

Технический комитет по стандартизации
«Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК259)
Акционерное общество «Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»



СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 026-2005

Арматура трубопроводная
ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ЗАГОТОВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ
КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ
Типовой технологический процесс

Санкт-Петербург
2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА») и Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей (НПАА).

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 10.06.2005 г. № 29.

3 СОГЛАСОВАН:

- Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК259);
- ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» (письмо №6-11/984 от 19.07.2005).

4 ВЗАМЕН РТМ 26-07-141-73 «Детали трубопроводной арматуры. Термическая обработка заготовок из углеродистых и легированных конструкционных сталей»

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ с учетом изменений № 1 (2008г.), № 2 (2010г.), № 3 (2016г.)

По вопросам заказа стандартов ЦКБА обращаться в НПФ «ЦКБА»

по телефонам (812) 458-72-21, 458-72-04, факс (812) 458-72-22

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

E-mail: standard@ckba.ru

© АО «НПФ «ЦКБА», 2005

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

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Режимы термической обработки	5
4 Оформление документации	10
Приложение А (обязательное) Механические свойства углеродистых и легированных конструкционных сталей в зависимости от толщины (диаметра) заготовки	11
Приложение Б (рекомендуемое) Методика расчета времени нагрева садки	16
Приложение В (рекомендуемое) Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке	18
Приложение Г (справочное) Примечания к измерениям твердости по шкале «С» Роквелла ..	19
Библиография	20

С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Типовой технологический процесс

Дата введения – 2006-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит основные технологические указания по термической обработке кованых и катаных заготовок для деталей трубопроводной арматуры из углеродистых и легированных конструкционных сталей марок: Ст3сп, Ст3пс, Ст5 по ГОСТ 380, сталь 20, 25, 35, 40, 45 по ГОСТ 1050, 09Г2С, 10ХСНД по ГОСТ 19281, 08ГДНФ по ТУ 108-11-514-80, 10Г2, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 18ХГ, 30ХМА, 35ХМ, 20ХНЗА, 40ХФА, 40ХН2МА (40ХМА), 38ХН3МФА, 18Х2Н4МА (18Х2Н4ВА), 38Х2МЮА (38ХМЮА), 15ХМ по ГОСТ 4543, 12Х1МФ (12ХМФ), 18Х3МВ (ЭИ578, Н8), 25Х1МФ (ЭИ10), 20Х3МВФ (ЭИ415, ЭИ579), 15Х5М (Х5М, 12Х5МА) по ГОСТ 20072, 20ЮЧ по ТУ 14-1-3332-82.

2 Нормативные ссылки

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

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия

3 Зам.

ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия

ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 20072-74 Сталь теплоустойчивая. Технические условия

ТУ 14-1-3332-82 Сталь горячекатаная сортовая, стойкая к коррозионному растрескиванию.

Опытная партия

ТУ 108-11-514-80 Поковки из легированных сталей. Технические условия

3 Режимы термической обработки

3.1 Для обеспечения необходимых показателей механических свойств и твердости заготовки деталей должны быть подвергнуты термической обработке: нормализации или закалке (нормализации) с отпуском.

3.2 Механические свойства сталей, определяемые на продольных образцах, вырезанных из заготовок, в зависимости от толщины (диаметра) приведены в приложении А (таблица 1).

Рекомендуемые режимы термической обработки заготовок для получения соответствующего предела текучести в зависимости от толщины (диаметра) заготовок приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы термической обработки углеродистых и легированных конструкционных сталей

Марка стали	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²), не менее	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Закалка, нормализация		Отпуск		Твердость, HB (HRC ²)			
			Темпера- турата, °C	Охлаж- дающая среда	Темпера- турата, °C	Охлаж- дающая среда				
Ст3сп	195 (20)	300	От 900				111-156			
Ст3пс	175 (18)	300	до 950				101-143			
Ст5	245 (25)	100	850-880	Воздух			143-179			
	195 (20)	500					111-156			
Режим I										
20	215 (22)	300	900-920	Воздух		Воздух	123-167			
	195 (20)	300					111-156			
	175 (18)	800					101-143			
Режим II										
25	215(22)	300	900-920	Вода или воздух	600-680		123-167			
	195 (20)	300					111-156			
	175 (18)	800					101-143			
35 ¹⁾	245 (25)	100	890-910	Воздух			143-179			
	215 (22)	300					123-167			
35 ¹⁾	275 (28)	100	880-900	Вода или масло	600-650		156-197			
	245 (25)	800					143-179			
	315 (32)	100	860-880				167-207			
	275 (28)	300					156-197			

3 Зам.

Продолжение таблицы 1

Марка стали	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, MPa (кгс/мм ²), не менее	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Закалка, нормализация		Отпуск		Твердость, HB (HRC ²)
			Температура, °C	Охлаждающая среда	Температура, °C	Охлаждающая среда	
40 ¹⁾	275 (28)	300	870-890	Воздух			156-197
	345 (35)	100	830-850		580-640		174-217
45	785 (80)	40	830-860	Вода от 20°C до 40°C	350-400		293-331
	540 (55)	50			540-560		223-262
	440 (45)	120			560-600		197-235
09Г2С	345 (35)	10	930-940	Вода			174-217
	323 (33)	20			630-640		167-207
	304 (31)	32					143-197
	284 (29)	60					197-235
	275 (28)	80					100-120
	265 (27)	160					123-167
10ХСНД	390 (40)	125	930-950		650-680		
10Г2	215 (22)	100	910-930	Воздух			
		200					
		400					
		800					
30ХМА	635 (65)	80	860-880	Вода или масло	540-600		229-286
	540 (55)	120			620-640		223-262
	395 (40)	300			640-660		187-229
35ХМ	1176 (120)	30	840-860	Масло	200-220		(48,4-52,2)
	785 (80)	50			560-580		293-331
	640 (65)	80			560-600		229-286
	590 (60)	120			600-630		235-277
	490 (50)	200			640-660		212-248
20ХН3А	685 (70)	50	820-840	Масло	500-580	Вода или масло	248-293
	640 (65)	80					262-311
40ХН2МА (40ХМА)	1470 (150)	20	840-860	Масло	200-250	Масло или воздух	(49,3-54,2)

Продолжение таблицы 1

Марка стали	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, MPa (кгс/мм ²), не менее	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Закалка, нормализация		Отпуск		Твердость, HB (HRC ²)	
			Температура, °C	Охлаждающая среда	Температура, °C	Охлаждающая среда		
40Х2МА (40ХМА)	785 (80)	80	840-860	Масло	550-560	Вода или масло	293-331	
	735 (75)	100			550-620		277-321	
	590 (60)	240			570-600		235-277	
	490 (50)	500			580-620		212-248	
40ХФА	640 (65)	60	880-900		660-680	Воздух	248-293	
	540 (55)	100			670-700		223-262	
	440 (45)	300			680-700		197-235	
38ХН3МФА	1176 (120)	30	840-860	Масло или через воду в масло	550-570	Масло или воздух	42,5-46,4	
	980 (100)	100			570-580		39,6-43,5	
	880 (90)	150			580-590		34,8-42,5	
	785 (80)	240			590-600		30,9-38,6	
	685 (70)	350			600-620		28-33,8	
18Х2Н4МА (18Х2Н4ВА)	635 (65)	200	845-875	Масло	620-650		248-293	
38Х2МЮА (38ХМЮА)	835 (85)	40	935-965	Масло	620-650	Вода или масло	(32,8-38,7)	
	590 (60)	160						
15ХМ	490 (50)	100	910-930	Вода	560-580	Воздух	197-217	
	255 (26)	300	930-950	Воздух	620-640		143-163	
12Х1МФ (12ХМФ)	255 (26)	250	960-980	Воздух или масло	740-760		131-170	
18Х3МВ	440 (45)	100	965-995	Масло	680-730		197-235	
25Х1МФ	590 (60)	200	940-960		660-680		235-272	
	685 (70)	150			640-660		269-311	
20Х3МВФ	735 (75)	25	1030-		660-700		277-321	
	635 (65)	400	1080				248-293	
15Х5М (12Х5МА, X5M)	294 (30)	200	950-970	Воздух	750-770	В печи до 400 °C, далее на воздухе	149-197	

Окончание таблицы 1

Марка стали	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²), не менее	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Закалка, нормализация		Отпуск		Твердость, HB (HRC ²)	
			Температура, °C	Охлаждающая среда	Температура, °C	Охлаждающая среда		
08ГДНФ	440 (45)	200	900-940	Вода	590-630	Воздух	159-208	
	395 (40)			Воздух			159-192	
20Х	345 (35)	80	880-900	Вода	500-560	Воздух	174-217	
30Х	440 (45)	60	850-870	470-530	500-550	Вода или масло	197-235	
	395 (40)	150					187-229	
35Х	640 (65)	60	840-870	500-550	500-550		248-293	
	590 (60)	80					235-277	
	440 (45)	120					197-235	
40Х	1274 (125)	25	840-870	130-200 400-420 500-560 560-580 580-600 600-620 620-660	Масло или через воду в масло	Воздух или масло	(46,4-53,1)	
	880 (90)	30					(36,7-43,5)	
	785 (80)	30					293-331	
	685 (70)	50					262-311	
	540 (55)	80					223-262	
	490 (50)	120					212-248	
	440 (45)	200					197-235	
18ХГ	735 (75)	15	865-895	Масло	200-220	Воздух	277-321	
	440 (45)	80			650-700		197-235	
20ЮЧ	235 (24)	До 180	900-920	Воздух	-	-	не более 190	

1) По указанию технологической документации при нормализации заготовок сечением более 200 мм из сталей марок 35 и 40 для снятия напряжений производится отпуск при температуре от 620 до 650 °C.

2) См. примечания к измерениям твердости по шкале Роквелла (приложение Г).

(Измененная редакция, Изм. 3)

Режимы термообработки стали, для которой необходимо получить предел текучести, не указанный в таблице 1, а также для сталей, не приведенных в настоящем стандарте, устанавливает изготовитель.

3.3 Если в сопроводительной документации на данную партию проката или поковок из стали марок Ст3, Ст5, 20, 25, 30, 40 имеется указание о проведенной нормализации, то повторную нормализацию заготовок из этой партии можно не проводить при условии соответствия механических свойств или твердости требованиям чертежа.

3.4 Термической обработке рекомендуется подвергать заготовки после предварительной механической обработки в наименьших сечениях, без надрезов, резких переходов и острых углов, являющихся местами концентрации напряжений.

3.5 Перепад температуры в рабочем пространстве печи не должен превышать 25 °C.

3.6 При установке термопар в печи, их концы (горячий спай) должны находиться на расстоянии не более 100 мм от поверхности заготовок.

Правильность показаний рабочих термопар периодически должна проверяться по контрольной платиновой термопаре.

3.7 Рекомендуемая температура печи во время посадки заготовок для термообработки в зависимости от толщины (диаметра) заготовки приведена в таблице 2 [1].

Таблица 2 - Рекомендуемая температура печи

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Наибольшая температура печи при посадке заготовок на закалку (нормализацию), °C	Наибольшая температура печи при посадке заготовок на отпуск, °C
Ст3сп, Ст5, Ст3пс, 20, 25, 35, 40, 45, 09Г2С, 18ХГ, 10Г2, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 30ХМА, 35ХМ, 40ХФА, 15ХМ	100	850	Температура отпуска
	Св. 100	650	
38Х2МЮА, 10ХСНД, 08ГДНФ, 12Х1МФ, 18Х3МВ, 25Х1МФ, 20Х3МВФ, Х5М	100	700	Температура отпуска
	Св. 100	450	
40ХНМА, 20ХНЗА, 38ХН3МФА, 18Х2Н4ВА	100	700	200
	Св. 100	450	

3.8 Время прогрева садки устанавливается с учетом наибольшей толщины (диаметра) заготовок, веса садки и расположения заготовок на поду печи.

Рекомендуемые нормы выдержки при нагреве: в пламенных печах – 1 минута, в электропечах от 1,5 до 2 минут, в соляных ваннах – 0,5 минуты, в свинцовых ваннах от 0,1 до 0,15 минуты на 1 мм толщины (диаметра).

Для более точного расчета времени прогрева садки (время нагрева и выравнивания температуры по сечению) в пламенных и электрических печах может быть рекомендована методика, приведенная в рекомендуемом приложении В. Методика пригодна для расчета при условии, что скорость нагрева не ограничена, а температура посадки заготовок в печь примерно равна температуре проведения операции.

3.9 Нагрев заготовок для закалки (нормализации) производится с производственной скоростью, если скорость нагрева в технологии не указана.

3.10 Время выдержки после полного прогрева садки (при нагреве под закалку, нормализацию) устанавливается технологической картой термической обработки с учетом массы садки из расчета нормы выдержки на 1 мм наибольшей толщины (диаметра) заготовок: для углеродистых сталей 1 минута, для легированных – от 1,5 до 2 минут.

Рекомендуемое время выдержки заготовок в печи при температурах отпуска в зависимости от толщин (диаметра) заготовки и массы садки заготовок приведено в таблице 3 [1].

3.11 При охлаждении заготовок (в процессе закалки) через воду в масло температура воды должна быть в пределах от 30 до 40 °C. При охлаждении массивных заготовок в масле начальная температура его, во избежание загорания, не должна превышать 50 °C.

Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке приведена в приложении В (таблица В.1 [3]).

Т а б л и ц а 3 - Рекомендуемое время выдержки заготовок в печи

Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Наибольшая масса садки заготовок, кг	Выдержка (после прогрева металла садки) при температуре отпуска, ч	
		Для стали марок: Ст3сп, Ст3пс, Ст5, 20, 25, 35, 09Г2С, 40, 45, 10Г2, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 18ХГ, 30ХМА, 38ХМЮА, 35ХМ, 40ХФА, 15ХМ	Для стали марок: 10ХСНД, 08ГДНФ, 20ХН3А, 40ХНМА, 38ХН3МФА, 15Х5М, 18Х2Н4ВА, 12Х1МФ, 20Х3МВФ, 18Х3МВ, 25Х1МФ
100	500	2,0 - 2,5	2,0 - 3,0
	1000	2,5 - 3,0	3,0 - 3,5
	1500	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0
Св. 100	500	2,5 - 3,0	3,0 - 3,5
	1000	3,0 - 3,5	3,5 - 4,0
	1500	3,5 - 4,0	4,0 - 4,5

3.12 Время между охлаждением после закалки и началом отпуска для заготовок из стали мартенситного класса марок 15Х5М, 18Х2М4ВА не должно превышать 3-х часов.

3.13 Нагрев заготовок для отпуска производится с производственной скоростью. Для сталей перлитно-мартенситного и мартенситного класса марок 18Х2Н4МА, 38ХН3МФА, 20ХН3А скорость нагрева не должна превышать 240 °С/ч; для этого рекомендуется назначать ступенчатый режим нагрева с полным прогревом при температуре от 300 до 400 °С.

Указанное ограничение скорости нагрева рекомендуется, чтобы избежать появления в структуре отпущененной стали ориентации сорбита по мартенситу, что ведет к снижению ударной вязкости стали.

3.14 Учитывая индивидуальные особенности термического оборудования предприятия-изготовителя, допускаются отклонения от рекомендуемых режимов термической обработки в части длительности выдержек, температуры отпуска и температуры печи во время посадки заготовок для термообработки при условии обеспечения механических свойств или твердости металла согласно требованиям чертежа.

Другие отклонения должны быть согласованы:

- для изделий АС и ВМФ – с головной материаловедческой организацией;
- для изделий МО и РФ – с представителем заказчика.

4 Оформление документации

4.1 Необходимость проведения термической обработки и контроля механических свойств заготовок должно быть оговорено в чертежах со ссылкой на настоящий стандарт.

4.2 Фактический режим термической обработки заготовок должен фиксироваться в журнале термического цеха или участка с указанием обозначения чертежей деталей.

4.3 После выполнения термической обработки должны быть зафиксированы номер садки, номер печи (для печной термической обработки) и дата проведения термической обработки.

Приложение А
(обязательное)

Механические свойства углеродистых и легированных конструкционных сталей в зависимости от толщины (диаметра) заготовки

(Измененная редакция, Изм. 3)

Таблица А.1 – Механические свойства углеродистых и легированных конструкционных сталей в зависимости от толщины (диаметра) заготовки

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства					Твердость HB (HRC ¹⁾)
		Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²), не менее	Временное сопротивление разрыву, σ_b , МПа (кгс/мм ²), не менее	Относительное удлинение δ_5 , %, не менее	Относительное сужение, ψ , %, не менее	Ударная вязкость, KСU, кДж/м ² (кгс·м/см ²), не менее	
Ст3сп	300	195 (20)	390 (40)	23	50	540 (5,5)	111-156
Ст3пс	300	175 (18)	355 (36)	24	50	590 (6,0)	101-143
Ст5	100	245 (25)	470 (48)	22	48	490 (5,0)	143-179
	500	195 (20)	390 (40)	20	45	490 (5,0)	111-156
20	300	215 (22)	430 (44)	20	48	490 (5,0)	123-167
	300	195 (20)	390 (40)	23	50	540 (5,5)	111-143
	800	175 (18)	355 (36)	20	40	490 (5,0)	143-179
25	100	245 (25)	470 (48)	22	48	490 (5,0)	143-179
	300	215 (22)	390 (40)	20	48	490 (5,0)	123-167
35	100	275 (28)	530 (54)	20	40	441 (4,5)	156-197
	800	245 (25)	470 (48)	15	30	343 (3,5)	143-179
	100	315 (32)	570 (58)	17	38	392 (4,0)	167-207
	300	275 (28)	530 (54)	17	38	343 (3,5)	156-197
40	300	275 (28)	530 (54)	17	38	343 (3,5)	156-197
	100	345 (35)	590 (60)	18	45	588 (6,0)	174-217
45	40	785 (80)	930 (95)	12	40	490 (5,0)	293-331
	50	540 (55)	785 (80)	10	40	490 (5,0)	223-262
	120	440 (45)	676 (69)	17	40	490 (5,0)	197-235

Продолжение таблицы А.1

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства					Твердость НВ (HRC ¹⁾)
		Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, MPa (кгс/мм ²), не менее	Временное сопротивление разрыву, σ_b , MPa (кгс/мм ²), не менее	Относительное удлинение, δ_5 , %, не менее	Относительное сужение, ψ , %, не менее	Ударная вязкость, KCU, кДж/м ² (кгс·м/см ²), не менее	
10ХСНД	125	395 (40)	615 (63)	15	40	539 (5,5)	197-235
09Г2С	10	345 (35)	490 (50)	21	-	588 (6,0)	174-217
	20	323 (33)	470 (48)				
	32	304 (31)	461 (47)				
	60	284 (29)	451 (46)				
	80	275 (28)	441 (45)				
	160	265 (27)	430 (44)				
10Г2	100	215 (22)	430 (44)	22	53	539 (5,5)	123-167
	200			20	48	441 (4,5)	
	400			18	40	392 (4,0)	
	800			16	35	343 (3,5)	
08ГДНФ	200	440 (45)	539 (55)	20	45	392 (4,0)	159-208
		395 (40)	490 (50)	20	45	392 (4,0)	159-192
20Х	80	345 (35)	590 (60)	16	45	588 (6,0)	174-217
30Х	60	440 (45)	635 (65)	16	45	588 (6,0)	197-235
	150	395 (40)	615 (63)	15	40	539 (5,5)	187-229
35Х	60	640 (65)	785 (80)	13	45	588 (6,0)	248-293
	80	590 (60)	685 (70)	14	45	588 (6,0)	235-277
	120	440 (45)	635 (65)	14	40	539 (5,5)	197-235
40Х	25	1275 (130)	1470 (150)	7	25	~ 294 (3,0)	(46,4-51,3)

Продолжение таблицы А.1

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства					Твердость HB (HRC ¹⁾)
		Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²), не менее	Временное сопротивление разрыву, σ_b , МПа (кгс/мм ²), не менее	Относительное удлинение, δ_5 , %, не менее	Относительное сужение, ψ , %, не менее	Ударная вязкость, KСU, кДж/м ² (кгс·м/см ²), не менее	
40Х	30	880 (90)	1078 (110)	~ 7	~ 35	~ 392 (4,0)	(36,7-43,5)
	30	785 (80)	930 (95)	12	40	588 (6,0)	293-331
	50	675 (70)	835 (85)	13	42	588 (6,0)	262-311
	80	540 (55)	685 (70)	15	45	588 (6,0)	223-262
	120	490 (50)	655 (67)	13	40	490 (5,0)	212-248
	200	440 (45)	635 (65)	14	40	539 (5,5)	197-235
18ХГ	15	735 (75)	880 (90)	10	40	-	277-321
	80	440 (45)	635 (65)	16	45	588 (6,0)	197-235
30ХМА	80	От 640 до 785 (от 65 до 80)	880 (90)	13	42	588 (6,0)	229-286
	120	540 (55)	813 (83)	16	40	392 (4,0)	223-262
	300	395 (40)	590 (60)	15	40	392 (4,0)	187-229
35ХМ	30	От 1176 до 1274 (от 120 до 130)	1372 (140)	10	45	490 (5,0)	(48,4-52,2)
	50	От 785 до 880 (от 80 до 90)	980 (100)	11	45	686 (7,0)	293-331
	80	От 640 до 785 (от 65 до 80)	785 (80)	13	42	588 (6,0)	229-286
	120	590 (60)	785 (80)	15	50	686 (7,0)	235-277
	200	490 (50)	685 (70)	15	45	588 (6,0)	212-248

Продолжение таблицы А.1

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства					Твердость HB (HRC ¹⁾)
		Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, MPa (кгс/мм ²), не менее	Временное сопротивление разрыву, σ_b , MPa (кгс/мм ²), не менее	Относительное удлинение, δ_5 , %, не менее	Относительное сужение, ψ , %, не менее	Ударная вязкость, KCU, кДж/м ² (кгс·м/см ²), не менее	
20ХНЗА	50	От 675 до 785 (от 70 до 80)	835 (85)	12	55	784 (8,0)	248-294
	80	640 (65)	785 (80)	10	42	784 (8,0)	262-311
40ХФА	60	640 (65)	785 (80)	15	42	588 (6,0)	248-293
	100	540 (55)	685 (70)	15	45	588 (6,0)	223-262
40ХН2МА (40ХНМА)	300	440 (45)	635 (65)	14	40	539 (5,5)	197-235
	20	1470 (150)	1617 (165)	9	45	490 (5,0)	(44-54,2)
40ХН2МА (40ХНМА)	80	От 785 до 930 (от 80 до 95)	930 (95)	12	40	588 (6,0)	293-331
	100	От 735 до 835 (от 75 до 85)	880 (90)	13	40	588 (6,0)	277-321
38ХН3МФА	240	590 (60)	735 (75)	13	40	490 (5,0)	235-277
	500	490 (50)	655 (67)	12	35	490 (5,0)	212-248
38ХН3МФА	30	От 1176 до 1274 (от 120 до 130)	1372 (140)	7	35	392 (4,0)	(42,5-46,4)
	100	От 1078 до 980 (от 110 до 100)	1176 (120)	7	35	490 (5,0)	(39,6-43,5)
	150	От 880 до 980 (от 90 до 100)	1078 (110)	10	35	490 (5,0)	(34,8-42,5)
	240	От 785 до 880 (от 80 до 90)	980 (100)	10	38	490 (5,0)	(30,9-38,7)

Окончание таблицы А.1

Марка стали	Наибольшая толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства					Твердость HB(HRC ¹⁾)
		Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²), не менее	Временное сопротивление разрыву, σ_b , МПа (кгс/мм ²), не менее	Относительное удлинение, δ_5 , %, не менее	Относительное сужение, ψ , %, не менее	Ударная вязкость, KCU, кДж/м ² (кгс·м/см ²), не менее	
38ХН3МФА	350	От 675 до 785 (от 70 до 80)	882 (90)	10	40	588 (6,0)	(28-33,8)
18Х2Н4МА (18Х2Н4ВА)	200	От 640 до 735 (от 65 до 75)	835 (85)	13	50	882 (9,0)	248-293
38Х2МЮА (38ХМЮА)	40	От 835 до 880 (от 85 до 90)	1078 (110)	10	35	686 (7,0)	(32,8-38,7)
	160	590 (60)	735 (75)	13	40	490 (5,0)	235-277
15ХМ	100	490 (50)	615 (63)	18	50	686 (7,0)	197-217
	300	255 (26)	441 (45)	22	40	588 (6,0)	143-163
12Х1МФ	250	255 (26)	470 (48)	20	50	588 (6,0)	131-170
18Х3МВ	100	440 (45)	590(60)	15	45	588 (6,0)	197-235
25Х1МФ	200	От 590 до 675 (от 60 до 70)	735 (75)	16	50	588 (6,0)	235-272
	150	От 675 до 785 (от 70 до 80)	813 (83)	16	50	588 (6,0)	269-311
20Х3МВФ	25	От 735 до 835 (от 75 до 85)	880 (90)	12	40	588 (6,0)	277-321
	400	От 640 до 735 (от 65 до 75)	735 (75)	13	40	490 (5,0)	248-293
15Х5М (12Х5МА)	200	294 (30)	490 (50)	18	40	588 (6,0)	149-197
20ЮЧ	н.б.180	235 (24)	412 (42)	23	-	KCU ^{490(5,0)} ₋₄₀	не более 190

¹⁾ См. примечания к измерениям твердости по шкале Роквелла (приложение Г).

Приложение Б
(рекомендуемое)

Методика расчета времени нагрева садки

В.1 Для заготовок с отношением

$$\frac{l}{d} \geq 3,$$

где l – длина,

d – диаметр, расчет продолжительности периода нагрева и выравнивания температуры по сечению следует вести на максимальное поперечное сечение изделия по следующей методике:

- а) при сплошных круглых сечениях – на максимальный диаметр;
- б) при сплошных прямоугольных сечениях – на меньшую сторону прямоугольного максимального сечения;
- в) при полых, круглых и прямоугольных сечениях:

- для изделий с осевым отверстием до 50 мм (если наружный диаметр или минимальная сторона прямоугольника более 500 мм) на сплошное сечение, без учета величины диаметра осевого отверстия;

- для заготовок с осевым отверстием до 50 мм (при наружных размерах сечения менее 500 мм), а также для изделий с осевым отверстием диаметром выше 50 мм, но не более 500 мм (при любой величине наружного диаметра или минимальной стороны прямоугольника) сечение приводить к «сплошному», для этого сумму толщин стенок считать за сплошное круглое или прямоугольное сечение;

- для заготовок с осевым отверстием выше 500 мм (при любой величине наружного диаметра или стороны прямоугольника) максимальную толщину стенки следует умножить на коэффициент 1,7, полученную величину считать приведенным диаметром «сплошного сечения».

Нормы продолжительности нагрева в минутах на 1 мм поперечного сечения (с подразделением по областям температур) приведены в таблице Б.1 [2].

Т а б л и ц а Б.1 – Нормы продолжительности нагрева садки (Измененная редакция, Изм. 3)

Наименование операции	Температура, °C	Время, мин
Нормализация (закалка)	850-920	1,5
	950-980	1,3
	1000-1100	1,0
Отпуск	150-400	От 3 до 4 (включая выдержку, т.е. для общей продолжительности операции)
	400-600	3-2,5
	600-740	2-3

Примечание - При нагреве изделий в электрических печах следует умножать каждую норму на коэффициент 1,2.

Если садка печи состоит из нескольких заготовок с различным положением на поду (или в рабочем пространстве вертикальной печи), то полученный при расчете результат нужно умножить на коэффициент равномерности нагрева соответственно требованиям таблицы Б.2 [2].

Таблица Б.2 – Коэффициенты равномерности нагрева (Измененная редакция, Изм. 3)

Схема расположения заготовок								
Коэффициенты равномерности нагрева	1	1.8	1.4	1.7	2.2	от 4 до 8		

Примечание - Коэффициент выбирается, исходя из фактического расположения заготовок в печи.

Б.2 Для изделий с величиной:

$$\frac{l}{d} \leq 3,$$

где l – длина,

d – приведенный диаметр,

расчет продолжительности периода нагрева и выравнивания температуры по сечению (τ_h) производится по формуле:

$$\tau_h = kW,$$

где k – коэффициент, характеризующий суммарный физический фактор нагрева в $\text{мин}/\text{см}$; он выбирается в пределах от 45 до 50;

$$W = \frac{V}{F},$$

где W - геометрический показатель тела,

V – объем заготовки, см^3 ,

F – поверхность заготовки, см^2 .

Величина W определяется по формулам, приведенным в таблице Б.3 [2].

Таблица Б.3 – Формулы вычисления геометрического показателя тела (Измененная редакция, Изм. 3)

Форма изделия	Геометрический показатель тела	Условное обозначение
Сплошной цилиндр	$\frac{Dl}{4l + 2D}$	
Полый цилиндр	$\frac{(D - d)l}{4l + 2(D - d)}$	D – наружный диаметр, см ; d – внутренний диаметр, см ;
Куб	$\frac{B}{6}$	B – ребро куба или толщина плиты, см ;
Прямоугольная плита	$\frac{Bal}{2(Bl + Ba + al)}$	a - ширина пластины, см l - длина, см ;

Полученные результаты реальны при нагреве заготовки со всех сторон, в противном случае применять коэффициенты равномерности, приведенные в таблице Б.2 [2].

Приложение В
(рекомендуемое)

**Продолжительность охлаждения изделий больших сечений
в охлаждающих средах при закалке**

(Измененная редакция, Изм. 3)

Таблица В.1 – Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке

Охлаждающая среда	Продолжительность охлаждения в мин				
	Максимальное сечение изделия в мм				
	до 200	200-400	400-600	600-800	800-1000
Масло	30-70	70-120	120-180	180-240	240-300
Через воду в масло:					
в воде	1-3	3-4	4-6	6-8	8-10
в масле	20-50	50-90	90-140	140-200	200-260

Приложение Г

(справочное)

(Измененная редакция, Изм. 3)

Примечания к измерениям твердости по шкале «С» Роквелла

Значения твердости (HRC) указаны в соответствии с ГОСТ 8.064-94 для измерений рабочими средствами измерений, воспроизводящими шкалы «С» Роквелла от Государственного специального эталона.

До введения в действие ГОСТ 8.064-94 (01.01.1997 г.) значения твердости при введении Государственного эталона обозначались HRC_Э. Таким образом, значения твердости, приведенные в стандарте (HRC) соответствуют по численности значениям применяемым ранее HRC_Э.

В документации, разработанной до 1980 года, числа твердости указаны до введения государственного специального эталона. Перевод численных значений производится по таблице Г.1, которая соответствует ранее применявшемуся ГОСТ 8.064-79.

Т а б л и ц а Г.1 – Перевод чисел твердости HRC шкалы «С» Роквелла, воспроизводимой Государственным специальным эталоном, в числа твердости HRC шкалы «С» Роквелла, ранее применявшейся в промышленности (ГОСТ 8.064-79)

HRC (HRC _Э до1997 г.)	HRC [*]						
20,0	17,8	32,0	30,2	44,0	42,5	56,0	54,9
20,5	18,3	32,5	30,7	44,5	43,0	56,5	55,4
21,0	18,8	33,0	31,2	45,0	43,5	57,0	55,9
21,5	19,3	33,5	31,7	45,5	44,1	57,5	56,4
22,0	19,9	34,0	32,2	46,0	44,6	58,0	56,9
22,5	20,4	34,5	32,7	46,5	45,1	58,5	57,4
23,0	20,9	35,0	33,2	47,0	45,6	59,0	58,0
23,5	21,4	35,5	33,8	47,5	46,1	59,5	58,5
24,0	21,9	36,0	34,3	48,0	46,6	60,0	59,0
24,5	22,4	36,5	34,8	48,5	47,1	60,5	59,5
25,0	23,0	37,0	35,3	49,0	47,7	61,0	60,0
25,5	23,5	37,5	35,8	49,5	48,2	61,5	60,5
26,0	24,0	38,0	36,3	50,0	48,7	62,0	61,0
26,5	24,5	38,5	36,8	50,5	49,2	62,5	61,6
27,0	25,0	39,0	37,4	51,0	49,7	63,0	62,1
27,5	25,5	39,5	37,9	51,5	50,2	63,5	62,6
28,0	26,0	40,0	38,4	52,0	50,7	64,0	63,1
28,5	26,6	40,5	38,9	52,5	51,3	64,5	63,6
29,0	27,1	41,0	39,4	53,0	51,8	65,0	64,1
29,5	27,6	41,5	39,9	53,5	52,3	65,5	64,6
30,0	28,1	42,0	40,5	54,0	52,8	66,0	65,2
30,5	28,6	42,5	41,0	54,5	53,3	66,5	65,7
31,0	29,1	43,0	41,5	55,0	53,8	67,0	66,2
31,5	29,6	43,5	42,0	55,5	54,3	67,5	66,7

* Значение твердости до введения государственного специального эталона.

П р и м е ч а н и я:

1 Промежуточные значения находятся методом линейной интерполяции.

2 Числа твердости в колонках HRC допускается округлять до значений, кратных 0,5.

Библиография

- [1] Инструкция №49-124-64 - По термической обработке кованых и катаных заготовок деталей из конструкционной стали, «Металлический завод».
- [2] Технологическая инструкция №186-66 - По определению продолжительности периода нагрева и выравнивания температуры по сечению изделия в печи, работающей при заданной температуре, завод «Большевик».
- [3] Филинов С. А., Фиргер И. В. Справочник термиста. Л., «Машиностроение», 1975, 352 с.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	-	4	-	-	22	Изм.1	Пр. № 62 от 18.11.08	Григорьев	27.11.2008
2	-	5	-	-	22	Изм.2	Пр. № 48 от 14.12.2009	Григорьев	01.04.2010
3	8, 11, 16, 14, 18, 19	3, 4, 5	-	-	22	Изм.3	Пр. № 77 от 27.12.2016	Григорьев	01.04.2017

Генеральный директор
ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Айриев В.А.

Первый заместитель генерального
директора – директор по научной работе

Тарасьев Ю.И.

Заместитель генерального директора –
главный конструктор

Ширяев В.В.

Начальник отдела стандартизации

Дунаевский С.Н.

Исполнители:

Руководитель подразделения
разработчика

Ольховская С.Г.

Ведущий специалист
по металловедению

Снегур И.З.

Согласовано:
Председатель ТК 259

Власов М.И.

Заместитель начальника 1024 ВП МО

Хапин А.А.

СОГЛАСОВАНО

ФГУП ЦНИИКМ «Прометей»

Зам.генерального директора

письмом №
6-11/984 Г.П. Карзов

«19» июля 2005 г.