	135...160	—
Ac_1 = 730°С								
Ac_3 = 850°С								
Мн = 350°С								
Прокаливаемость высокая	Закалка	1010—1050	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	630—670	Масло или вода	73	60	23	—	22...28
	»	230—300	Воздух	130	95	15	—	37...41
95Х18	Отжиг	850—870	В печи до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	230...255	—
Ac_1 = 830°С								
Прокаливаемость высокая								
	Закалка	~~1010—1070~~ 1020-1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	—	55...60
	»	~~200—260~~ 200-300	»	—	—	—	—	50...55
20Х13	Отжиг	850—860	В печи до 650°С, далее на воздухе	50	25	22	140...187	—
Ac_1 = 820°С								
Ac_3 = 950°С								
Мн = 250—145°С								
Прокаливаемость высокая	Закалка	~~1010—1040~~ 1020-1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	660—700	Масло или вода	70—90	—	—	—	19...24
	»	600—640	То же	85—105	—	—	—	~~26...32~~ 25...30
	»	180—220	Воздух	—	—	—	—	46...52
40Х13	Отжиг	870—900	В печи до 650°С, далее на воздухе	55	—	15	180...229	—
Ac_1 = 820°С								
Ac_c = 1200°С								
Мн = 270—145°С								
Прокаливаемость высокая	Закалка	1020—1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	610—660	Масло или вода	—	—	—	—	25...33
	»	200—220	Воздух	—	—	—	—	~~50...58~~ ~~60...68~~ 48...50
	»	~~220—300~~	»					
ШХ15	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
Ac_1 = 730°С	Отпуск	180—240	Воздух	—	—	—	—	58...62
Acm = 900°С								
Мн = 160°С								
Прокаливаемость высокая								
12Х18Н9	Закалка	1100—1150	Вода	55	20	45	—	—
12Х18Н9	Закалка	1100—1150	Вода	60—75	28	45—52	—	—
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	Закалка	1030—1060	Вода	57	24	~~65~~ 40	—	—
20Х13Н4Г9	Закалка	1050—1150	Вода	65—70	25—30	40—45	—	—

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
14Х17Н2 Ac_1=680—720°С Ac_3=830°С	Отжиг	800—850	В печи до 650°С, далее на воздухе	60	—	10	207...268	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	1020—1050	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	640—680	»	—	—	—	—	25...33
	»	180—270	»	—	—	—	—	36...44
25Х13Н2	Отжиг	650—680	В печи	—	—	—	207...285	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	950—1000	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	620—640	»	—	—	—	—	24...32
	»	180—300	»	—	—	—	—	46—52
Б. СТАЛИ И ЧУГУНЫ ДЛЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ								
15Л, 20Л	Нормализация	910—930	Воздух	37	20	24	136	—
35Л	Нормализация	860—880	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	630—650	»	50	28	15	137...166	—
45Л	Нормализация	850—870	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	630—650	»	55	32	12	153...229	—
	Закалка	820—840	Вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	500—520	Воздух	—	—	—	255	—
50Л	Нормализация	840—860	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	620—680	»	58	34	12	170...199	—
	Закалка	820—840	Вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	500—550	Воздух	—	—	—	255	—
10Х17Н3СЛ	Отжиг	660—700	В печи до 400°С, далее на воздухе	95	75	7	363	—
20Х13Л	Отжиг	940—960	В печи до 400°С, далее на воздухе	65	45	14	196...228	—
	Закалка	1010—1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	600—620	Масло или вода	—	—	—	255	—
40ХЛ	Нормализация	850—870	Воздух	85	53	12	250	—
	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	600—650	Воздух	65	50	12	228	—
35ХГСЛ	Отжиг	890—910	В печи до 400°С, далее на воздухе	—	—	—	156	—
	Закалка	880—900	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	620—640	Масло или вода	80	60	10	241	—
СЧ 15—32 СЧ 18—36 СЧ 21—40 СЧ 28—48	Отжиг (6—8 ч)	450—650	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	—	160...240	—
	Отжиг графитизирующий (60 ч)	600—700	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	—	170...200	—
	Отжиг для устранения отбела (1—3 ч)	850—950	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	—	160...200	—
АЧС-1	Отжиг графитизирующий (2—4 ч)	700—750	Воздух	—	—	—	170...200	—
В. СТАЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ДЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА								
У8А Ac_1=730° Ac_3=740°С Мн=245°С Прокаливаемость пониженная	Отжиг изотермический	740—760	В печи до 620—660°С выдержка 1—2 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	163...187	—
	Закалка	780—800	10-процентный водный раствор хлористого натрия или вода-масло или масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	—	58...62

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
У10А Ac_1 = 730°С Ac_m = 800°С $M_н$ = 220°С	Отжиг изотермический	740—770	В печи до 620—660°С, выдержка 1—2 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	163...183	—
Прокаливаемость низкая	Закалка	780—800	10-процентный водный раствор хлористого натрия или вода-масло, или масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	270—320	Воздух	—	—	—	—	52...56
	»	250—270	»	—	—	—	—	56...58
	»	180—200	»	—	—	—	—	60...62
11Х Ac_1 = 745°С Ac_m = 860°С	Отжиг изотермический	780—800	В печи до 680—700°С, выдержка 3—4 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	175...217	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	810—830	Масло или вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	200—250	Воздух	—	—	—	—	58...60
	»	180—200	»	—	—	—	—	60...62
	»	140—160	»	—	—	—	—	62...65
ХВ5 Ac_1 = 760°С Ac_3 = 800°С	Отжиг изотермический	800—820	В печи до 670—700°С, выдержка 3—4 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	820—840	Вода	—	—	—	—	—
	»	830—850	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	—	—	—	—	62...64
Х Ac_1 = 745°С Ac_3 = 900°С $M_н$ = 160°С	Отжиг изотермический	780—800	В печи до 680—700°С, выдержка 3—4 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	62—67	34—38	18—22	179...207	—
Прокаливаемость повышенная								
9ХС Ac_1 = 770°С Ac_3 = 870°С $M_н$ = 180°С	Отжиг изотермический	780—800	В печи до 710—720°С, выдержка 3—4 ч, затем до 500°С, далее на воздухе	75—80	42—45	15—20	207...241	—
Прокаливаемость повышенная	Закалка	860—880	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—220	Воздух	—	—	—	—	58...62
	»	140—180	»	—	—	—	—	61...65
	Закалка изотермическая	870—890	Соль при 190—200°С, выдержка 0,5—1,0 ч, далее на воздухе	—	—	—	—	59...62
ХВГ Ac_1 = 750°С Ac_3 = 940°С $M_н$ = 180°С	Отжиг изотермический	780—800	В печи до 680—700°С, выдержка 3—4 ч, затем до 550°С, далее на воздухе	—	—	—	179...207	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	820—840	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—250	Воздух	—	—	—	—	56...62
	»	140—180	»	—	—	—	—	61...65
	Закалка изотермическая	840—860	Соль при 180—190°С, выдержка 0,5—1,0 ч, далее на воздухе	—	—	—	—	59...62
9ХВГ Ac_1 = 750°С Ac_3 = 900°С $M_н$ = 205°С	Отжиг изотермический	770—800	В печи до 670—700°С, выдержка 3—4 ч, затем до 550°С, далее на воздухе	—	—	—	197...228	—
Прокаливаемость высокая	Закалка	810—830	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	160—180	Воздух	—	—	—	—	61...63
Р18 Ac_1 = 820°С $M_н$ = 120°С	Отжиг изотермический (10—15 ч)	830—850	В печи до 730—750°С, выдержка 4—6 ч, затем до 600° С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
Прокаливаемость высокая								

Продолжение табл. 5

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
	Закалка	1270—1280	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск (2—3-кратный по 1 ч)	560—580	Воздух	—	—	—	—	63...65
	Отпуск двукратный (10—15 мин)	600—620	Соль (щелочь) при 160—200°С	—	—	—	—	62...64
Р9 Ac_1=810°С Мн=180°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (10—15 ч)	810—830	В печи до 730—750°С, выдержка 4—6 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	1220—1240	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск (2—3-кратный по 1 ч)	560—580	Воздух	—	—	—	—	62...64
	Отпуск двукратный (10—15 мин)	600—620	Соль (щелочь) при 160—200°С	—	—	—	—	60...62
Р12 Ac_1=825°С Мн=180°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (10—15 ч)	850—870	В печи до 730—750°С, выдержка 4—6 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	1240—1260	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск (2—3-кратный по 1 ч)	560—580	Воздух	—	—	—	—	62...64
	Отпуск двукратный (10—15 мин)	600—620	Соль (щелочь) при 160—200°С	—	—	—	—	60...62
Р18К5Ф2 Мн=215°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (3 ч)	840—860	В печи до 750—760°С, выдержка 6—8 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	1270—1290	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск (2—3-кратный по 1 ч)	570—580	Воздух	—	—	—	—	64...66
	Отпуск двукратный (10—15 мин)	600—620	Соль (щелочь) при 160—200°С	—	—	—	—	62...64
Р6М5 Р6М3 Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (10—15 ч)	850—870	В печи до 730—750°С, выдержка 4—6 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	1220—1240	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск первый (1 ч)	350—360	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск двукратный (1 ч)	560—570	»	—	—	—	—	62...65
Р9К5 Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (3 ч)	860—880	В печи до 750—760°С, выдержка 6—8 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	269	—
	Закалка	1220—1240	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск 2—3-кратный (1 ч)	560—580	Воздух	—	—	—	—	62....65
Для штампов холодного деформирования								
У12 Ac_1=730°С Ac_m=820°С Мн=210°С Прокаливаемость высокая	Закалка	780—800	Вода или 10-процентный раствор хлористого натрия, или вода-масло, или масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	140—160	Воздух	—	—	—	—	62...64
	»	180—200	»	—	—	—	—	56...60
	»	270—320	»	—	—	—	—	52...56
Х12Ф1 Ac_1=810°С Мн=225°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (1,5—2,5 ч)	850—870	В печи до 720—750°С, выдержка 2—3 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	1030—1050	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	—	—	—	—	61...63
	»	180—200	»	—	—	—	—	58...60
Х12М Ac_1=810°С Мн=230°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (1,5—2,5 ч)	850—870	В печи до 720—750°С, выдержка 2—3 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
	Закалка	1000—1030	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	—	—	—	—	61...63
	»	180—200	»	—	—	—	—	58...60
X12 Ac_1=780°С Мн=185°С Прокаливаемость высокая	Отжиг изотермический (1,5—2,5 ч)	850—870	В печи до 720—750°С, выдержка 2—3 ч, затем до 600°С, далее на воздухе	—	—	—	207...255	—
	Закалка	950—980	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	160—180	Воздух	—	—	—	—	61...63
40ХС Ac_1=770°С Ac_3=860°С Мн=350°С Прокаливаемость повышенная	Отжиг	820—840	В печи до 550°С, далее на воздухе	—	—	—	170...207	—
	Закалка	870—890	Масло или соль при 150—170°С, (2—5 *мин*), далее на воздухе	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	—	52...54
	»	240—270	»	—	—	—	—	50...52
4ХВ2С Ac_1=780°С Ac_3=840°С Мн=315°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	800—820	В печи до 550°С, далее на воздухе	—	—	—	179...217	—
	Закалка	870—900	Масло или соль при 150—170°С (2—5 *мин*), далее на воздухе	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	—	56...58
	»	240—270	»	—	—	—	—	52...55
	»	420—440	»	—	—	—	—	45...49

Для штампов горячего деформирования

5ХНМ. 5ХГМ Ac_1=720°С, 700°С Ac_3=820°С, 800°С Мн=220°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	760—790	В печи до 400°С, далее на воздухе	—	—	—	197...240	—
	Закалка (подогрев до 600—650°С)	820—860	Масло (предварительное подстуживание на воздухе)	—	—	—	—	—
	Отпуск (подогрев до 350—400°С)	580—620	Воздух	—	—	—	—	33...37
		530—560	»	—	—	—	—	39...41
		490—520	»	—	—	—	—	41...47
5ХНВ Ac_1=730°С Ac_3=780°С Мн=240°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	760—790	В печи до 400°С, далее на воздухе	—	—	—	197...240	—
	Закалка (подогрев до 600—650°С)	840—860	Масло (предварительное подстуживание на воздухе 5—6 *с*)	—	—	—	—	—
	Отпуск (подогрев до 350—400°С)	550—580	Воздух	—	—	—	—	35...39
	То же	530—550	»	—	—	—	—	39...41
	»	490—510	»	—	—	—	—	41...47
3Х2В8Ф Ac_1=820°С Мн=350°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	820—840	В печи до 400°С, далее на воздухе	—	—	—	187...228	—
	Закалка (подогрев до 800°С)	1050—1090	Масло (предварительное подстуживание на воздухе 6—8 *с*)	—	—	—	—	—
	Отпуск (подогрев до 400°С)	600—650	Воздух	—	—	—	—	45...50
7Х3 Ac_1=770°С Ac_{cm}=950°С Мн=185°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	790—810	В печи до 400°С, далее на воздухе	—	—	—	187...228	—
	Закалка (подогрев до 600°С)	860—880	Масло (предварительное подстуживание на воздухе 6—8 *с*)	—	—	—	—	—
	Отпуск	280—300	Воздух	—	—	—	—	53...55
		480—520	»	—	—	—	—	39...45

Продолжение табл. 5

Марка материала, критические точки	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
Для измерительных инструментов								
ШХ15 Ac_1 = 745°С Ac_m = 900°С Мн = 245°С Прокаливаемость высокая	Нормализация	840—860	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	660—680	»	—	—	—	197...217	—
	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Обработка холодом	минус 60	Холодильная камера	—	—	—	—	—
	Отпуск	130—150	Воздух	—	—	—	—	62...65
	»	150—170	»	—	—	—	—	60...62
	»	180—230	»	—	—	—	—	56...60
40Х13 Ac_1 = 820°С Ac_3 = 1200°С Мн = 145°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	870—900	В печи до 650°С, далее на воздухе	—	—	—	180...229	—
	Закалка	1030—1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Обработка холодом	минус 60	Холодильная камера	—	—	—	—	—
	Отпуск	160—180	Воздух	—	—	—	—	54...56
95Х18 Ac_1 = 865°С Прокаливаемость высокая	Отжиг	850—870	В печи до 650°С, далее на воздухе	—	—	—	230...255	—
	Закалка	~~1010—1070~~ 1020-1050	Масло или воздух	—	—	—	—	—
	Обработка холодом	минус 60	Холодильная камера	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	—	—	—	—	60...62

Таблица 6

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Остаточная индукция, I_c	Коэрцитивная сила, Э	Коэффициент температурного расширения, $\alpha_t 1/град$
СПЛАВЫ С ОСОБЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ						
Для постоянных магнитов (деформируемые)						
52К13Ф	Отпуск (0,5—1,5 ч)	450—620	Воздух	8500 (проволока) 7500 (листы)	350 (проволока) 300 (листы)	—
52К11Ф	Отпуск (0,5—1,5 ч)	450—620	Воздух	10000 (проволока и листы)	300 (проволока) 220 (листы)	—
Для постоянных магнитов (литые)						
ЮНД4	Нормализация	1100—1120	Воздух	5000	502	—
ЮНД12	Закалка	1280—1300	Вода (80—90°С)	5000	653	—
	Отпуск	590—610	Воздух			
ЮНД8	Закалка	1280—1300	Вода (80—90°С)	6000	552	—
	Отпуск	590—610	Воздух	—	—	—
ЮНДК15	Закалка	1300—1320	В магнитном поле напряженностью 100 *кА/м* (не менее) Скорость охлаждения от 900°С до 700°С 1—5 *град/с*	—	—	—
	Отпуск	590—610	Воздух	7500	603	—
ЮНДК18	Закалка	1300—1320	В магнитном поле напряженностью 100 *кА/м* (не менее) Скорость охлаждения до 500°С 5 *град/с*	—	—	—
	Отпуск	590—610	Воздух	9000	609	—
ЮНДК24	Закалка	1300—1320	В магнитном поле напряженностью 100 *кА/м* (не менее) Скорость охлаждения от 900°С до 700°С 1—5 *град/с*	—	—	—
	Отпуск	590—610	Воздух	12300	552	

Продолжение табл. 6

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Остаточная индукция, *Гс*	Коэрцитивная сила, *Э*	Коэффициент температурного расширения, $\alpha_t 1/град$
Сплавы магнитные, закаливаемые на мартенсит						
ЕХ, ЕХ3	Нормализация	1000—1050	Воздух	—	—	—
	Закалка (10—15 *мин*) с подогревом до 500—600°С	840—860	Масло	—	—	—
	Старение (5—8 ч)	90—100	Воздух	900(ЕХ) 9500(ЕХ3)	58(ЕХ) 60(ЕХ3)	— —
ЕХ5К5	Нормализация	1150—1200	Воздух	—	—	—
	Закалка (10—12 *мин*) с подогревом до 500—600°С	940—960	Масло	—	—	—
	Старение (5—8 ч)	90—100	Воздух	8500	100	—
Е7В6	Нормализация	1200—1250	Воздух	—	—	—
	Закалка (5 *мин*) с подогревом до 500—600°С	820—860	Масло	—	—	—
	Старение (5—8 ч)	90—100	Воздух	10000	62	—
С особыми тепловыми свойствами						
36Н	Отжиг (0,5 ч)	850—870	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	—
	Нормализация (0,5 ч)	850—870	Воздух	—	—	—
	Отпуск (1,0 ч)	305—325	»	—	—	—
	Закалка (0,5 ч)	820—840	Вода (20—30°С)	—	—	—
	Отпуск	305—325	Воздух	—	—	—
	Старение (48 ч) после окончательной обработки	90—100	»	—	—	$1{,}5\times 10^{-6}$ (не более) в интервале температур от минус 60 до плюс 100°С

Продолжение табл. 6

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Остаточная индукция, *Гс*	Коэрцитивная сила, *Э*	Коэффициент температурного расширения, $\alpha_t \cdot 1/град$
32НКД	Отжиг (0,5 ч)	850—870	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	—
	Нормализация	850—870	Воздух	—	—	—
	Отпуск (1,0 ч)	305—325	»	—	—	—
	Закалка (0,5 ч)	850—870	Вода (20—30°С)	—	—	—
	Отпуск (1—2 ч)	305—325	С печью до 100°С, далее на воздухе	—	—	—
	Старение (48 ч) после окончательной механической обработки	90—100	—	—	—	$1{,}0 \times 10^{-6}$ (не более) в интервале температур от минус 60 до плюс 100°С
29НК	Отжиг в вакууме (2 ч)	800—900	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	$4{,}5-6{,}5 \times 10^{-6}$ в интервале температур от минус 70 до плюс 420°С
	Отжиг (0,5 ч) перед пайкой со стеклом в вакууме, водороде или нейтральной среде	950—1000	В печи до 200°С, далее на воздухе	—	—	
	Отжиг (10—20 *мин*) окислительный	700—800	Воздух	—	—	

4. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

4 1. Науглероживание (цементация)

4 1.1. Науглероживание — процесс диффузионного насыщения стальных деталей углеродом с целью получения высокой твердости, износостойкости и усталостной прочности поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины.

4.1 2. Науглероживанию следует подвергать детали из углеродистых и малолегированных сталей с содержанием углерода до 0,30%.

4.1.3. Глубину науглероженного слоя следует устанавливать в зависимости от конкретных условий эксплуатации деталей.

4.1.4. Местную защиту отдельных поверхностей деталей от науглероживания следует производить, оставляя припуск на механическую обработку, нанося электролитическим методом слой меди или специальные обмазки. При использовании обмазок твердые составляющие следует растолочь и развести разжижителем до сметанообразного состояния.

4.1.5. Толщина слоя меди для защиты от науглероживания должна составлять 30—40 *мкм* при глубине науглероживания 0,8—1,2 *мм* и 50—70 *мкм* — при глубине более 1,2 *мм*. Медное покрытие должно быть плотным, без пузырей и пористости

4.1.6. Поверхности деталей, подвергающиеся шлифованию, после науглероживания не должны иметь припуск более 20% глубины науглероженного слоя.

4.1.7. Внутренние полости и отверстия в деталях следует защищать от науглероживания путем засыпки и уплотнения смеси кварцевого песка с окалиной (в соотношении 1:1) или смеси шамотного порошка с окалиной (в соотношении 1:2). Концы отверстий следует забивать асбестовыми пробками.

4.1.8. Составы обмазок, применяемые для защиты поверхности деталей от науглероживания, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Состав обмазок	Весовое содержание, %
Тальк	50
Глина формовочная	25
Вода	25
Стекло натриевое жидкое (разжижитель)	
Тальк	58
Окись алюминия	28
Сурик свинцовый	14
Стекло натриевое жидкое (разжижитель)	
Песок кварцевый	41
Глина формовочная	43
Бура	10
Натрий азотнокислый	3
Свинца окись	3
Стекло натриевое жидкое (разжижитель)	

4.1.9. В зависимости от имеющегося на предприятии термического оборудования науглероживание стальных деталей производить в твердом карбюризаторе, жидкой или газовой среде, а также с помощью нанесения на поверхность деталей специальных паст.

4.1.10. Шероховатость поверхности на деталях, подвергающихся науглероживанию, должна быть в пределах $\frac{2,5}{1,25}$ по ГОСТ 2789—73.

4.2. **Науглероживание в твердом карбюризаторе**

4.2.1. Науглероживание деталей в твердом карбюризаторе можно производить в любых печах, обеспечивающих нагрев до заданной температуры.

4.2.2. Для науглероживания деталей следует использовать стандартный карбюризатор или карбюризаторы другого состава, обеспечивающие получение необходимого науглероженного слоя.

4.2.3. При науглероживании каждой новой партии деталей в отработанный карбюризатор следует добавлять 20—50% свежего. Смесь свежего и отработанного карбюризаторов должна быть тщательно перемешена, просушена и обеспылена. При глубине науглероживания более 3 *мм* следует применять только свежий карбюризатор.

4.2.4. Составы твердых карбюризаторов, применяемых для науглероживания деталей, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Состав твердого карбюризатора	Весовое содержание, %
Натрий (или барий) углекислый	10
Уголь древесный (березовый)	90
Натрий углекислый	6—10
Кокс пековый электродный	90—94
Натрий углекислый	5—8
Опилки технологические	92—95

4.2.5. Детали, предназначенные для науглероживания, должны быть упакованы в ящики из окалиностойкой листовой стали толщиной 4—6 *мм*.

4.2.6. В один ящик следует укладывать детали одной марки стали, подвергаемые науглероживанию на одинаковую глубину.

4.2.7. В ящиках с карбюризатором расстояние между деталями, от стенок ящика и между слоями деталей, разделенными слоем карбюризатора, не должно быть менее 20—25 *мм*. Расстояние от дна ящика до первого ряда деталей и от крышки ящика до верхнего ряда деталей не должно быть менее 30—40 *мм*.

Верхний слой карбюризатора следует накрывать листовым асбестом, а зазор между крышкой и ящиком обмазывать смесью формовочной глины с песком. Допускается пользоваться ящиками с песочным затвором.

4.2.8. Расстояние между ящиками в печи не должно быть менее 80—100 *мм*.

4.2.9. Детали для науглероживания следует нагревать в два этапа. Предварительный нагрев — до температуры 780—800°С с выдержкой, необхо-

димой для прогрева садки, и окончательный — до температуры 910—950°С или 980—1000°С.

4.2.10. Науглероживание при температуре 980—1000°С следует применять для деталей из сталей с мелкозернистой структурой.

4.2.11. Скорость науглероживания деталей в твердом карбюризаторе (с момента достижения температуры 910—950°С) следует ориентировочно определять из расчета:

при глубине слоя менее 1 *мм* . . . . 0,15 *мм/ч;*
при глубине слоя более 1 *мм* . . . . 0,1 *мм/ч.*

4.2.12. Охлаждение ящиков после науглероживания следует производить на воздухе, а их распаковку — при температуре не выше 100°С.

4.3. Науглероживание в специальных пастах

4.3.1. Составы специальных паст для науглероживания стальных деталей приведены в табл. 9.

Таблица 9

Состав науглероживающих паст	Весовое содержание, %
Углерод технический (сажа)	30—60
Натрий (или барий) углекислый	20—40
Калий железистосинеродистый	10—15
Натрий щавелевокислый	5—10
Клей мездровый (разжижитель)	
Углерод технический (сажа)	50
Натрий (или барий) углекислый	40
Натрий щавелевокислый	10
Клей мездровый (разжижитель)	
Углерод технический (сажа)	27
Натрий углекислый	3,5
Калий железистосинеродистый	1,5
Масло индустриальное	68

4.3.2. Твердые составляющие паст следует растолочь в порошок, перемешать и развести разжижителем до сметанообразного состояния.

4.3.3. Полученную пасту нанести на деталь с помощью кисти или окунанием. Толщина наносимого слоя пасты не должна быть менее 3—4 *мм.*

4.3.4. После затвердевания пасты детали необходимо упаковать в ящики, закрыть крышкой и тщательно промазать зазоры между ящиком и крышкой.

4.3.5. Процесс науглероживания деталей с нанесением специальных паст производить при температуре 880—920°С.

4.3.6. Глубина науглероженного слоя при использовании паст после выдержки 4—5 *ч* составляет 1,0—1,5 *мм.*

4.4. Науглероживание в газовой среде

4.4.1. В качестве карбюризаторов для газовой цементации следует использовать углеродосодержащие естественные и искусственные газы, газовые смеси и жидкие карбюризаторы.

4.4.2. Состав и науглероживающую способность газовой атмосферы контролируют в процессе науглероживания по пробе газа, взятой из печи, путем химического анализа или по точке росы.

4.4.3. Наиболее эффективным газовым карбюризатором является эндотермическая атмосфера, содержащая 20% окиси углерода, 40% водорода, 40% азота с добавлением 1—5% метана.

4.4.4. В период прогрева или охлаждения деталей расход карбюризатора должен составлять 50—60% максимального расхода в период науглероживания.

4.4.5. Максимальный расход карбюризатора следует подавать при нагреве деталей до температуры 800—820°С.

4.4.6. Время науглероживания деталей следует отсчитывать с момента достижения ими заданной температуры.

4.4.7. Расход карбюризаторов (жидких и газовых) для некоторых типов печей указан в табл. 10.

Таблица 10

Тип печи	Расход карбюризатора			
	жидкого, *капель/мин*		газового, *м³/ч*	
	при нагреве и охлаждении	при выдержке	при нагреве и охлаждении	при выдержке
СШЦ-4,6/9 (Ц60А)	25—35	60—70	0,2	0,3
СШЦМ-6.6/9	35—45	60—90	0,3—0,5	0,9—1,2
СШЦМ-6.12/9 (Ц105А)	60—75	120—150	0,4—0,6	1,2—1,6

4.4.8. Продолжительность выдержки деталей в газовой среде при температуре 925—950°С для получения требуемой глубины науглероженного слоя приведена в табл. 11.

Таблица 11

Глубина науглероженного слоя, *мм*	Продолжительность науглероживания, *ч*
0,1—0,2	1,5—2,5
0,3—0,6	2,5—3,5
0,5—0,8	3,5—5,0
0,8—1,1	6,0—8,0
1,2—1,5	9,0—12,0
1,6—2,0	12,0—16,0
2,1—2,5	18,0—20,0
2,6—3,0	22,0—26,0
3,1—3,5	28,0—32,0

4.4.9. Загрузку деталей в печь для науглероживания в газовой среде следует производить на специальных поддонах, корзинах и приспособлениях.

4.4.10. Расстояние между деталями не должно быть менее 5—10 *мм* для свободной циркуляции науглероживающего газа. Расстояние от деталей до лопастей вентилятора не должно быть менее 60 *мм*.

4.4.11. Детали, науглероженные в газовой среде, подвергать закалке непосредственно из печи с предварительным подстуживанием до 800—840°С.

4.5. Науглероживание в жидкой среде

4.5.1. Науглероживание деталей в жидкой среде рекомендуется применять для мелких деталей с получением глубины слоя до 1,0 *мм*.

4.5.2. В качестве карбюризатора при науглероживании в жидкой среде следует применять соляную ванну следующего состава:

натрий углекислый, %	78—80
натрий хлористый, %	10—15
карбид кремния, %	8—10

4.5.3. Подготовку ванн для науглероживания деталей в жидкой среде производить в следующем порядке:

расплавить в тигле необходимое количество углекислого натрия и хлористого натрия;

при температуре 880—900°С ввести в расплав карбид кремния с помощью дырчатого стакана и выдержать его до полного растворения;

довести температуру расплава до рабочей (860—880°С).

4.5.4. Слой шлака на поверхности ванны не должен быть менее 15 *мм*.

4.5.5. Детали в жидкой среде науглероживать на специальных подвесках или приспособлениях. Детали перед погружением в ванну подогревать до температуры 300—400°С.

4.5.5. Скорость прогрева деталей до температуры процесса науглероживания в жидкой среде следует определять из расчета 2 *мм/мин*.

4.5.7. Продолжительность выдержки деталей в жидкой среде для науглероживания определять по табл. 12.

Таблица 12

Глубина науглероженного слоя, *мм*	Продолжительность науглероживания, ч
0,1—0,2	0,5
0,2—0,3	1,0
0,3—0,4	1,5
0,35—0,45	2,0
0,45—0,55	2,5
0,55—0,65	3,0
0,65—0,75	3,5
0,75—0,85	4,0
0,8—0,9	4,5
0,9—1,0	5,0

4.5.8. Детали, науглероженные в жидкой среде, необходимо подвергать закалке непосредственно из соляной ванны с подстуживанием.

4.5.9. Режимы термической обработки науглероженных деталей приведены в табл. 13.

Таблица 13

Марка материала,	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
10КП 10	Отжиг	890—910	Воздух или защитная среда	—	—	—	143	—
	Нормализация	910—930	Воздух	32—34	19—21	31—33	143	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Вода или масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	40	25	25	146...163 (сердцевины)	56...62
15	Отжиг	880—900	Воздух или защитная среда	—	—	—	156	—
	Нормализация	910—930	Воздух	37	22	27	156	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Вода или масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	45—55	25—30	20	146...163 (сердцевины)	56...62
20	Отжиг	870—890	Воздух или защитная среда	—	—	—	—	—
	Нормализация	900—920	Воздух	41	25	25	156	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	790—810	Вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	55	32	18	156 (сердцевины)	56...62

Продолжение табл. 13

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
15Х	Отжиг	860—900	В печи	—	—	—	179	—
	Нормализация	880—920	Воздух	70	50	10	179	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка I	850—870	Вода или масло	—	—	—	—	—
	Закалка II	780—800	То же	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	65	40	10	170...300 (сердцевины)	58...62
20Х	Отжиг	860—900	В печи	45	25	24—28	179	—
	Нормализация	880—920	Воздух	60	36	18	174...217	—
	Науглероживание	900—920	—	—	—	—	—	—
	Закалка I	850—870	Вода или масло	—	—	—	—	—
	Закалка II	780—800	То же	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	80	65	12	300 (сердцевины)	58...62
18ХГТ	Нормализация	960—980	Воздух	—	—	—	157...207	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	820—850	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	115	95	10	240...300 (сердцевины)	56. 62
18Х2Н4ВА	Нормализация	940—960	Воздух	—	—	—	—	—
	Отпуск	640—660	»	—	—	—	269	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	120	100	10	321...415 (сердцевины)	58...62
12ХН2	Нормализация	890—910	Воздух	—	—	—	207	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка I	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Закалка II	760—780	»	—	—	—	—	—
	Отпуск	160—180	Воздух	80	60	12	249 (сердцевины)	58...62
12ХН3А	Нормализация	880—900	Воздух	—	—	—	156...229	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка I	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Закалка II	780—800	»	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—170	Воздух	90	65	12	261...263 (сердцевины)	58...62
20Х2Н4А	Нормализация	860—890	Воздух	—	—	—	229	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка I	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Закалка I	780—800	»	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	130	110	9	202...269 (сердцевины)	56...62
30ХГТ	Нормализация	950—970	Воздух	—	—	—	170...228	—
	Отжиг	860—880	В печи	—	—	—	179...228	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 13

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (HB)	Твердость по Роквеллу (HRC)
	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	160—200	Воздух	95	75	12	240 (сердцевины)	56...63
А12	Нормализация	890—920	Воздух	—	—	—	156...226	—
	Науглероживание	925—950	—	—	—	—	—	—
	Закалка	800—820	Вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	45	30	—	217 (сердцевины)	56...62

Таблица 14

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бриннелю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
38Х2МЮА	Закалка	930—950	Масло или вода (40—60°С)	—	—	—	—	—
	Отпуск	610—670	Масло или вода	95	80	15	—	28...32
38Х2Ю	Закалка	920—940	Масло или вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	620—640	То же	90	75	10	—	35...37
30ХН2ВА	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	540—620	Воздух	100	85	12	—	33...39
30ХН2ВФА	Закалка	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	540—620	Воздух	105	85	12	—	33...37
40ХН2МА	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	550—600	Воздух	100	85	12	—	31...37
40Х2Н2ВА	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	560—620	Воздух	100	85	12	—	31...37
18Х2Н4ВА	Закалка	850—870	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	520—570	Воздух	105	80	12	—	33...37
Х12Ф1	Закалка	1050—1070	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	520—540	Воздух	—	—	—	—	56...58
4Х8В2	Закалка	1050—1070	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	580—600	Воздух	—	—	—	—	39...45
3Х2В8Ф	Закалка	1070—1100	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	610—630	Воздух	—	—	—	—	45...48
7Х3	Закалка	860—880	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	520—540	Воздух	—	—	—	—	39...45
12Х13	Закалка	1000—1050	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	680—780	Масло	60	42	20	179...241	—
20Х13	Закалка	1000—1050	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	600—700	Масло	80	—	9	—	24...37

4.6. Азотирование

4.6.1. Азотирование — процесс диффузионного насыщения поверхности стальных деталей азотом с целью повышения твердости, усталостной прочности, износостойкости и коррозионной устойчивости.

4.6.2. Глубину азотирования следует назначать в зависимости от величин удельных давлений на упрочняемую поверхность и условий эксплуатации деталей.

4.6.3. Глубина слоя при прочном азотировании должна составлять 0,08—0,6 *мм* и не превышать 6% сечения (толщины) детали.

4.6.4. Глубина слоя при антикоррозионном азотировании должна составлять 0,015—0,03 *мм*.

4.6.5. Детали подвергать азотированию после подготовительной термической и чистовой механической обработки. Шероховатость поверхности на деталях, подвергающихся азотированию, должна быть в пределах $\frac{1,25}{0,63}$ по ГОСТ 2789—73.

4.6.6. Припуск на шлифование азотированных поверхностей не должен превышать 20% глубины азотированного слоя.

4.6.7. Для азотирования деталей следует применять жидкий аммиак 1 сорта или смесь, содержащую 20—25% аммиака и 75—80% газообразного азота.

4.6.8. Влажность аммиака для азотирования должна соответствовать точке росы минус (40—50°С). В качестве осушителя аммиака применять силикатель, алюмогель или другие активные поглотители влаги.

4.6.9. Давление аммиака при прочностном азотировании должно быть в пределах 50—300 *мм вод. ст.*, при антикоррозионном азотировании — 5—50 *мм вод. ст.*

4.6.10. Для местной защиты деталей от азотирования следует применять:

гальваническое лужение с последующим фосфатированием (толщина слоя 12—15 *мкм*, для мелких деталей 8—12 *мкм*);

гальваническое никелирование (толщина слоя до 30 *мкм*);

гальваническое цинкование (толщина слоя 10—12 *мкм*);

гальваническое двуслойное покрытие: свинец-цинк, медь-цинк, медь-свинец и другие (толщина первого слоя 5 *мкм*, второго — 15 *мкм*);

стекло натриевое жидкое с последующей сушкой при 100—120°С.

4.6.11. Расстояние между деталями при азотировании для равномерной циркуляции газа не должно быть менее 10 *мм*.

4.6.12. В процессе азотирования следует точно регулировать степень диссоциации аммиака изменением его расхода. Увеличение подачи аммиака уменьшить степень его диссоциации и наоборот.

4.6.13. При азотировании нержавеющих высокохромистых сталей в контейнер следует помещать смесь просушенного хлористого аммония (150 *г* на 1 *м*³ объема контейнера) с прокаленным кварцевым песком в соотношении 2:1 соответственно.

4.6.14. Режимы подготовительной термической обработки деталей, подвергающихся азотированию, указаны в табл. 14.

4.6.15. Режимы прочностного азотирования деталей приведены в табл. 15.

4.6.16. Режимы ступенчатого азотирования деталей приведены в табл. 16.

4.6.17. Режимы антикоррозионного азотирования приведены в табл. 17.

Таблица 15

Марка материала	Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %	Продолжительность азотирования, *ч*	Глубина слоя, *мм*	Твердость поверхности по Виккерсу (HV)
38Х2МЮА	500—520	20—40	12—16	0,08—0,12	
	500—520	20—40	20—30	0,10—0,30	1000...1100
	500—520	20—40	30—40	0,20—0,40	
	500—520	20—40	35—50	0,3 —0,50	
	540—560	30—50	35—40	0,45—0,6	900...1000
38Х2Ю	530—550	30—50	35	0,45—0,5	950...1100
	500—520	20—40	12—25	0,50—0,60	1000...1150
30ХН2ВА	490—510	15—30	55	0,40—0,50	650...750
	510—530	20—40	50—60	0,50—0,60	640 700

Продолжение табл. 15

Марка материала	Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %	Продолжительность азотирования, ч	Глубина слоя, мм	Твердость поверхности по Виккерсу (HV)
30ХН2ВФА	490—510	15—30	35	0,25—0,35	650...750
	490—510	15—30	55	0,45—0,50	650...750
	510—530	20—40	50—60	0,5 —0,6	640...700
40ХН2МА	490—510	15—30	50	0,45—0,50	550...650
	510—530	20—40	50—60	0,50—0,60	640...700
40Х2Н2ВА	490—510	15—30	35	0,25—0,30	550...650
	510—530	20—40	50—60	0,50—0,60	640...700
18Х2Н4ВА	490—510	15—30	35	0,25—0,3	650...750
	490—510	15—30	55	0,45—0,5	650...750
	500—520	20—40	55	0,50—0,55	600...700
Х12Ф1	500—520	20—45	25	0,16—0,20	900...1000
	500—520	20—45	55	0,2 —0,3	900...1000
4Х8В2	500—520	20—45	36	0,3 —0,35	900...1000
3Х2В8Ф	500—520	20—45	36	0,3 — 0,35	900...1000
7Х3	500—520	20—45	55	0,45—0,55	675...750
12Х13	490—510	15—25	48	0,14—0,16	1000. .1050
	540—560	25—40		0,26—0,30	900...950
	590—610	35—50		0,35—0,40	800...850
20Х13	490—510	15—25	48	0,10—0,12	1000...1050
	550—570	25—40		0,24—0,28	900...950
	590—610	35—50		0,33—0,38	780...830

Примечания:

1. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей после азотирования понижается.

2. При азотировании необходимо учитывать увеличение объема деталей (разбухание). Это увеличение зависит от конфигурации детали, марки стали, режимов азотирования и устанавливается опытным путем в процессе производства.

Таблица 16

Марка материала	Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %	Продолжительность азотирования, ч	Глубина слоя, мм	Твердость поверхности по Виккерсу (HV)
38ХМЮА, Х12Ф1	Первая ступень 500—520	20—25	15		
	Вторая ступень 540—580	40—60	25	0,5—0,6	850...950
30Х3ВА	Первая ступень 500—520	20—40	25		
	Вторая ступень 540—560	40—60	35	0,5—0,7	750...850
40Х2Н2ВА 30ХН2ВА 30ХН2ВФА	Первая ступень 500—520	20—40	25		
	Вторая ступень 540—560	40—60	30	0,5—0,7	700...800

Таблица 17

Марка материала	Температура азотирования, °С	Степень диссоциации аммиака, %	Продолжительность азотирования, мин	Глубина слоя, мм
0,8; 10;	590—610	30—40	60—120	
15; 20;	640—660	40—60	45—90	
Ст1; Ст2; Ст3; Ст4; Ст5; А12; А20	690—710	60—70	20—40	0,015—0,03
40; 45; 50	590—610	30—40	60—120	
40Х; У8; У10	600—700 (затем нагрев до 770—850 и закалка)	45—75	15—45	0,015—0,03

4.6.18. Детали после азотирования рекомендуется подвергать обезводораживанию при температуре 240°С в течение 4 ч в вакууме или воздушной среде.

4.7. Углеродоазотирование (низкотемпературное цианирование)

4.7.1. Углеродоазотирование — процесс диффузионного насыщения поверхности стальных деталей азотом и углеродом одновременно в интервале температур 550—570°С с целью повышения их твердости, износо- и теплостойкости.

4.7.2. Углеродоазотирование рекомендуется применять для инструментальных быстрорежущих и штамповых сталей.

4.7.3. В качестве твердой среды для углеродоазотирования рекомендуется использовать составы, указанные в табл. 18.

Таблица 18

Состав	Весовое содержание, %
Калий железистосинеродистый	15—20
Натрий углекислый (просушенный)	3—5
Уголь древесный	75—82
Калий железистосинеродистый	15—20
Карбюризатор древесноугольный (березовый)	80—85

4.7.4. Упаковку и подготовку деталей для углеродоазотирования в твердой среде и распаковку ящиков следует производить так же, как при науглероживании в твердом карбюризаторе.

4.7.5. Время выдержки деталей в твердой среде для получения углеродоазотированного слоя 0,015—0,04 мм (твердостью по Виккерсу 900—975) составляет 1,0—3,0 ч в зависимости от диаметра (толщины) инструмента.

4.7.6. Охлаждение деталей после углеродоазотирования в твердой среде производить в ящиках на воздухе, а распаковку — при температуре не выше 100°С.

4.7.7. В качестве жидкой среды для углеродоазотирования следует применять состав, указанный в табл. 19.

Таблица 19

Состав	Весовое содержание, %
Калий железистосинеродистый	80
Калия гидрат окиси (кали едкое)	20

4.7.8. Подготовку деталей для углеродоазотирования в жидкой среде следует производить так же, как при науглероживании.

4.7.9. Скорость прогрева деталей до температуры процесса углеродоазотирования в жидкой среде следует определять из расчета 1,0—1,5 *мм/мин*.

4.7.10. Время выдержки деталей в жидкой среде для получения углеродоазотированного слоя 0,02—0,06 *мм* в зависимости от диаметра (толщины) инструмента составляет 8—30 *мин*.

4.7.11. В качестве газообразной среды для углеродоазотирования следует применять продукты разложения триэтиламина или смесь аммиака и природного газа.

4.7.12. Расход триэтиламина при углеродоазотировании должен составлять 100—110 *капель/мин*.

4.7.13. Расход аммиака и природного газа для углеродоазотирования должен составлять 5 *л/мин* и 10—12 *л/мин* соответственно.

4.7.14. Для получения углеродоазотированного слоя глубиной 0,04—0,06 *мм* и твердостью по Виккерсу 1000 . . . 1100 время выдержки режущего инструмента в газообразной среде 2,5—3 *ч*.

4.7.15. Для получения углеродоазотированного слоя глубиной 0,08—0,15 *мм* и твердостью по Виккерсу 650 . . . 800 время выдержки штампового инструмента в газообразной среде 4—6 *ч*.

4.8. Азотонауглероживание (высокотемпературное цианирование)

4.8.1. Азотонауглероживание — процесс диффузионного насыщения поверхности стальных деталей углеродом и азотом одновременно в жидкой или газообразной среде с целью повышения твердости и износостойкости.

4.8.2. Азотонауглероживание следует применять для деталей, изготовленных из конструкционных углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,4 %.

4.8.3. Составы для азотонауглероживания деталей в жидкой среде указаны в табл. 20.

4.8.4. Подготовку ванны для азотонауглероживания в жидкой среде следует производить в следующем порядке:

загрузить и расплавить в тигле нейтральные соли и довести температуру расплава до 780—800°С;

загрузить в расплав небольшими порциями активные соли;

расплав перемешать и довести температуру ванны до 840—860°С.

4.8.5. После азотонауглероживания в жидкой среде детали следует закаливать непосредственно из ванны или с подстуживанием на воздухе до 780—800°С.

4.8.6. В качестве газообразной среды для азотонауглероживания (нитроцементации) следует применять смесь аммиака, природного газа и газа-разбавителя (эндогаза) или продукты разложения триэтиламина.

Таблица 20

Основные компоненты, %									Температура жидкой ванны, °С	Продолжительность процесса, ч	Глубина слоя, *мм*
Калий хлористый	Натрий хлористый	Натрий углекислый	Барий хлористый	Барий углекислый	Кальций хлористый	Калий железисто-синеродистый (желтая кровяная соль)	Аммоний хлористый	Карбид кремния			
—	9—12	70—76	—	—	—	—	6—9	9—10	850	0,4—0,5	0,05—0,2
—	33	—	—	—	67	3	—	—	840—860	0,6—1,4	0,05—0,5
10	—	—	90	—	—	3	—	—	820—840	0,5—3,0	0,15—0,4
—	50	—	50	—	—	3	—	—	840—860	0,6—3,0	0,14—0,35

Примечание. Поверхность расплава для предохранения испарения активных солей должна быть покрыта слоем пены не менее 15 *мм*.

4.8.7. Оптимальное соотношение газов при азотонауглероживании легированных сталей:

газ природный, % . . . . . 3,5—5,5

аммиак, % . . . . . 2,0—3,5

газ эндотермический, % . . . . 91,0—94,0

4.8.8. Оптимальное соотношение газов при азотонауглероживания углеродистых сталей:

газ природный, % . . . . . 10,0—13,0

аммиак, % . . . . . 6,5—7,5

газ эндотермический, % . . . . 79,0—83,5

4.8.9. Продолжительность азотонауглероживания деталей в газовой среде для получения заданной глубины слоя приведены в табл. 21.

Таблица 21

Глубина слоя, *мм*	Температура азотонауглероживания, °С	Продолжительность, ч
0,3—0,5	860	2,5—3,0
0,5—1,0		3,0—6,0
1,0—1,2		6,0—8,0

4.8.10. Режимы азотонауглероживания деталей в среде продуктов разложения триэтиламина приведены в табл. 22.

Таблица 22

Глубина слоя, *мм*	Температура азотонауглероживания, °С	Продолжительность, ч	Расход триэтиламина, *см³/ч*			
			СШЦ-4.6/9 (Ц60А)		СШЦМ-6.6/9	
			при нагреве	при выдержке	при нагреве	при выдержке
0,3—0,5	860	3,0	100	250	120	300
0,5—1,0		6,5	120	300	180	360

4.8.11. Режимы термической обработки деталей после азотонауглероживания приведены в табл. 23.

5. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

5.1. Детали из сплавов цветных металлов необходимо подвергать следующим видам термической обработки:

отжигу;

искусственному старению;

закалке и естественному или искусственному старению (отпуску). Вид обработки устанавливать в зависимости от марки сплава и требуемых физико-механических и технологических свойств.

5.2. Отжиг применять для снятия внутренних напряжений (низкотемпературный отжиг), выравнивания химического состава и снижения твердости (высокотемпературный отжиг).

5.3. Нагрев деталей для высокотемпературного отжига и под закалку следует производить в средах (азот, аргон, вакуум, обмазки и др.), предохраняющих поверхность от окисления и образования дефектных слоев.

5.4. Окончательно изготовленные детали из титановых сплавов следует нагревать в вакуумных печах (остаточное давление не более 5×10^{-3} *мм рт. ст.*) или в среде инертных газов. Заготовки, подвергающиеся последующей механической обработке, допускается нагревать в печах с воздушной атмосферой.

Сварные детали необходимо подвергать неполному отжигу в защитной среде или в воздушной атмосфере с последующим удалением окисной пленки.

5.5. Детали из магниевых сплавов следует нагревать в электрических печах с вентилятором и экранированными нагревателями. Нагрев деталей в соляных ваннах не допускается.

5.6. В качестве охлаждающих сред для закалки деталей следует применять:

жидкий азот (температура минус 196°С);

двуокись углерода твердая (температура минус 78°С);

воду (комнатная температура);

воду горячую (температура 80—90°С);

кипящую воду;

масло (комнатная температура);

горячее масло (температура 75—80°С);

кипящий слой песка или корунда;

воздух.

5.7. Закаленные детали следует подвергать отпуску или старению (естественному или искусственному) с целью получения требуемых физико-механических свойств.

5.8. Детали из алюминиевых сплавов для искусственного старения допускается нагревать в соляных ваннах. Составы ванн приведены в табл. 24.

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
15	Нормализация	900—920	Воздух	37	22	27	156	—
	Азотонауглероживание	830—850	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Вода	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	—	—	—	143 (сердцевины)	54...56
20ХН	Нормализация	870—900	Воздух	—	—	—	229	—
	Азотонауглероживание	840—860	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	—	—	—	300...350 (сердцевины)	58...62
12ХН2	Нормализация	890—910	Воздух	—	—	—	207	—
	Азотонауглероживание	840—860	—	—	—	—	—	—
	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	—	—	—	229 (сердцевины)	58...62
12ХН3А	Нормализация	880—900	Воздух	—	—	—	156...229	—
	Азотонауглероживание	840—860	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	150—180	Воздух	—	—	—	262...363 (сердцевины)	58...62
38ХА	Нормализация	880—900	Воздух	—	—	—	229	—
	Азотонауглероживание	840—860	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 23

Марка материала	Операция термической обработки	Рекомендуемые режимы термической обработки		Механические свойства				
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести при растяжении $\sigma_т$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRC)
	Закалка	840—860	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	140	120	8	300...350 (сердцевины)	54...62
40Х	Нормализация	880—900	Воздух	—	—	—	250	—
	Азотонауглероживание	830—850	—	—	—	—	—	—
	Закалка	830—850	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	250...350 (сердцевины)	54...62
40ХН	Отжиг	840—860	В печи	—	—	—	156...207	—
	Азотонауглероживание	810—830	—	—	—	—	—	—
	Закалка	780—800	Масло	—	—	—	—	—
	Отпуск	180—200	Воздух	—	—	—	250...350 (сердцевины)	58...62

Таблица 24

Состав	Весовое содержание, %	Температура плавления, °С	Рабочая температура, °С
Калий азотнокислый	56	153	175—500
Натрий азотнокислый	44		
Калий азотнокислый	50	220	245—540
Натрий азотнокислый	50		

5.9. Виды термической обработки литых деталей из алюминиевых и магниевых сплавов приведены в табл. 25.

Таблица 25

Вид термической обработки	Назначение	Обозначение режима
Искусственное старение без предварительной закалки	Улучшение обрабатываемости резанием и повышение механической прочности	T_1
Отжиг	Снятие литейных остаточных напряжений, устранение наклепа, вызванного механической обработкой, и повышение пластичности	T_2
Закалка и естественное старение	Повышение прочностных свойств и коррозионной стойкости	T_3 (выдержка перед обработкой резанием — 10 сут.)
То же	То же	T_4 (выдержка перед обработкой резанием — 4 сут.)
Закалка и неполное искусственное старение	Получение высокой прочности и сохранение пластичности	T_5
Закалка и полное искусственное старение	Получение максимальной прочности при некотором снижении пластичности	T_6

Продолжение табл. 25

Вид термической обработки	Назначение	Обозначение режима
Закалка и стабилизирующий отпуск	Получение высокой прочности и стабильности структуры и геометрических размеров	T_7
Закалка и отпуск	Получение высокой пластичности и стабильности геометрических размеров	T_8
Обработка холодом	Повышение стабильности геометрических размеров	T_9
Термомеханическая обработка (ковкой или штамповкой в горячем состоянии)	Повышение прочностных свойств полуфабрикатов	T_{10}

5.10. Режимы термической обработки деталей и заготовок из сплавов на основе меди приведены в табл. 26.

5.11. Режимы термической обработки деталей и заготовок из алюминиевых сплавов приведены в табл. 27.

5.12. Режимы термической обработки деталей из магниевых сплавов приведены в табл. 28.

5.13. Режимы термической обработки деталей и заготовок из никелевых сплавов приведены в табл. 29.

5.14. Режимы термической обработки деталей и заготовок из титановых сплавов приведены в табл. 30.

5.15. Режимы термической обработки литых деталей из алюминиевых и магниевых сплавов приведены в табл. 31.

5.16. Прочностные свойства после отжига ($\sigma_в$, НВ), указанные в табл. 26—31, не должны быть более, а пластичность (δ) не должна быть менее приведенных величин. Свойства после упрочняющей обработки (закалки и отпуска или старения) не должны быть менее приведенных величин.

5.17. Оборудование для термической обработки деталей из черных и цветных металлов и сплавов приведено в рекомендуемом приложении 1.

Таблица 26

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
МБ	Отжиг	500—700	Вода или воздух	22	50	35
М1	Отжиг	550—750	Вода или воздух	22	50	35

Продолжение табл. 26

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
М3	Отжиг	550—750	Вода или воздух	24	30	35
Л96	Отжиг	540—600	Вода или воздух	24	50	40
Л90	Отжиг	650—720	Воздух	26	40	50
Л85	Отжиг	650—720	Воздух	28	40	50
Л80	Отжиг	660—700	Воздух	30	40	50
Л68	Отжиг	550—650	Воздух	30	40	50
Л63	Отжиг	450—650	Воздух	30	30	50
ЛЖМц 59—1—1	Отжиг	600—650	Воздух	45	28	80
ЛМц 58—2	Отжиг	600—650	Воздух	40	20	85
Л062—1	Отжиг	450—600	Воздух	35	25	80
ЛС59—1	Отжиг	450—650	Воздух	35	25	75
ЛК80—3(Л)	Отжиг	600—700	Воздух	30	30	60
БрАМц 9—2	Отжиг	650—750	Воздух	40	20	160
	Закалка	900—920	Вода	—	—	—
	Отпуск	300—350	Воздух	60	20	140
БрАЖ9—4	Отжиг	600—700	Воздух	55	15	110
	Закалка	940—960	Вода	—	—	—
	Отпуск	250—300	Воздух	60	10	140
БрЛЖМц 10—3—1,5	Отжиг	650—750	Воздух	60	30	120
	Закалка	920—940	Вода	—	—	—
	Отпуск	300—350	Воздух	60	10	160
БрАЖН 10—4—4	Отжиг	700—750	Воздух	60	35	140
	Закалка	910—930	Вода	—	—	—
	Отпуск	640—660	Воздух	65	5	200
	Закалка	970—990	Вода	—	—	—
	Отпуск	390—410	Воздух	—	—	380...400
Бр/Оф 7—0,2	Отжиг	600—650	Воздух	35	55	75

Примечание. Для снятия внутренних напряжений в деталях из сплавов на основе меди следует применять отжиг в интервале температур 250—300°С.

Таблица 27

Марка материала	Операция термической обработки		Режимы термической обработки		Механические свойства		
			Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
А0, А95, А7	Отжиг	высокий	350—400	Воздух	8	30	20
		низкий	150—180	Воздух	—	—	—
АД, АД0, АД00	Отжиг	высокий	350—450	Воздух	6	28	20
		низкий	200—250	Воздух	—	—	—
АД1	Отжиг	высокий	360—450	Воздух	10	20	20
		низкий	200—250	Воздух	—	—	—
АМц	Отжиг	высокий	350—450	Воздух	10	20	30
		низкий	250—300	Воздух	—	—	—
АМг1, АМг2	Отжиг	высокий	350—420	Воздух	16...18	20	45
		низкий	150—180	Воздух	—	—	—
АМг3	Отжиг	высокий	350—420	Воздух	18	20	50
		низкий	270—300	Воздух	—	—	—
АМг5	Отжиг		310—335	Воздух	28	15	50
АМг6	Отжиг		310—335	Воздух	30	15	~~80~~ 85
Д1 (Д1П)	Отжиг высокий		380—420	В печи 30 *град/ч* до 260°С, далее на воздухе	22	12	45
	Отжиг низкий		250—280	Воздух	—	—	—
	Закалка		495—510	Вода	—	—	—
	Старение (96 *ч*)		18—30	Воздух	36	12	100
Д16 (Д16П)	Отжиг высокий		380—420	В печи 30 *град/ч* до 260°С, далее на воздухе	22	11	40
	Отжиг низкий		250—280	Воздух	—	—	—
	Закалка		490—500	Вода	—	—	—
	Старение (96 *ч*) или Старение (6—12 *ч*)		18—30	Воздух	40	10	100
			185—195	»	—	—	—
Д18 (Д18П)	Закалка		495—505	Вода	—	—	—
	Старение (5 *ч*)		Комнатная	Воздух	30	20	70
В95	Отжиг		380—430	В печи, 30 *град/ч* до 150°С, далее на воздухе	—	—	—

Продолжение табл. 27

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
	Закалка	465—475	Вода	—	—	—
	Старение (16—24 *ч*)	120—145	Воздух	50	5	150
АК6	Отжиг	380—420	В печи, 30 *град/ч* до 260°С, далее на воздухе	—	—	—
	Закалка	515—525	Вода	—	—	—
	Старение (96 *ч*)	18—30	Воздух	—	—	—
	или					
	Старение (6—15 *ч*)	150—165	»	36	12	105
АД31	Отжиг	380—420	В печи, 30 *град/ч* до 260°С далее на воздухе	—	—	—
	Закалка	510—525	Вода	—	—	—
	Старение (10—12 *ч*)	160—170	Воздух	24	13	80
1915	Отжиг (1—2 *ч*)	390—450	В печи, 30 *град/ч* до 200°С, далее на воздухе	—	—	—
	Закалка	470—490	Вода или воздух	—	—	—
	Старение первое (10 *ч*)	100—120	Воздух	—	—	—
	Старение второе (5 *ч*)	160—180	»	30	10—12	—

Таблица 28

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
МА2	Отжиг	250—270	Воздух	26	5	45
МА5	Закалка	410—425	Воздух	—	—	—
	Старение (2—6 *ч*)	175—200	»	28	4	60
МА8	Отжиг	320—350	Воздух	25	11	45

Таблица 29

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
НП2	Отжиг	700—800	Воздух	40	30	70
НП4	Отжиг	700—800	Воздух	40	35	70
	»	290—310	»	—	—	—
НМЖМц 28—2,5—1,5	Отжиг	800—850	Воздух	45	25	130
МНМц 15—20	Отжиг	700—750	Воздух	35	35	70
	»	240—260	»	—	—	—
МНМЦ 3—12	Отжиг	700—750	Воздух	40	30	120
	»	250—375	»	—	—	—

Таблица 30

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
ВТ1—0	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	670—690	Воздух или защитная среда	40—55	20—25	160...130
	Отжиг (листы)	520—540		40—55	20—25	—
	Отжиг неполный	445—485		—	—	—
ВТ1—00	Отжиг (прутки, поковки, штамповки)	670—690	Воздух или защитная среда	30—45	20—25	—
	Отжиг (листы)	520—540		30—45	20—25	—
	Отжиг неполный	445—485		—	—	—
ВТ5	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	800—850	Воздух или защитная среда	75—95	12—25	280...320
	Отжиг неполный	550—600		—	—	—
ВТ5-1	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	800—850	Воздух или защитная среда	75—95	12—25	240...300
	Отжиг (листы)	700—750			—	
	Отжиг неполный	550—600		—	—	—

Продолжение табл. 30

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
ОТ4—0	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	690—710	Воздух или защитная среда	50—65	25—45	—
	Отжиг (листы)	590—610		—	—	—
	Отжиг неполный	480—520		—	—	—
ОТ4—1	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	740—760	Воздух или защитная среда	60—75	20—40	210...250
	Отжиг (листы)	640—660		—	—	—
	Отжиг неполный	520—560		—	—	—
ОТ4	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	740—760	Воздух или защитная среда	70—90	12—20	—
	Отжиг (листы)	660—680		—	—	—
	Отжиг неполный	545—585		—	—	—
ВТ4	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	740—760	Воздух или защитная среда	85—105	10—15	255...321
	Отжиг (листы)	690—710		—	—	—
	Отжиг неполный	600—650		—	—	—
ОТ4—2	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	840—860	Воздух или защитная среда	100—120	12—20	—
	Отжиг (листы)	710—730		—	—	—
	Отжиг неполный	600—640		—	—	—
ВТ18	Отжиг изотермический	900—980	В печи до 550—650°С и выдержка 2—8 ч, воздух	110	9	—
	Отжиг неполный	530—620	Воздух или защитная среда	—	—	—

Продолжение табл. 30

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
ВТ20	Отжиг (прутки, поковки, штамповки, профили)	700—850	Воздух или защитная среда	95—110	—	—
	Отжиг (листы)	650—800		—	—	—
	Отжиг неполный	600—650		—	—	—
ВТ6	Отжиг полный	750—800	Воздух или защитная среда	90—110	8—10	300
	Отжиг неполный	600—650		—	—	—
	Закалка	900—950	Вода	—	—	—
	Старение (2—4 ч)	450—550	Воздух или защитная среда	—	—	—
ВТ6—С	Отжиг полный	750—800	Воздух или защитная среда	85—100	10—12	269...311
	Отжиг неполный	600—650		—	—	—
	Закалка	880—930	Вода	—	—	—
	Старение (2—4 ч)	450—500	Воздух или защитная среда	—	—	—
ВТ8	Отжиг изотермический	920—950	В печи до 570—600°С и выдержка 1 ч, воздух	105—125	10—15	302. 341
	Отжиг неполный	530—620	Воздух или защитная среда	—	—	—
	Закалка	920—940	Вода	—	—	—
	Старение (1—6 ч)	500—600	Защитная среда или воздух	—	—	—
ВТ14	Отжиг изотермический	790—810	В печи до 640—660°С и выдержка 0,5 ч, воздух	—	—	—
	Отжиг неполный	550—650	Воздух или защитная среда	—	—	—

Продолжение табл. 30

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, *кгс/мм²*	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
	Закалка	870—910	Вода	—	—	—
	Старение (8—16 ч)	480—560	Воздух или защитная среда	115—140	6—10	250...285
ВТ9	Отжиг изотермический	950—980	В печи до 530—580°С и выдержка 2—12 ч, воздух	110—130	8—14	—
	Отжиг неполный	530—620	Воздух или защитная среда	—	—	—
	Закалка	920—940	Вода	—	—	—
	Старение (1—6 ч)	500—600	Воздух или защитная среда	—	—	—
ВТ16	Отжиг изотермический	770—790	В печи до 500°С, 120—140 *град/ч* воздух	—	—	—
	Закалка	810—830	Вода	—	—	—
	Старение (8—10 ч)	560—580	Воздух или защитная среда	125—145	4—6	125...145
ВТ3—1	Отжиг изотермический	870—920	В печи до 550—600°С и выдержка 2—5 ч, воздух	100—120	10—16	285
	Закалка	860—900	Вода	—	—	—
	Старение (1—6 ч)	500—620	Воздух или защитная среда	—	—	—
	Отжиг неполный	530—620	Воздух или защитная среда	—	—	—
ВТ22	Отжиг изотермический	670—820	В печи до 450°С, 120—140 *град/ч* воздух	—	—	—
	Закалка	690—750	Вода	—	—	—
	Старение (8—16 ч)	480—540	Воздух или защитная среда	130—160	4—12	—
	Отжиг неполный	550—650	Воздух или защитная среда	—	—	—

Примечание. Неполный отжиг применять для снятия внутренних напряжений, возникших при механической обработке, штамповке листов и сварке. Время выдержки при температуре отжига 0,5—4 ч

Таблица 31

Марка материала	Операция термической обработки	Обозначение режима термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
			Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
АЛ2	Отжиг (2—4 ч)	Т2	300±10	Воздух	14—15 (3; 0; В; К; Д)	3—4 (3; 0; В; К) 2,0(Д)	50
АЛ4	Старение (5—17 ч)	Т1	175±5	Воздух	20 (К; Д)	1,5 (К; Д)	70
	Закалка (2—6 ч)	Т6	535±5	Вода (20—100°С)	23—24 (3; 0; В; К)	3 (3; 0; В; К)	70
	Старение (10—15 ч)		175±5	Воздух	—	—	—
АЛ7	Закалка (10—15 ч)	Т4	515±5	Вода (80—100°С)	20—21 (3; 0; В; К)	6 (3; 0; В; К)	60
	Закалка (10—15 ч)	Т5	515±5	Вода (80—100°С)	—	—	—
	Старение (2—4 ч)		150±5	Воздух	22—23 (3; 0; В; К)	3 (3; 0; В; К)	70
АЛ8	Закалка (12—20 ч)	Т4	430±5 (10—15 ч)	Масло (40—50°С)	29 (3; 0; В; К)	9 (3; 0; В; К)	60
АЛ9	Отжиг (2—4 ч)	Т2	300±10	В печи или на воздухе	14 (3; 0; В; К; Д)	2 (3; 0; В; К; Д)	45
	Закалка (2—6 ч)	Т4	535±5	Вода (20—100°С)	18—19 (3; 0; В; К)	4 (3; 0; В; К)	50
	Закалка (2—6 ч)	Т5	535±5	Вода (20—100°С)	—	—	—
	Старение (1—3 ч)		150±5	Воздух	20—21 (3; 0; В; К)	2 (3; 0; В; К)	60
	Закалка (2—6 ч)	Т7	535±5	Вода (20—100°С)	—	—	—
	Отпуск стабилизирующий (3—5 ч)		225±10	Воздух	20 (3; 0; В)	2 (3; 0; В)	60
	Закалка (2—6 ч)	Т6	535±5	Вода (20—100°С)	—	—	—
	Старение (2—4 ч)		200±5	Воздух	23 (3; 0; В)	1 (3; 0; В)	70
	Закалка (2—6 ч)	Т8	535±5	Вода (20—100°С)	—	—	—
	Отпуск (3—5 ч)		250±10	Воздух	16 (3; 0; В)	3 (3; 0; В)	55
АЛ11	Отжиг (2—4 ч)	Т2	300±10	Воздух	20 (3; 0; В)	2,0 (3; 0; В)	80
	»	»	300±10	»	25 (К)	1,5 (К)	90
	»	»	300±10	»	18 (Д)	1 (Д)	60

Продолжение табл. 31

Марка материала	Операция термической обработки	Обозначение режима термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
			Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
АЛ13	Старение (5 ч)	Т1	180±5	Воздух	15 (3; К)	1 (3; К)	55
АЛ22	Закалка (15—20 ч)	Т4	425±5	Вода (100°С), Масло (50°)	23 (3; 0; В; К)	1,5 (3; 0; В; К)	90
АЛ23	Закалка (15—20 ч)	Т4	425±5	Вода (100°С),	23 (3; 0; К)	6,0 (3; 0; К)	60
АЛ24	Отжиг (8—10 ч)	Т2	200±10	Воздух	22(3)	2,0(3)	60
	Закалка (4—6 ч)	Т5	580±5	Вода (100°С),	—	—	—
	Старение (8—10 ч)		120±5	Воздух	27 (3; 0; В)	2 (3; 0; В)	70
	или Старение (8—10 ч)		200±5	»	—	—	—
МЛ5	Отжиг (2—3 ч)	Т2	350±5	Воздух	15 (3; К)	2 (3; К)	50
	Закалка (8—16 ч)	Т4	415±5	Воздух	23 (3; К)	5 (3; К)	65
	Закалка (8—16 ч)	Т6	415±5	Воздух	—	—	—
	Старение (14—16 ч)		175±5	Воздух	23 (3; К)	2 (3; К)	65

Примечание. З — литье в песчаные формы, О — в оболочковые формы, В — по выплавляемым моделям, К — в кокиль, Д — под давлением.

6. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

6.1. Качество деталей после термической и химико-термической обработки следует контролировать в соответствии с техническими условиями, действующими на предприятии и требованиями чертежа.

6.2. Состояние поверхности деталей необходимо контролировать визуальным осмотром; в сомнительных случаях применять микроскоп.

6.3. Измерение твердости следует производить на специальных контрольных образцах или непосредственно на деталях в соответствии с ГОСТ 9013—59, ГОСТ 9012—59, ГОСТ 2999—75, ГОСТ 9450—~~60.76~~ ГОСТ 1497-73 ①

6.4. Механические свойства (временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение) следует определять на специальных образцах в соответствии с ~~ГОСТ 1597—73~~, ГОСТ 10446—63, ГОСТ 11701—66, ГОСТ 10006—73.

6.5. Глубину обезуглероженного слоя следует измерять на специальных образцах (шлифах) в соответствии с ГОСТ 1763—68.

6.6. Глубину науглероженного, углеродоазотированного, азотонауглероженного слоев следует определять микроскопическими методами на образцах или шлифах, изготовленных из незакаленных образцов-свидетелей диаметром 10—15 *мм* и длиной 30—50 *мм*.

В общую глубину слоя следует включать заэвтектоидную, эвтектоидную и половину переходной (доэвтектоидной) зон. При недостаточной глубине диффузионного слоя детали следует подвергать дополнительной обработке по установленным технологическим режимам.

6.7. Микроструктуру науглероженной, углеродоазотированной, азотонауглероженной поверхности следует контролировать на закаленных и отпущенных образцах (шлифах) металлографическими ме-

тодами. Микроструктура поверхности должна состоять из мартенсита с включениями дисперсных карбидов (карбонитридов) при незначительном (4-6%) количестве остаточного аустенита.

6.8. Глубину азотированного слоя следует определять металлографическим методом и методом замера твердости на шлифах, изготовленных из контрольных образцов.

Границей глубины азотированного слоя следует считать твердость по Виккерсу 400...500. При недостаточной глубине азотированного слоя детали допускается подвергать дополнительно азотированию по установленным технологическим режимам.

6.9. Качество азотированного слоя следует определять по виду отпечатка алмазной пирамиды на приборе Виккерса или ПМТ-8 в соответствии со шкалой хрупкости, разработанной ВИАМ.

6.10. Микроструктура азотированного слоя должна состоять из нетравящейся поверхности нитридной зоны основного азотированного слоя, содержащего нитриды легирующих элементов и сорбитовой структуры сердцевины. В микроструктуре азотированного слоя допускается тонкая нитридная сетка.

6.11. Соотношение чисел твердостей, определяемых различными методами, приведено в рекомендуемом приложении 2.

7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Для обеспечения безопасности при термической и химико-термической обработке деталей из сплавов черных и цветных металлов необходимо предусмотреть коллективные и индивидуальные средства защиты.

7.1.1. Для предупреждения поражения электрическим током:

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

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

световую сигнализацию, свидетельствующую о подаче напряжения на нагревательные элементы печи;

блокировку, отключающую электрическое питание при загрузке и выгрузке электрических печей, печей-ванн;

предохранительные устройства, отключающие электрическое питание в случае перегрузки в электросети;

выполнение "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ)" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ)", утвержденных Госэнергонадзором СССР 12 апреля 1969 г., с дополнениями и изменениями, утвержденными 8 февраля 1971 г. и 10 декабря 1972 г.;

выполнение "Правил безопасности и промышленной санитарии при работе на электротермических установках повышенной и высокой частот", утвержденных ЦК профсоюза рабочих авиационной и оборонной промышленности от 2 апреля 1968 г.

7.1.2. Для предупреждения пожаро- и взрывоопасности:

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

сигнализацию (световую, звуковую) о повышении температуры закалочного масла выше 80-85°С;

приборы автоматического регулирования температуры закалочного масла;

светозвуковое устройство, сигнализирующее о превышении максимально допустимой температуры нагрева селитровых ванн;

низкотемпературные печи (100-150°С) для подогрева деталей и сушки солей, щелочей перед погружением их в печи-ванны;

изолированные помещения для хранения баллонов со сжатыми и сжиженными газами;

транспорт, обеспечивающий перемещение баллонов со сжатыми и сжиженными газами в специальных приспособлениях, которые предохраняют их от падения и соударения;

стальные редукторы для аммиачных баллонов;

продувку печей воздухом или нейтральными газами перед розжигом;

приборы контроля скорости выхода газа из газопровода в печь (скорость выхода газа должна быть больше скорости горения);

специально оборудованные места для хранения противопожарных материалов и инвентаря (листовой асбест, песок, огнетушитель);

выполнение ГОСТ 12.4.009-75 и "Типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий", утвержденных МВД СССР 21 августа 1975 г. № 12-4/15488;

соблюдение "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР 19 мая 1970 г. с изменениями и дополнениями от 25 декабря 1973 г.

7.1.3. Для предупреждения опасности термоожога:

теплоизоляцию стенок и заслонок печей, печей-ванн, обеспечивающих температуру наружной поверхности не выше 45°С;

специальные клещи и приспособления для загрузки, выгрузки и переноса нагретых деталей;

защитные устройства на закалочных баках и печах-ваннах (полукапотное укрытие), препятствующие разбрызгиванию закалочного масла, расплавов солей и щелочей;

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

тканевые рукавицы ГОСТ 12.4.010-75;

выполнение "Правил техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов", утвержденных приказом Минрадиопрома 26 мая 1967 г. № 288.

7.1.4. Для предупреждения опасности химического ожога:

изолированный участок термической обработки в печах-ваннах;

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

аварийный слив для свободного стока расплавленных солей и щелочей в специальный сборник;

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

ванны с горячей и холодной проточной водой для промывки деталей после науглероживания, азотонауглероживания, углеродоазотирования в жидких средах;

брезентовые мешки для хранения и перевозки твердой углекислоты;

клещи длиной не менее 70 см, для работы с твердой углекислотой;

индивидуальные средства защиты (защитные очки ГОСТ 12.4.003-74, резиновые перчатки кислотощелочестойкие (ГОСТ 20010-74).

7.1.5. Для предупреждения опасности травмирования: подъемно-транспортные механизмы для грузов массой свыше 16 кг.

7.1.6. Для предупреждения отравления:

общеобменную вентиляцию рабочих помещений с трехкратным обменом;

местную вытяжную вентиляцию от печей-ванн (зонты), закалочных баков и баллонов со сжатыми и сжиженными газами со скоростью движения воздуха в рабочем сечении не менее 1 м/с;

общеобменная и местная вытяжная вентиляция должны обеспечивать состояние воздушной среды в указанных рабочих помещениях в соответствии с ГОСТ 12.1.005-76;

световую или звуковую сигнализацию, сообщающую о прекращении работы местной вытяжной и общеобменной вентиляции;

изолированные помещения для хранения солей и щелочей в закрытой таре;

специальные устройства для отвода отходящих газов при использовании газовых карбюризаторов;

выполнение "Правил безопасности в газовом хо-

зяйстве", утвержденных Госгортехнадзором СССР 26 октября 1971 г.

7.1.7. Обеспечение спецодеждой, которая предусмотрена в "Типовых отраслевых нормах бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим машиностроительных и металлообрабатывающих производств", утвержденных Постановлением Госкомтруда от 30 декабря 1959 г. № 1097/П-27.

7.2. Контроль параметров опасных и вредных производственных факторов производить следующими методами и средствами:

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

контролировать состояние воздушной среды рабочих помещений не реже 1 раза в квартал газоанализаторами типа ГКП 100 ГОСТ 6329-74.

8. МАТЕРИАЛЫ

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Азот газообразный и жидкий	ГОСТ 9293—74
Алюминий первичный А0, А95[х], А7	ГОСТ 11069—74
Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые АД[х], АД1, АМц, АМг1[х], АМг2, АМг3, АМг5[х], АМг6, Д1, Д16, Д18[х], В95, АК6[х] АД31[х], 1915	ГОСТ 4784—74
Аммиак жидкий синтетический	ГОСТ 6221—75
Аммоний хлористый	ГОСТ 3773—72
Аргон газообразный и жидкий	ГОСТ 10157—73
Асбест хризотиловый	ГОСТ 12871—67
Барий углекислый	ГОСТ 4158—72
Барий хлористый	ГОСТ 4108—72
Бронзы безоловянные Бр АМц9—2, Бр АЖ9—4, Бр АЖМц10—3—1,5, Бр АЖН10—4—4[х]	ГОСТ 493—54
Бура техническая	ГОСТ 10.60—71
Вода питьевая	ГОСТ 2874—73
Водород технический	ГОСТ 3022—70
Глины формовочные	ГОСТ 3226—65
Двуокись углерода твердая (сухой лед)	ГОСТ 12162—~~66~~77
Изделия огнеупорные шамотные общего назначения	ГОСТ 390—69
Калий азотнокислый	ГОСТ 4144—65
Калий железистосинеродистый 3-водный	ГОСТ 4207—75
Калий хлористый	ГОСТ 4234—69
Калия гидрат окиси технический (кали едкое)	ГОСТ 9285—69
Кальций хлористый технический	ГОСТ 450—70
Карбюризатор древесноугольный (березовый)	ГОСТ 2407—73
Клей мездровый	ГОСТ 3252—75
Корунды синтетические	ГОСТ 9618—61
Кокс пековый электродный	ГОСТ 3213—71
Кремний кристаллический	ГОСТ 2169—69
Магний фтористый	ГОСТ 7204—67
Масло авиационное МС-20С	ГОСТ 21743-76 ~~ГОСТ 9320—60~~
Масла индустриальные общего назначения	ГОСТ 20799—75
Масло трансформаторное	ГОСТ 982—68
Материалы абразивные в зерне. Карбид кремния	ОСТ2 МТ 74-6-73
Материалы магнитотвердые литые ЮНД8[х], ЮНД4[х], ЮНД12[х], ЮНДК15, ЮНДК18[х], ЮНДК24[х],	ГОСТ 17809—72
Медь М1, М3	ГОСТ 859—66
Натрий азотнокислый	ГОСТ 4168—66
Натрий углекислый безводный	ГОСТ 83—63

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Натрий хлористый	ГОСТ 4233—66 77
Натрий щавелевокислый	ГОСТ 5839—68 77
Натрия гидрат окиси (натр едкий)	ГОСТ 4328—66
Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением НП2 х, НП4 х, МНЦ15—20, НМЖМц28—2,5—1,5 х, МНМц3—12 х	ГОСТ 492—73
Окись алюминия активная	ГОСТ 8136—76
Опилки технологические для гидролиза	ГОСТ 18320—73
Отливки из антифрикционного чугуна АСЧ-1	ГОСТ 1585—70
Отливки из высоколегированной стали со специальными свойствами 20Х13Л, 10Х17Н3СЛ	ГОСТ 2176—67
Отливки из конструкционной нелегированной стали 20Л, 15Л х, 35Л, 45Л, 50Л х, 40ХЛ, 35ХГСЛ х	ГОСТ 977—75
Отливки из серого чугуна СЧ15—32 х, СЧ18—36 х, СЧ21—40 х, СЧ28—48 х	ГОСТ 1412—70
Песок кварцевый электродный	ГОСТ 4417—75
Прутки из оловянно-фосфористой бронзы ОФ7—0,2	ГОСТ 10025—62
Прутки из бескислородной меди для электровакуумной промышленности	ГОСТ 10988—64 75
Прутки из легированной магнитотвердой стали ЕХ х, ЕХ3, ЕХ5 х, ЕХ5К5 х	ГОСТ 6862—71
Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов АД, АД00	ГОСТ 4783—68
Свинца окись	ГОСТ 9199—68
Силикагель технический	ГОСТ 3956—54 76
Смесь солевая БМФ для термообработки	ТУ 6-18-146-72
Соль нейтральная НТ-495 для термообработки	ТУ 6-18-105—71
Соль нейтральная НТ-660 для термообработки	ТУ 6-18-106-71
Сплавы алюминиевые литейные АЛ2, АЛ4, АЛ7 х, АЛ8, АЛ9, АЛ11, АЛ13 х, АЛ22, АЛ23, АЛ24	ГОСТ 2685—63 75
Сплавы магниевые деформируемые МА5, МА8, МА2 х	ГОСТ 14957—69 76
Сплавы магниевые литейные МЛ5	ГОСТ 2856—68
Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением Л96, Л90, Л85 х, Л80 х, Л68 х, Л63, ЛЖМц59—1—1 х, ЛМц58—2 х, Л062—1 х, ЛС59—1, ЛК80—3 х,	ГОСТ 15527—70
Сплавы прецизионные 52К13Ф, 52К11Ф, 36Н, 32НКД, 29НК	ГОСТ 10994—74
Сплавы титановые. Марки ВТ1—0, ВТ1—00 х, ВТ5—1, ОТ4—0, ОТ4—1 х, ОТ4 х, ОТ4—2 х, ВТ4 х, ВТ18 х, ВТ20 х, ВТ6 х, ВТ6С х, ВТ8 х, ВТ14 х, ВТ9 х, ВТ16, ВТ3—1, ВТ22 х	ОСТ1-90013—71
Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные 12Х13 х, 20Х13, 40Х13, 12Х18Н9 х, 17Х18Н9 х, 12Х18Н10Т, 20Х13Н4Г9 х, 14Х17Н2, 25Х13Н2, 95Х18, 12Х18Н9Т	ГОСТ 5632—72
Сталь инструментальная быстрорежущая Р18 х, Р9 х, Р12 х, Р18К5Ф2 х, Р6М5 х; Р6М3 х, Р9К5 х	ГОСТ 19265—73
Сталь инструментальная легированная Х х, 11Х х, ХВ5 х, 9ХС х, ХВГ х, 9ХВГ х, Х12Ф1 х, Х12М х, Х12 х, 4ХВ2С х, 5ХНМ х, 5ХНВ х, 5ХГМ х, 3Х2В8Ф х, 7Х3 х, 4Х8В2 х	ГОСТ 5950—73
Сталь инструментальная углеродистая У8А, У10А х, У12 х	ГОСТ 1435—74
Сталь конструкционная автоматная А12	ГОСТ 1414—75
Сталь легированная конструкционная 38ХА х, 15Х х, 20Х, 40Х, 40ХС х, 30ХГТ х, 30ХГСА, 40ХН х, 40ХН2МА х, 18Х2Н4ВА х, 38Х2МЮА х, 38Х2Ю х, 30ХН2ВА х, 30ХН2ВФА х, 18ХГТ х, 12ХН3А, 20ХН х, 12ХН2 х, 20Х2Н4А х, 40Х2Н2ВА х	ГОСТ 4543—71
Сталь углеродистая качественная конструкционная 35, 45, 50 х, 10КП х, 10, 15 х, 20	ГОСТ 1050—74
Сталь шарико- и роликоподшипниковая ШХ15	ГОСТ 801—60
Стекло натриевое жидкое	ГОСТ 13078—67
Сурик свинцовый	ГОСТ 19151—73
Тальк молотый для производства резиновых изделий и пластических масс	ГОСТ 19729—74
Триэтиламин технический	ГОСТ 9966—73
Углерод технический (сажа) для производства резины	ГОСТ 7885—68 77
Уголь активный древесный дробленый	ГОСТ 6217—74
Ферросилиций	ГОСТ 1415—70

Примечание. Материалы, отмеченные знаком х, разрешаются к применению для изделий вспомогательного производства

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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						
Генераторы ламповые высокочастотные для электротермических установок	ГОСТ 21139—75	—	—	—	—	—
Термокамеры						
ТКСН—01—70	—	Минус 70—плюс 100	450	650	350	Завод холодильного машиностроения, г. Одесса
ТКСИ—02—70	—	Минус 80—плюс 20	600	1050	350	То же
Установки индукционные нагревательные повышенной частоты	ГОСТ 16370—70	—	—	—	—	—
Электрованны сопротивления						
СВГ—1,5.2/8,5—М1	ТУ 16—531—214—70	850	200	—	350	«Укрэлектроремонт», г. Харьков
СВГ—2,5.3,5/8,5—М1	ТУ 16—531—214—70	850	300	—	535	То же
СВГ—3,5.4/8,5—М1	ТУ 16—531—214—70	850	400	—	555	»
Электрованны						
СВС—1,5.3.4/8,5—М1	ТУ 16—531—104—75	850	150	300	400	Завод электротермического оборудования г. Чадыр-Лунга
СВС—3,5.8.4/6,5—М1	ТУ 16—531—104—75	650	350	800	400	То же
Электропечи сопротивления камерные						
СНО—2,5 5.1,7/10	ТУ 16—531—132—68	1000	250	500	170	»
СНО-4.8.2,6/10	ТУ 16—531—132—68	1000	400	800	260	»
Электропечи сопротивления камерные						
СНЗ—2,5.5.1,7/10	ТУ 16—531—420—72	1000	250	500	170	»
СНЗ—3.6,5 2/10	ТУ 16—531—420—72	1000	300	650	200	»
СНЗ—4 8.2.6/10	ТУ 16—531—420—72	1000	400	800	260	»
СНЗ—5 10.3,2/10	ТУ 16—531—420—72	1000	500	1000	320	Завод «Электропечь», г. Бийск
Электропечи сопротивления элеваторные вакуумные						
СЭВ—2.2/11,5М1	ТУ 16—531 430—73	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—5,5/11,5 М1	ТУ 16—531—417—72	1150	500	—	500	То же
Электропечи сопротивления шахтные для науглероживания и азотонауглероживания						
СШЦ—4.6/9 (Ц60А)	ТУ 16—531—532—75	950	450	—	600	Завод «Электропечь», г. Бийск
СШЦ-6.12/9 (Ц105А)	ТУ 16—531—532—75	950	600	—	1200	То же
СШЦМ-6.6/9	ТУ 16—531—449—73	950	600	—	600	»
СШЦМ-6.12/9	ТУ 16—531—449—73	950	600	—	1200	»
Электропечи сопротивления шахтные для термической обработки легких сплавов						
СШО-6.6/10М1	ТУ 16—531—447—73	1000	600	—	600	»
СШО-6.12/10М1	ТУ 16—531—447—73	1000	600	—	1200	»
СШЗ-6.6/7М1	ТУ 16—531—448—73	700	600	—	600	»
СШЗ-6.12/7М1	ТУ 16—531—448—73	700	600	—	1200	»
Электропечи шахтные для газового азотирования						
США—3,2.4,8/6—М1	ТУ 16—531—387—71	650	320	—	480	Завод электротермического оборудования, г. Южно-Уральск
США—5,7,5/6—М1	ТУ 16—531—387—71	650	500	—	750	То же
США—8.12/6—М1	ТУ 16—531—387—71	650	800	—	1200	»
Электропечь камерная высокотемпературная						
СНО—3.4,5.2/15	ТУ 16—531—146—68	1500	300	450	200	Завод электротермического оборудования, г. Чадыр-Лунга
Электропечь сопротивления двухколпаковая вакуумная						
СГВ—2.3/15—2—М1	ТУ 16—531—463—73	1500	200	—	300	Московский завод высокочастотных электропечей
Электропечь сопротивления камерная СНО—2.3.2/13	ТУ 16—531—482—74	1300	250	360	200	«Укрэлектроремонт», г. Харьков

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	—	—	—	—	—
Измерительные приборы		—	—	—	—	—
Потенциометры и уравновешенные мосты автоматические ГСП	ГОСТ 7164—71					
Приборы для измерения микротвердости	ГОСТ 10717—75	—	—	—	—	«ЛОМО», г. Ленинград
Приборы для измерения твердости металлов и сплавов по методу Бринелля	ГОСТ 13406—67	—	—	—	—	«ЗИП», г. Иваново
Приборы для измерения твердости металлов и сплавов по методу Виккерса	ГОСТ 13408—67	—	—	—	—	То же
Приборы для измерения твердости металлов и сплавов по методу Роквелла	ГОСТ 13407—67	—	—	—	—	»
Термометры термоэлектрические ГСП	ГОСТ 6616—74	—	—	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

СООТНОШЕНИЕ ЧИСЕЛ ТВЕРДОСТЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Диаметр отпечатка шариком d 10 *мм*	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (*кгс*)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	30Д²	10Д²	2,5Д²	C	A	B	
2,20	780	—	—	72	84	—	1224
2,25	745	—	—	70	83	—	1114
2,30	712	—	—	68	82	—	1022
2,35	682	—	—	66	81	—	941
2,40	653	—	—	64	80	—	868
2,45	627	—	—	62	79	—	804
2,50	601	—	—	60	78	—	746
2,55	578	—	—	58	78	—	694
2,60	555	—	—	56	77	—	650
2,65	534	—	—	54	76	—	606
2,70	514	—	—	52	75	—	587
2,75	495	—	—	50	74	—	551
2,80	477	—	—	49	74	—	534
2,85	461	—	—	48	73	—	502
2,89	448	—	—	47	—	—	—
2,90	444	—	—	46	73	—	474
2,91	441	—	—	46	73	—	474
2,93	435	—	—	45	73	—	469
2,95	429	—	—	45	72	—	460
2,96	426	—	—	45	72	—	457
2,98	420	—	35	44	72	—	449
3,0	415	—	34,6	43	72	—	435
3,01	412	—	34,3	43	72	—	—
3,02	409	—	34,1	43	72	—	434
—	404	—	33,7	43	72	—	427
3,05	401	—	33,4	42	71	—	—
3,06	398	—	33,2	42	71	—	419
3,07	395	—	33,0	42	71	—	—
3,08	393	—	32,7	42	71	—	113
3,09	390	130	32,5	41,5	71	-	—

Продолжение

Диаметр отпечатка шариком d 10 *мм*	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (*кгс*)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	30Д²	10Д²	2,5Д²	C	A	B	
3,10	388	129	32,3	41	71	—	406
3,11	385	128	32,1	41	71	—	—
3,12	383	128	31,9	41	71	—	401
3,13	380	127	31,7	40,5	71	—	—
3,14	378	126	31,5	40	71	—	395
3,15	375	125	31,3	40	71	—	390
3,16	373	124	31,3	40	70,5	—	389
3,17	370	123	30,9	39,5	70	—	—
3,18	368	123	30,7	39,5	70	—	383
3,20	363	121	30,3	39	70	—	380
3,21	361	120	30,1	39,0	70,0	—	—
3,22	359	120	29,9	39,0	70,0	—	372
3,23	356	119	29,7	38,5	69,5	—	—
3,24	354	118	29,5	38,0	69,0	—	366
3,25	352	117	29,3	38,0	69,0	—	361
3,26	350	117	29,2	38,0	69,0	—	—
3,27	347	116	29,0	38,0	69,0	—	—
3,28	345	115	28,8	37,5	69,0	—	356
3,29	343	114	28,6	37,0	69,0	—	—
3,30	341	114	28,4	37,0	69,0	—	344
3,31	339	113	28,2	37,0	69,0	—	—
3,32	337	112	28,1	36,5	68,5	—	347
3,33	335	112	27,9	36,0	68,0	—	—
3,34	333	111	27,7	36,0	68,0	—	342
3,35	331	110	27,6	36,0	68,0	—	334
3,36	329	110	27,4	36,0	68,0	—	337
3,37	326	109	27,2	—	—	—	—
3,38	325	108	27,1	35,0	68,0	—	332
3,39	323	108	26,9	35,0	68,0	—	—
3,40	321	107	26,7	35,0	68,0	—	328
3,41	319	106	26,6	35,0	68,0	—	—
3,42	317	106	—	34,5	67,5	—	323
3,43	315	105	26,2	34,0	67,0	—	—

Продолжение

Диаметр отпечатка шариком d 10 мм	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (кгс)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	30Д²	10Д²	2,5Д²	C	A	B	
3,44	313	104	26,1	34,0	67	—	319
3,45	311	104	25,9	34,0	67	—	—
3,46	309	103	25,8	33,5	67	—	315
3,47	307	102	25,6	33,0	67	—	—
3,48	306	102	25,5	33,0	67	—	311
3,50	302	101	25,2	33,0	67	—	307
3,51	300	101	25,0	32,0	67	—	—
3,52	298	99,5	24,9	32,0	67	—	302
3,53	297	98,9	24,7	32,0	66,5	—	—
3,54	295	98,3	24,6	31,5	66	—	299
3,55	293	97,7	24,5	31,0	66	—	—
3,56	292	97,2	24,3	31,0	66	—	296
3,57	290	96,6	24,2	31,0	66	—	—
3,58	288	96,1	24,0	31,0	66	—	292
3,60	285	95,0	23,7	30,0	66	—	288
3,61	283	94,4	23,6	30,0	66	—	—
3,62	282	93,9	23,5	30,0	66	—	285
3,64	278	92,8	23,2	—	—	—	281
3,65	277	92,3	23,1	29,0	65	—	278
3,66	275	91,8	22,9	29,0	65	—	278
3,67	274	91,2	22,8	28,5	65	—	—
3,68	272	90,7	22,7	28,0	65	—	274
3,70	269	89,7	22,4	28,0	65	—	271
3,71	268	89,2	22,3	28,0	65	—	—
3,72	266	88,7	22,2	28,0	65	—	268
3,73	265	88,2	22,1	27,5	64,5	—	—
3,74	263	87,7	21,9	27,0	64,0	—	265
3,75	262	87,2	21,8	27,0	64,0	—	262
3,76	260	86,8	21,7	27,0	64,0	—	262
3,77	259	86,3	21,6	26,5	64,0	—	—
3,78	257	85,8	21,5	26,0	64,0	—	259
3,80	255	84,9	21,2	26,0	64,0	—	256
3,81	253	84,4	21,2	26,0	64,0		

Продолжение

Диаметр отпечатка шариком d 10 мм	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (кгс)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	30Д²	10Д²	2,5Д²	C	A	B	
3,82	252	84,0	21,0	25,5	63,5	—	253
3,84	249	83,0	20,8	—	—	—	250
3,85	248	82,6	20,7	25,0	63	—	250
3,86	246	82,1	20,5	25,0	63	—	247
3,87	245	81,7	20,4	25,0	63	—	—
3,88	244	81,3	20,3	24,5	63	—	244
3,89	242	80,8	20,2	24,0	63	100	—
3,90	241	80,4	20,1	24,0	63	—	242
3,91	240	80,0	20,0	24,0	62,5	—	—
3,92	239	79,6	19,9	23,5	62	—	239
3,94	236	78,7	19,7	—	—	—	236
3,95	235	78,3	19,6	23,0	62	99	235
3,96	234	77,9	19,5	23,0	62,0	99	234
3,97	232	77,5	19,4	23,0	62	—	—
3,98	231	77,1	19,3	22,5	62	—	231
3,99	230	76,1	19,2	22,0	62	—	—
4,01	228	75,9	19,0	22,0	62	98	229
4,02	226	75,5	18,9	21,5	61,5	—	226
4,04	224	74,7	18,7	—	—	—	224
4,05	223	74,3	18,6	21,0	61	97	222
4,06	222	73,9	18,5	21,0	61	97	222
4,07	221	73,5	18,4	20,5	61	—	—
4,08	219	73,2	18,3	20,0	61	—	219
4,10	217	72,4	18,1	20,0	61	97	217
4,11	216	72,0	18,0	20,0	61	96	—
4,12	215	71,7	17,9	19,5	60,5	96	215
4,14	213	71,0	17,7	—	—	—	214
4,15	212	70,7	17,6	19,0	60	96	213
4,16	211	70,2	17,6	19,0	60	95	—
4,17	210	69,9	17,5	18,5	60	95	—
4,18	209	69,5	17,4	—	60	95	208
4,19	208	69,2	17,3	—	—	—	—
4,20	207	68,8	17,2	18	60	95	206

Продолжение

Диаметр отпечатка шариком d 10 *мм*	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (*кгс*)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	$30Д^2$	$10Д^2$	$2{,}5Д^2$	C	A	B	
4,21	205	68,5	17,1	—	60	94	—
4,22	204	68,2	17,0	—	60	94	203
4,23	203	67,8	17,0	—	59,5	—	—
4,24	202	67,5	16,9	—	59	—	201
4,25	201	67,1	16,8	—	59	—	201
4,26	200	66,8	16,7	—	59	93	199
4,27	199	66,5	16,6	—	58,5	—	—
4,28	198	66,2	16,5	—	—	—	197
4,30	197	65,5	16,4	—	58	93	196
4,31	196	65,2	16,3	—	58	—	—
4,32	195	64,9	16,2	—	58	92	194
4,34	193	64,2	16,1	—	58	—	192
4,35	192	63,9	16,0	—	58	92	190
4,36	191	63,6	15,9	—	58	—	190
4,37	190	63,3	15,8	—	57,5	91	—
4,38	189	63,0	15,8	—	57,0	91	188
4,40	187	62,4	15,6	—	57,0	91	186
4,41	186	62,1	15,5	—	57,0	90	—
4,42	185	61,8	15,5	—	56,5	—	—
4,44	184	61,2	15,3	—	—	90	183
4,45	183	61,5	15,4	—	56	89	183
4,46	182	60,6	15,2	—	56	—	—
4,47	181	60,4	15,1	—	56	—	—
4,48	180	60,1	15,0	—	56	89	—
4,49	179	—	15,0	—	56	89	179
4,50	179	59,5	14,9	—	56	89	178
4,51	178	59,2	14,8	—	56	—	177
4,52	177	59,0	14,7	—	56	88	176
4,55	175	—	14,5	6	55	87	174
4,60	170	56,8	14,2	4	55	86	171
4,65	167	55,5	13,9	3	54	85	166
4,70	163	54,3	13,6	2	53	84	162
4,75	159	53,0	13,3	1	53	83	159

Продолжение

Диаметр отпечатка шариком d 10 *мм*	Число твердости по Бринеллю при нагрузке P (*кгс*)			Число твердости по Роквеллу (HRC) шкала			Число твердости по Виккерсу (HV)
	$30Д^2$	$10Д^2$	$2{,}5Д^2$	C	A	B	
4,80	156	51,9	13,0	—	52	82	155
4,85	152	50,7	12,7	—	—	81	152
4,90	149	49,6	12,4	—	—	80	149
4,95	146	48,6	12,2	—	—	79	148
5,00	143	47,5	11,9	—	—	78	143
5,05	140	46,5	11,6	—	—	77	140
5,10	137	45,5	11,4	—	—	75	138
5,15	134	44,5	11,2	—	—	74	134
5,20	131	43,7	10,9	—	—	73	131
5,25	128	42,8	10,7	—	—	72	129
5,30	126	42,1	10,5	—	—	71	127
5,35	123	41,0	10,3	—	—	70	123
5,40	121	40,2	10,1	—	—	68	121
5,45	118	39,4	9,86	—	—	67	118
5,50	116	38,6	9,66	—	—	65	116
5,55	114	37,9	9,46	—	—	64	—
5,60	111	37,1	9,27	—	—	63	111
5,65	109	36,4	9,10	—	—	61	109
5,70	107	35,7	8,93	—	—	60	109
5,75	105	35,0	8,76	—	—	58	—
5,80	103	34,3	8,59	—	—	57	103
5,85	101	33,7	8,43	—	—	56	100
5,90	99,2	31,1	8,26	—	—	55	—
5,95	97,3	32,4	8,11	—	—	53	—
6,00	95,5	31,8	7,96	—	—	51	-

Примечание. Для определения по таблице числа твердости при испытании шариком диаметром 5 *мм*, диаметр отпечатка, указанный в таблице, нужно умножить на 2, а при испытании шариком в 2,5 *мм* — умножить на 4. Например, для отпечатка диаметром 1,65 *мм*, полученного при испытании шариком в 5 *мм* под нагрузкой 750 *кг*, число твердости следует искать в таблице для отпечатка 3,30 *мм* (2×1,65=3,30); оно равно 341 (см. ГОСТ 9012–59).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Основные положения	1
2 Технические требования	1
3. Типовые технологические процессы термической обработки деталей из сплавов черных металлов	1
А. Стали конструкционные	5
Б. Стали и чугуны для литых деталей	10
В. Стали инструментальные для режущего инструмента	11
Сплавы с особыми физическими свойствами	19
4. Типовые технологические процессы химико-термической обработки деталей из сплавов черных металлов	21
4.1. Науглероживание (цементация)	21
4.2. Науглероживание в твердом карбюризаторе	22
4.3. Науглероживание в специальных пастах	23
4.4. Науглероживание в газовой среде	23
4.5. Науглероживание в жидкой среде	24
4.6. Азотирование	30
4.7. Углеродоазотирование (низкотемпературное цианирование)	32
4.8. Азотонауглероживание (высокотемпературное цианирование)	33
5. Типовые технологические процессы термической обработки деталей из сплавов цветных металлов	34
6. Методы контроля	46
7. Требования безопасности	47
8. Материалы	49
Рекомендуемое приложение 1. Оборудование	51
Рекомендуемое приложение 2. Соотношение чисел твердостей, определяемых различными методами	64

Лист регистрации изменений

Изм.	Стр. (листы)	Номер извещения	Подпись	Дата	Изм.	Стр. (листы)	Номер извещения	Подпись	Дата
1	46, 49, 50	4-212	[illegible]						
2	обложка, стр 1	4-746	[illegible]						
3.	47, 48, 49	4-1084	[illegible]						
4.	5, 8, 9, 13, 18, 39, 40	4-1219	[illegible]						
5	обл, 1	4-2916 и 01.01.90г.	[illegible] 20.12.89г						

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4-1219

об изменении ОСТ4.054.004, редакция I-76, "Детали из сплавов черных и цветных металлов. Термическая и химико-термическая обработка. Типовые технологические процессы"

Срок введения с I марта 1982 г.

Лист I Листов 4

<table>
<tr><th>Номер по порядку</th><th>Номер страницы, пункта и т.п.</th><th>Содержание изменения</th><th>Изм.</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr>
<tr><td>I</td><td>Стр. 5, табл. 5</td><td>
<table>
<tr><th>Марка материала, критические точки</th><th>Операция термической обработки</th><th>...
Температура нагрева, °С</th><th>...
по Роквеллу (HRC)</th></tr>
<tr><td>45
...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr>
<tr><td></td><td>Закалка</td><td><s>820-840</s>
830-850</td><td>-</td></tr>
<tr><td></td><td>Отпуск</td><td>...
200-250
<s>200-270</s></td><td>...
45...50
<s>50...54</s></td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Стр.8, продолжение табл. 5</td><td>
<table>
<tr><th>Марка материала, критические точки</th><th>Операция термической обработки</th><th>...
Температура нагрева, °С</th></tr>
<tr><td>95Х18
...</td><td>...</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Закалка</td><td><s>1010-1070</s>
1020-1050</td></tr>
<tr><td></td><td>Отпуск</td><td>...
<s>200-260</s>
200-300</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
</table>

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4-1219 (Продолжение)

Лист 2 Листов 4

<table>
<tr><th>Номер по порядку</th><th>Номер страницы, пункта и т.п.</th><th>Содержание изменения</th><th>Изм.</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Стр. 9, продолжение табл. 5</td><td>
<table>
<tr><th>Марка материала, критические точки</th><th>Операция термической обработки</th><th>Температура нагрева, °С</th><th>Среда и условия охлаждения</th><th>Твердость по Роквеллу (HRC)</th></tr>
<tr><td>20Х13
...</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Закалка</td><td><s>1010-1040</s>
1020-1050</td><td>...</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Отпуск</td><td>...</td><td></td><td>...
26...32
<s>25...32</s>
...</td></tr>
<tr><td>40Х13
...</td><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Отпуск</td><td>...</td><td></td><td>...
50...56
<s>50...58</s></td></tr>
<tr><td></td><td>"</td><td>200-220</td><td>Воздух</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>"</td><td>220-300</td><td>"</td><td>48...50</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Стр. 9, продолжение табл. 5, графа "Относительное удлинение δ, %", 2-я строка снизу</td><td><s>69</s> 40</td><td></td></tr>
</table>

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4-1219 (Продолжение)

Лист 3 Листов 4

Номер по порядку	Номер страницы, пункта и т.п.	Содержание изменения	Изм.
			4
5	Стр. I3, продолжение табл.5, графа "Среда и условия охлаждения"	ХВГ ... — 680-700°С В печи до ~~780-800°С~~, выдержка... ... 9ХВГ ... — 680-700°С В печи до ~~770-800°С~~, выдержка...	
6	Стр. I8, продолжение табл.5, графа "Температура нагрева, °С"	95Х18 ... — ... ~~I0I0-I070~~ I020-I050 ...	
7	Стр. 39, табл.27, графа "Твердость по Бринеллю (НВ)"	... АМг6 ... — ... ~~60~~ 84 ...	

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4-1219 (Продолжение)

Лист 4 Листов 4

<table>
<tr><td>Номер по порядку</td><td>Номер страницы, пункта и т.п.</td><td>Содержание изменения</td><td>Изм.
4</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Стр.40, продолжение табл.27, графа "Среда и условия охлаждения"</td><td>
<table>
<tr><td>...</td><td>...</td></tr>
<tr><td>АД3I</td><td>В печи, 30 град/ч до 260°С, далее на воздухе</td></tr>
<tr><td>...</td><td>...</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Причина, основание для изменений</td><td colspan="2">Изменения № I-8 - отработка документа по письмам предприятий отрасли (шифр 6) № I3-42/5635 от 07.07.8I г.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Указания о внедрении</td><td colspan="2">На заделе не отражается</td></tr>
<tr><td colspan="2">Указания по внесению изменений</td><td colspan="2">Изменения № I-8 внести тушью</td></tr>
<tr><td colspan="2">Приложение</td><td colspan="2">-</td></tr>
</table>

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4- 2916

об изменении стандартов, указанных в приложении

Дата введения 01.01.90

Лист I Листов 2

Номер по порядку	Номер страницы, пункта и т.п.	Содержание изменения	Изм.
			-
I	Обложка стандарта	~~О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т~~ РЕКОМЕНДАЦИИ. (далее наименование) Р4.ХХХ.ХХХ-89 ~~ОСТ4 (ОСТ4 ГО).ХХХ.ХХХ-ХХ~~ ~~(редакция Х-ХХ)~~ ~~Издание официальное~~ ~~19ХХ~~ 1989	
		РЕКОМЕНДАЦИИ. (далее наименование) ~~Методические указания~~ Р4.040.004-89 ~~КС0.040.001~~ ~~Редакция I-74~~ Р4.040.005-89 ~~КС0.040.002~~	
		РЕКОМЕНДАЦИИ. ~~МЕТОДИЧЕСКИЕ~~ УКАЗАНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ... (далее наименование) Р4.09I.306-89 ~~КС0.09I.0I4~~ ~~Редакция I-86~~	
2	Стр.I	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ~~О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т~~ РЕКОМЕНДАЦИИ (далее наименование) Р4.ХХХ.ХХХ-89 ~~ОСТ4 (ОСТ4 ГО).ХХХ.ХХХ-ХХ~~ ~~(редакция Х-ХХ)~~ Взамен ОСТ4 (ОСТ4 ГО).ХХХ.ХХХ-ХХ (редакция -ХХ) ~~Директивным письмом организации от (дата) № (номер) срок введения (действия) установлен с (дата, даты)~~ ~~Издание официальное ГР (номер, дата)~~ ~~Перепечатка воспрещена~~	

ИЗВЕЩЕНИЕ №4-2916 (Продолжение)

Лист 2 Листов 2

Номер по порядку	Номер страницы, пункта и т.п.	Содержание изменения	Изм.
		РЕКОМЕНДАЦИИ. ~~МЕТОДИЧЕСКИЕ~~ УКАЗАНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ...(далее наименование) Р4.09I.306-89 ~~КС0.09I.0I4,~~ ~~редакция I-86~~ ~~Разработаны согласно директивному письму организации от 2 сентября I986 г.,~~ ~~№ I7-42/74/I6II~~	-
		РЕКОМЕНДАЦИИ.(далее наименование). ~~Методические указания~~ Р4.040.004-89 ~~КС0.040.00I~~ ~~Редакция I-74~~ Р4.040.005-89 ~~КС0.040.002~~ ~~Редакция I-78~~	
Причина, основание для изменений		Замена стандартов, директивное письмо от 3I.03.89 № 3/72-I46 (шифр 5)	
Указания о заделе		-	
Указания по внесению изменений		Изменения внести тушью	
Приложение		Перечень стандартов на 9 л.	

ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПЕРЕВОДУ В РЕКОМЕНДАЦИИ "Р"

Приложение к извещению об изменении 4-2916

№ п/п	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Порядковый номер изменения	Отменяемый директивный документ
I	2	3	4	5
I.	ОСТ4.029.000,ред.I-76	Магниты спеченные постоянные.Составы, свойства,назначение.	2	I7-42/I9/3I3 от 05.04.76
2.	ОСТ4 Г0.029.026,ред.I-74	Компаунды высокотеплопроводные герметизирующие.ТУ.	7	I7-42/67 от I4.II.74 Снять ограничение срока действия
3.	ОСТ4.029.030-80	Материалы и кабельные изделия для функциональной микроэлектроники.Выбор. Технические требования.	6	I7-42/I9/967 от 23.I2.80
4.	ОСТ4.050.004-78	ОСТПП.Нормативы длительности производственных циклов изготовления технологической оснастки.	2	I7-42/I9/640 от I5.II.78
5.	ОСТ4.050.009-79	ОСТПП.Нормативы плановой трудоемкости изготовления пресс-форм.	2	I7-42/I9/838 от 06.I2.79
6.	ОСТ4.050.0I3-84	ОСТПП.Нормативы плановой трудоемкости изготовления измерительного инструмента.	I	I7-42/I50/I337 от II.03.84
7.	ОСТ4.050.0I4-84	ОСТПП.Нормативы плановой трудоемкости изготовления приспособлений и кондукторов.	I	I7-42/I50/I338 от II.03.84

I	2	3	4	5
8.	ОСТ4.050.0I6-86	ОСТПП. Нормативы плановой трудоемкости изготовления зажимного и вспомогательного инструмента.	I	I7-42/73/I576 от 04.04.86
9.	ОСТ4.050.0I7-87	ОСТПП. Нормативы плановой трудоемкости изготовления режущего инструмента.	I	3/73/I668 от 02.04.87
I0.	ОСТ4.050.094-78	ОСТПП. Нормативы плановой трудоемкости изготовления штампов.	2	I7-42/I9/673 от 20.I2.78
II.	ОСТ4.054.00I,ред.I-75	Зачистка вибрационная металлических деталей. ТТП.	4	I7-42/I9/258 от 09.I2.75 Снять ограничение срока действия
I2.	ОСТ4.054.004,ред.I-76	Детали из сплавов черных и цветных металлов. Термическая и химико-термическая обработка. ТТП.	5	I7-42/I9/352 от 29.06.76
I3.	ОСТ4.054.005,ред.I-76	Сварка газовая сплавов черных и цветных металлов. ТТП.	4	I7-42/I9/344 от 23.06.76
I4.	ОСТ4.054.006,ред.I-76	Аппаратура многоканальных систем передачи. Разделка и электромонтаж коаксиальных кабелей. ТТП.	I	I7-42/I9/35I от 29.06.76
I5.	ОСТ4.054.009,ред.I-77	Устройства СВЧ. Волноводные линии. Детали и сборочные единицы, изготовленные методом гальванопластики. ТТП.	2	I7-42/I9/446 от 24.06.77
I6.	ОСТ4.054.0I5,ред.I-77	Плавка и разливка сплавов цветных металлов. ТТП.	2	I7-42/I9/470 от 30.09.77
I7.	ОСТ4.054.0I6-77	Электромонтаж комплексов электросвязи. Производство работ. Прокладка кабелей. ТТП.	3	I7-42/I9/498 от 20.I2.77

I	2	3	4	5
I8.	ОСТ4.054.0I8,ред.I-77	Шлифование алмазное плоское деталей из хрупких неметаллических материалов.ТТП.	2	I7-42/I9/497 от I9.I2.77
I9.	ОСТ4.054.026-78	Реле слаботочные.Сварка световым лучом. ТТП.	I	I7-42/I9/563 от 07.04.78
20.	ОСТ4.054.027-78	Реле слаботочные.Пайка индукционная.ТТП.	I	I7-42/I9/562 от 07.04.78
2I.	ОСТ4.054.028-87	Монтаж металлоконструкций и изделий.ТТП.	I	3/72/I743 от 30.I2.87
22.	ОСТ4.054.029-78	Электромонтаж комплексов электросвязи. Производство работ.Герметизация проемов. ТТП.	3	I7-42/I9/608 от I0.07.78
23.	ОСТ4.054.030-78	Металлизация деталей из полимерных и неорганических материалов.ТТП.	3	I7-42/I9/7II от 07.02.79
24.	ОСТ4 Г0.054.03I,ред.I-7I	Уборка и переработка металлических отходов.Типовые процессы.	2	I9/5833/22-209Г от 30.06.7I
25.	ОСТ4.054.035-78	Элементы пружинные из сплавов черных и цветных металлов.Термическая обработка. ТТП.	3	I7-42/I9/68I от 28.I2.78
26.	ОСТ4.054.039-78	Электромонтаж комплексов электросвязи. Производство работ.Монтаж антенно-мачтовых сооружений и антенно-фидерных устройств.ТТП.	2	I7-42/I9/740 от 27.04.79
27.	ОСТ4.054.040-78	Плавка и разливка сплавов черных металлов.ТТП.	I	I7-42/I9/697 от I8.0I.79
28.	ОСТ4.054.044-78	Реле слаботочные.Изготовление оснований цоколей.ТТП.	I	I7-42/I9/668 от 03.0I.79

I	2	3	4	5
29.	ОСТ4.054.045-80	Приборы электронные измерительные. Упаковывание. ТТП.	3	I7-42/I9/963 от 27.II.80
30.	ОСТ4.054.046-79	Пластмассы. Изготовление деталей. ТТП.	3	I7/I9/800 от 03.I0.79
3I.	ОСТ4.054.050-79	Сварка электродуговая сплавов черных и цветных металлов. ТТП.	3	I7-42/I9/803 от 04.II.79
32.	ОСТ4.054.052-79	Катушки индуктивности с карбонильными броневыми сердечниками типа "СБ". ТТП.	I	I7-42/I9/858 от 08.0I.80
33.	ОСТ4.054.055-80	Детали из магнитно-мягких материалов. Термическая обработка. ТТП.	5	I7-42/I9/897 от 02.04.80
34.	ОСТ4.054.056-80	Электромонтаж комплексов электросвязи. Производство работ. Оконцевание и подключение кабелей к аппаратуре и коммутационным устройствам. ТТП.	2	I7-42/I9/936 от 0I.09.80
35.	ОСТ4.054.057-80	Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Катушки индуктивности. Типовые технологические процессы автоматизированной намотки.	2	I7-42/I9/900 от I4.II.80
36.	ОСТ4.054.059-80	Подложки акустоэлектроники и СВЧ интегральных микросхем. Разделение. Образование отверстий. ТТП.	2	I7-42/I9/979 от I2.0I.8I
37.	ОСТ4.054.063-83	Упрочнение деталей химико-термической обработкой. Карбонитрация. ТТП.	I	I7-42/I50/I25I от 25.07.83
38.	ОСТ4.054.064-84	Подложки полупроводниковые интегральных микросхем. Механическая обработка. ТТП.	I	I7-42/I50/I344 от 23.03.84
39.	ОСТ4.054.065-84	Элементы индуктивные с ферритовыми сердечниками типа Б. ТТП.	I	I7-42/I50/I3I4 от I0.0I.84

I	2	3	4	5
40.	ОСТ4.054.067-84	Электромонтаж комплексов электросвязи. Монтаж кабелей и проводов в соединители. ТТП.	I	I7-42/73/I392 от 29.08.84
4I.	ОСТ4.054.068-85	Сборка жгутов и кабелей с применением термоусаживаемых материалов. ТТП.	I	I7-42/73/I487 от I5.08.85
42.	ОСТ4.054.070-85	Покрытия ионно-плазменные для режущего инструмента. ТТП.	I	I7-42/73/I522 от 27.II.85
43.	ОСТ4.054.07I-85	Разделка оптического волокна, оптического кабеля. ТТП.	I	I7-42/73/I540 от 29.I2.85
44.	ОСТ4.054.072-85	Сварка оптического волокна оптического кабеля. ТТП.	I	I7-42/73/I54I от 29.I2.85
45.	ОСТ4.054.075-87	Литье под низким регулируемым давлением. ТТП.	2	3/73/I698 от 28.08.87
46.	ОСТ4.054.076-88	Панели лицевые, планки с надписями. Методы изготовления. ТТП.	I	3/72/8II от 02.I2.88
47.	ОСТ4 Г0.054.I02, ред. I-74	Поглотители высокочастотной энергии объемные. ТТП.	9	I7-42/55 от 24.09.74
48.	ОСТ4 Г0.054.I03, ред. I-74	Детали приборов высокоточные металлические. Стабилизация размеров термической обработкой. ТТП.	9	I7-42/52 от 24.09.74
49.	ОСТ4 Г0.054.II4, ред. I-75	Штамповка жидкого металла деталей из цветных сплавов. ТТП.	5	I7-42/I9/I68 от I9.05.75
50.	ОСТ4.060.037-78	Оснастка организационная. Тара производственная для легковоспламеняющихся жидкостей, кислот и щелочей. ОТТ.	2	I7-42/I9/569 от I4.04.78
5I.	ОСТ4.060.055-85	Инструмент режущий для гибких автоматизированных производств обработки резанием. Руководство по выбору.	2	I7-42/73/I5II от 24.I0.85
52.	ОСТ4.060.056-87	Инструмент для микросварки и микропайки. ОТУ.	2	3/73/I688 от 24.06.87

I	2	3	4	5
53.	ОСТ4 065.000-77	Станки намоточные. Руководство по выбору	I	I7-42/I9/500 от 20.I2.77
54.	ОСТ4.09I.043-84	ОСТПП. Основные требования.	I	I7-42/74/I4I3 от I3.II.84
55.	ОСТ4.09I.070-79	ОСТПП. Детали из сплавов цветных металлов, изготавливаемые литьем под давлением. Требования технологические к конструкциям.	3	I7-42/I6/866 от 28.0I.80
56.	ОСТ4.09I.07I-80, ч.I,2	ОСТПП. Детали, обрабатываемые резанием. Требования технологические к конструкциям.	4	I7-42/I6/9I2 от 06.05.80
57.	ОСТ4.09I.085, ред.I-77	ОСТПП. Автоматизированная система проектирования технологических процессов. Обработка резанием. Проектирование наладок для токарно-револьверных автоматов.	3	I7-42/I9/5I4 от 29.I2.77
58.	ОСТ4.09I.087-78	ОСТПП. Автоматизированная система проектирования технологических процессов. Обработка на станках с ЧПУ. Система автоматизации программирования. Основные положения.	I	I7-42/I9/565 от 07.04.78
59.	ОСТ4.09I.I02-78	ОСТПП. Детали, изготовляемые формообразованием из полимерных материалов. Требования технологические к конструкциям.	5	I7-42/I6/66I от I5.I2.78
60.	ОСТ4.09I.I09-79	ОСТПП. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. (САПРТП). Обработка резанием. Кодирование исходной информации.	I	I7-42/I9/756 от 02.07.79

I	2	3	4	5
6I.	ОСТ4.09I.II9-79	ОСТПП.Система автоматизированного проектирования технологических процессов (САПРТП). Сборка и монтаж печатных узлов с использованием конвейерных линий.	3	I7-42/I9/8I7 от I5.I0.79
62.	ОСТ4.09I.I20-79	ОСТПП.Сборка.Жгуты наборные разветвленные. Классификация,кодирование и группирование по конструктивно-технологическим признакам.	3	I7-42/I6/778 от 25.09.79
63.	ОСТ4.09I.I2I-79	ОСТПП.Детали, изготовляемые холодной штамповкой.Требования технологические к конструкциям.	3	I7-42/I6/777 от 25.09.79
64.	ОСТ4.09I.I35-80	ОСТПП.Автоматизированная система проектирования технологических процессов.Обработка на станках с ЧПУ.Проектирование управляющих программ к фрезерным, электроэрозионным станкам и координатно-револьверным прессам.	I	I7-42/I9/9I0 от 2I.04.80
65.	ОСТ4.09I.I5I-80	ОСТПП.Сетевое планирование и управление процессом технологической подготовки производства.	I	I7-42/I6/927 от I5.07.80
66.	ОСТ4.09I.I55-80	ОСТПП.Обеспечение производства технологической оснасткой.Типовая структура организации инструментального хозяйства предприятия.	2	I7-42/I9/956 от 22.I0.80
67.	ОСТ4.09I.I7I-8I	ОСТПП.Номенклатура базовых показателей технологичности для бытовой радиоэлектронной аппаратуры и метод их расчета.	3	I7-42/I6/I047 от I7.08.8I
68.	ОСТ4.09I.I73-8I	ОСТПП.Требования технологические к конструкциям деталей,изготовляемых порошковой металлургией.	3	I7-42/I6/I030 от 07.07.8I

I	2	3	4	5
69.	ОСТ4.09I.I79-8I	ОСТПП.Правила проведения конструкторско-технологического анализа состава изделия.	2	I7-42/I6/I073 от 23.I2.8I
70.	ОСТ4.09I.I96-82	ОСТПП.Подсистема автоматизированного проектирования технологических процессов. Содержание операций и переходов сборки.	3	I7-42/I50/II90 от I8.0I.83
7I.	ОСТ4.09I.234-83	Покрытия металлические и неметаллические неорганические.Организация ГАП.	I	I7-42/I50/I296 от I9.I2.83
72.	ОСТ4.09I.249-85	ОСТПП.Классификация,кодирование и группирование сборочных единиц по конструктивно-технологическим признакам.Основные положения.	I	Указание № 26I от 29.07.85
73.	ОСТ4.09I.250-85	ОСТПП.Технологический классификатор сборочных единиц вида "кабельно-жгутовые".	I	Указание № 26I от 29.07.85
74.	ОСТ4.09I.25I-85	ОСТПП.Технологический классификатор сборочных единиц вида "намоточные".	I	Указание № 26I от 29.07.85
75.	ОСТ4.09I.252-85	ОСТПП.Технологический классификатор сборочных единиц вида "сборочно-электрорадиомонтажные на печатных платах"	I	Указание № 26I от 29.07.85
76.	ОСТ4.09I.253-85	ОСТПП.Технологический классификатор сборочных единиц вида"электрорадиомонтажные".	I	Указание № 26I от 29.07.85
77.	ОСТ4.09I.254-85	ОСТПП.Технологический классификатор сборочных единиц вида "разъемно-неразъемные".	I	Указание № 26I от 29.07.85
78.	ОСТ4.09I.255-84	ОСТПП.Жгуты наборные разветвленные.Требования технологические к конструкциям.	2	I7-42/74/I400 от 27.09.84

I	2	3	4	5
79.	ОСТ4.09I.256-84	ОСТПП.Сборка печатных узлов.Организация ГАП.	I	I7-42/73/I436 от II.0I.85
80.	ОСТ4.09I.257-85	ОСТПП.Обработка резанием.Общие требования к организации ГПС.	2	I7-42/73/I468 от 05.06.85
8I.	ОСТ4.09I.26I-85	ОСТПП.Документация предприятия по технологической подготовке производства.Формы и правила оформления	2	I7-42/74/I452 от 27.03.85
82.	ОСТ4.09I.262-85	Порядок установления лимитной и проектной трудоемкости изделий.	3	Указание №20 от I5.0I.86
83.	ОСТ4.09I.27I-85	Организация работ по созданию ГПС.Основные положения.	I	I7-42/73/I545 от I3.0I.86
84.	ОСТ4.09I.276-86	ГПС.Автоматизированный межцеховой транспорт.Составные части конвейера КПП-I.Руководство по выбору.	I	I7-42/73/I607 от I3.08.86
85.	ОСТ4.09I.277-86	ОСТПП.Системы производственные гибкие.Требования к организации производства и труда.Основные положения.	I	I7-42/73/I602 от 02.07.86
86.	ОСТ4.09I.279-87	Средства транспортные межоперационные напольные для гибких производственных систем.Руководство по выбору.	I	3/73/I672 от 24.04.87
87.	ОСТ4.09I.285-87	АРЭБ.Порядок проведения анализа причин отказов, вызванных дефектами в материалах.	I	3/72/I722 от II.II.87
88.	ОСТ4.09I.286-87	АРЭБ.Организация и проведение входного контроля материалов на предприятиях.	I	3/72/I7I7 от 29.I0.87
89.	КСО.040.00I,ред.I-74	Порядок внедрения стандартов единой системы технологической документации.МУ.	25	
90	КСО.040.002,ред.I-78	Порядок внедрения стандартов единой системы защиты от коррозии и старения.Методические указания.	7	
9I.	КСО.09I.0I4,ред.I-86	Методические указания по внедрению классификатора технологических операций машиностроения и приборостроения.	2	

ИЗВЕЩЕНИЕ № 4-746

об изменении ОСТ4.054.004, редакция I-76, "Детали из сплавов черных и цветных металлов. Термическая и химико-термическая обработка. Типовые технологические процессы"

Срок введения с I июня 1980 г.

Номер по порядку	Номер страницы, пункта и т.п.	Содержание изменения	Изм.
			2
	Обложка, стр.I	На первой странице стандарта проставить штамп "Проверен в 1979 г."	
Причина, основание для изменений		Простановка штампа (шифр 0)	
Указания о внедрении		-	
Указания по внесению изменений		Проставить штамп "Проверен в 1979г." по ОСТ4.090.006 или сделать такую надпись	
Приложение		-	

Главный инженер Б.А.Грачев

тираж 1100 экз. Заказ 1147

Продолжение табл.

Марка материала	Операция термической обработки	Режимы термической обработки		Механические свойства		
		Температура нагрева, °С	Среда и условия охлаждения	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Твердость по Бринеллю (НВ)
М3	Отжиг	550—750	Вода или воздух	24	30	35
Л96	Отжиг	540—600	Вода или воздух	24	50	40
Л90	Отжиг	650—720	Воздух	26	40	50
Л85	Отжиг	650—720	Воздух	28	40	50
Л80	Отжиг	660—700	Воздух	30	40	50
Л68	Отжиг	550—650	Воздух	30	40	50
Л63	Отжиг	450—650	Воздух	30	30	50
ЛЖМц 59—1—1	Отжиг	600—650	Воздух	45	28	80
ЛМц 58—2	Отжиг	600—650	Воздух	40	20	85
Л062—1	Отжиг	450—600	Воздух	35	25	80
ЛС59—1	Отжиг	450—650	Воздух	35	25	75
ЛК80—3(Л)	Отжиг	600—700	Воздух	30	30	60
БрАМц 9—2	Отжиг	650—750	Воздух	40	20	160
	Закалка	900—920	Вода	—	—	—
	Отпуск	300—350	Воздух	60	20	140
БрАЖ9—4	Отжиг	600—700	Воздух	55	15	110
	Закалка	940—960	Вода	—	—	—
	Отпуск	250—300	Воздух	60	10	140
БрЛЖМц 10—3—1,5	Отжиг	650—750	Воздух	60	30	120
	Закалка	920—940	Вода	—	—	—
	Отпуск	300—350	Воздух	60	10	160
БрАЖН 10—4—4	Отжиг	700—750	Воздух	60	35	140
	Закалка	910—930	Вода	—	—	—
	Отпуск	640—660	Воздух	65	5	200
	Закалка	970—990	Вода	—	—	—
	Отпуск	390—410	Воздух	—	—	380...410
Бр/ОФ 7—0,2	Отжиг	600—650	Воздух	35	55	75

Примечание. Для снятия внутренних напряжений в деталях из сплавов на основе меди следует применять отжиг в интервале температур 250—300°С.

gost.e-ecolog.ru