ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71257— 2024

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 259 «Трубопроводная арматура и сильфоны»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 апреля 2024 г. № 561-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения 1
4 Технические требования 2
5 Режимы термической обработки 3
6 Общие технологические указания по термической обработке 7
7 Контроль термической обработки 7
8 Оформление документации 8
Приложение А (обязательное) Механические свойства углеродистых и легированных конструкционных сталей в зависимости от толщины (диаметра) заготовки 9
Приложение Б (рекомендуемое) Методика расчета времени нагрева садки 12
Приложение В (рекомендуемое) Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке 14
Библиография 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Арматура трубопроводная

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Pipeline valves.
Heat treatment of blanks made of carbon and alloy structural steels

Дата введения — 2024—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает режимы и основные технологические требования по термической обработке заготовок из углеродистых и легированных конструкционных сталей и является типовым технологическим процессом проведения термической обработки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.3.004 Система стандартов безопасности труда. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности

ГОСТ 33439 Металлопродукция из черных металлов и сплавов на железоникелевой и никелевой основе. Термины и определения по термической обработке

ГОСТ Р 71255 Арматура трубопроводная. Поковки, штамповки и заготовки из проката. Технические требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 33439, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **термическая обработка:** Процесс обработки изделий из металлов и сплавов путем температурного воздействия и последующего охлаждения с определенной скоростью с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении.

3.1.2 **закалка:** Термическая обработка, заключающаяся в нагреве изделия до температуры выше критической (Ac_3 — для доэвтектоидной стали и Ac_1 — для заэвтектоидной стали) или до температуры

Издание официальное

растворения избыточных фаз, в выдержке при этой температуре и в последующем охлаждении со скоростью, превышающей критическую.

Примечание — Ac_1 — температура (точка) фазового превращения, при которой начинается образование аустенита при нагреве; Ac_3 — температура (точка) фазового превращения, при которой начинается образование феррита при охлаждении.

3.1.3 **нормализация:** Термическая обработка — разновидность отжига, при которой изделие нагревают до температуры выше Ac_3 для доэвтектоидной стали или Ac_m для заэфтектоидной стали с последующим охлаждением на спокойном воздухе с целью получения мелкого зерна и равномерного распределения структурных составляющих.

Примечание — Ac_m — температура, при которой у заэфтектоидных сталей заканчивается растворение цементита в аустените.

3.1.4 **выдержка:** Часть температурного режима, в течение которой температура остается постоянной.

3.1.5 **скорость нагрева:** Изменение температуры в процессе нагрева, отнесенное ко времени.

3.1.6 **отжиг:** Термическая обработка, предусматривающая нагрев изделия до определенной температуры, выдержку и последующее медленное охлаждение с целью получения более равновесной структуры.

3.1.7 **отпуск:** Термическая обработка, проводимая после закалки или после другой термической обработки, чтобы обеспечить необходимые показатели определенных свойств изделия.

Примечание — При отпуске нагрев осуществляют до температур ниже точки Ac_1.

3.1.8 **старение:** Явление, при котором происходит изменение свойств изделия в процессе вылеживания при комнатной температуре или при нагреве, обусловленное термодинамической неравновесностью исходного структурного состояния и постепенного приближения структуры к равновесному состоянию.

3.1.9 **сталь:** Сплав железа с углеродом, содержащий не более 2,14 % углерода.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

АС — атомная станция;

ГМО — головная металловедческая организация;

КД — конструкторская документация;

МО РФ — Министерство обороны Российской Федерации;

ПТД — производственно-технологическая документация;

РМРС — Российский морской регистр судоходства;

ТО — термическая обработка;

НВ — твердость по шкале Бринелля;

HRC — твердость по шкале Роквелла;

$\sigma_{0,2}$ — предел текучести;

$\sigma_в$ — временное сопротивление (предел прочности);

δ_5 — относительное удлинение после разрыва;

ψ — относительное сужение после разрыва;

KCU – ударная вязкость, определенная на образце с концентратором вида U.

4 Технические требования

4.1 Необходимость проведения ТО и ее режимы определяют исходя из конкретных условий изготовления и эксплуатации арматуры, которые должны быть установлены КД.

4.2 В соответствии с требованиями настоящего стандарта и КД изготовителям арматуры следует разрабатывать ПТД на ТО применительно к имеющемуся оборудованию. Для заготовок (деталей) арматуры АС ПТД на ТО следует разрабатывать в соответствии с требованиями настоящего стандарта и [1], [2], [3].

5 Режимы термической обработки

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

5.2 Механические свойства сталей, определяемые на продольных образцах, вырезанных из заготовок, в зависимости от толщины (диаметра) после ТО, указанной в таблице 1 (см. также приложение А).

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

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

Таблица 1 — Режимы ТО и твердость углеродистых и легированных конструкционных сталей

Марка стали	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	ТО				Твердость, НВ (HRC)
			Закалка, нормализация		Отпуск		
			Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Среда охлаждения	
Ст3сп	195	300	900—950	Воздух	—	—	111—156
Ст3пс	175						101—143
Ст5	245	100	850—880		—	—	143—179
	195	500					111—156
20	Режим I						
	215	300	900—920	Воздух	—	—	123—167
	195						111—156
	175	800					101—143
	Режим II						
	215	300	900—920	Вода или воздух	600—680	Воздух	123—167
	195						111—156
	175	800					101—143
25	245	100	890—910	Воздух	—	—	143—179
	215	300					123—167
35*	275	100	880—900		—	—	156—197
	245	800					143—179
	315	100	860—880	Вода или масло	600—650	Воздух	167—207
	275	300					156—197
40*	275		870—890	Воздух	—	—	
	345	100	830—850	Вода от 20 °С до 40 °С	580—640	Воздух	174—217
45	785	40	830—860	Вода от 20 °С до 40 °С	350—400	Воздух	293—331
	540	50			540—560		223—262
	440	120			560—600		197—235

Продолжение таблицы 1

Марка стали	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	ТО				Твердость, НВ (HRC)
			Закалка, нормализация		Отпуск		
			Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Среда охлаждения	
09Г2С	345	10	930—940	Вода	630—640	Воздух	174—217
	323	20					
	304	32					167—207
	284	60					
	275	80					143—197
	265	160					
10ХСНД	390	125	930—950		650—680		197—235
10Г2	215	100	910—930	Воздух	—	—	123—167
		200					
		400					
		800					
30ХМА	635	80	860—880	Вода или масло	540—600	Воздух	229—286
	540	120			620—640		223—262
	395	300			640—660		187—229
35ХМ	1176	30	840—860	Масло	200—220		(48,4—52,2)
	785	50			560—580		293—331
	640	80			560—600		229—286
	590	120			600—630		235—277
	490	200			640—660		212—248
20ХН3А	685	50	820—840		500—580	Вода или масло	248—293
	640	80					262—311
40ХН2МА	1470	20	840—860		200—250	Масло или воздух	(49,3—54,2)
	785	80			550—560	Вода или масло	293—331
	735	100			550—620		277—321
	590	240			570—600	Масло или воздух	235—277
	490	500			580—620		212—248
40ХФА	640	60	880—900		660—680	Воздух	248—293
	540	100			670—700		223—262
	440	300			680—700		197—235
38ХН3МФА	1176	30	840—860	Масло или через воду в масло	550—570	Масло или воздух	(42,5—46,4)
	980	100			570—580		(39,6—43,5)
	880	150			580—590		(34,8—42,5)
	785	240			590—600		(30,9—38,6)
	685	350			600—620		(28—33,8)

Окончание таблицы 1

Марка стали	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	ТО				Твердость, НВ (HRC)
			Закалка, нормализация		Отпуск		
			Температура, °С	Среда охлаждения	Температура, °С	Среда охлаждения	
18Х2Н4МА	635	200	845—875	Масло	620—650		248—293
38Х2МЮА	835	40	935—965		620—650	Вода или масло	(32,8—38,7)
	590	160					
15ХМ	490	100	910—930	Вода	560—580	Воздух	197—217
	255	300	930—950	Воздух	620—640		143—163
12Х1МФ	255	250	960—980	Воздух или масло	740—760		131—170
18Х3МВ	440	100	965—995	Масло	680—730	Воздух	197—235
25Х1МФ	590	200	940—960		660—680		235—272
	685	150			640—660		269—311
20Х3МВФ	735	25	1030—1080		660—700		277—321
	635	400					248—293
15Х5М	294	200	950—970	Воздух	750—770	В печи не выше 400 °С, далее на воздухе	149—197
08ГДНФ	440		900—940	Вода	590—630	Воздух	159—208
	395			Воздух			159—192
20Х	345	80	880—900	Вода	500—560		174—217
30Х	440	60	850—870	Масло	470—530	Вода или масло	197—235
	395	150					187—229
35Х	640	60	840—870		500—550		248—293
	590	80					235—277
	440	120					197—235
40Х	1274	25		Масло или через воду в масло	130—200	Воздух или масло	(46,4—53,1)
	880	30			400—420		(36,7—43,5)
	785				500—560		293—331
	685	50			560—580		262—311
	540	80			580—600		223—262
	490	120			600—620		212—248
	440	200			620—660		197—235
18ХГ	735	15	865—895	Масло	200—220		277—321
	440	80			650—700		197—235
20ЮЧ	235	180	900—920	Воздух	—	—	≤190

* Согласно технологической документации при нормализации заготовок сечением более 200 мм из сталей марок 35 и 40 для снятия напряжений проводят отпуск при температуре от 620 °С до 650 °С.

5.3 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 КД.

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

5.5 Перепад температуры в рабочем пространстве печи не должен превышать 25 °С.

5.6 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 проверяют по контрольной платиновой термопаре.

5.7 Рекомендуемая температура печи во время посадки заготовок для ТО в зависимости от толщины (диаметра) заготовки приведена в таблице 2.

Таблица 2 — Рекомендуемая температура печи при посадке заготовок

Марка стали	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	Наибольшая температура печи при посадке заготовок на закалку,нормализацию, °С	Наибольшая температура печи при посадке заготовок на отпуск, °С
Ст3сп, Ст5, Ст3пс, 20, 25, 35, 40, 45, 09Г2С, 18ХГ, 10Г2, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 30ХМА, 35ХМ, 40ХФА, 15ХМ	≤100	850	Температура отпуска
	>100	650	450
38Х2МЮА, 10ХСНД, 08ГДНФ, 12Х1МФ, 18Х3МВ, 25Х1МФ, 20Х3МВФ, 15Х5М	≤100	700	Температура отпуска
	>100	450	450
40ХН2МА, 20ХН3А, 38ХН3МФА, 18Х2Н4МА	≤100	700	200
	>100	450	

5.8 Время прогрева садки устанавливают с учетом наибольшей(го) толщины (диаметра) заготовок, веса садки и расположения заготовок на поду печи.

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

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

5.9 Нагрев заготовок для закалки (нормализации) проводят с производственной скоростью, если скорость нагрева в ПТД не указана.

5.10 Время выдержки после полного прогрева садки (при нагреве под закалку, нормализацию) устанавливают в ПТД на ТО с учетом массы (садки) из расчета нормы выдержки на 1 мм наибольшей(го) толщины (диаметра) заготовок: для углеродистых сталей 1 мин; для легированных — от 1,5 до 2 мин. Рекомендуемое время выдержки заготовок в печи при температурах отпуска в зависимости от толщины (диаметра) заготовки и массы (садки) заготовок приведено в таблице 3.

Таблица 3 — Рекомендуемое время выдержки заготовок в печи при температуре отпуска

Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовок, мм	Наибольшая масса (садка) заготовок, кг	Выдержка (после прогрева металла садки) при температуре отпуска, ч, для сталей марок	
		Ст3сп, Ст5, Ст3пс, 20, 25, 35, 40, 45, 09Г2С, 18ХГ, 10Г2, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 18ХГ, 30ХМА, 38Х2МЮА, 35ХМ, 40ХФА, 15ХМ	10ХСНД, 08ГДНФ, 20ХН3А, 40ХН2МА, 38ХН3МФА, 15Х5М, 18Х2Н4МА, 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
>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

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

Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке приведена в приложении В.

5.12 Время между охлаждением после закалки и началом отпуска для заготовок из стали мартенситного класса марок 15Х5М, 18Х2Н4МА не должно превышать 3 ч.

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

Указанное ограничение скорости нагрева рекомендуется, чтобы избежать появления в структуре отпущенной стали ориентации сорбита по мартенситу, ведущей к понижению ударной вязкости стали.

5.14 Учитывая индивидуальные особенности термического оборудования изготовителя, допускаются отклонения от рекомендуемых режимов ТО в части длительности выдержек, температуры отпуска и температуры печи во время посадки заготовок для ТО при условии обеспечения механических свойств или твердости металла согласно требованиям КД.

Другие отклонения должны быть согласованы для изделий:

- АС и РМРС — с ГМО;
- МО РФ — с представителем заказчика.

6 Общие технологические указания по термической обработке

6.1 При нагреве в пламенных печах не допускается прямое попадание пламени непосредственно от форсунки на заготовки.

6.2 Основными охлаждающими средами являются спокойный воздух при температуре цеха, вода с температурой от 20 °С до 60 °С и минеральные масла с температурой от 20 °С до 70 °С.

6.3 Время выдержки заготовок (деталей) исчисляют с момента прогрева садки и выхода печи на заданную температуру.

6.4 При необходимости, проводят повторную ТО. Количество повторных ТО должно быть не более двух. Дополнительный отпуск не считается повторной ТО, а их количество не ограничивается.

7 Контроль термической обработки

7.1 При ТО заготовок (деталей) следует контролировать соблюдение ПТД и КД деталей, а изделий АС также в соответствии с [1]:

- методов и видов ТО;
- применяемого термического оборудования;

- последовательности и порядка выполнения ТО и ее отдельных этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);
- режимов ТО (температуры печи при загрузке, скорости нагрева, температуры и продолжительности выдержек, условий, среды или скорости охлаждения);
- методов и порядка контроля температурных режимов (расположения термопар или других устройств для измерения температуры, их количество и т. п.);
- условий, исключающих пластическую деформацию под действием собственной массы;
- других параметров, контроль которых предусмотрен ПТД.

7.2 Печные агрегаты, в которых заготовки (детали) нагревают под ТО, должны обеспечивать распределение температуры в рабочей части печи в пределах допуска, указанного в режиме ТО.

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

7.3 После ремонта печного агрегата, а также при замене нагревателей следует проводить регулирование печи с контрольной проверкой. При проверке устанавливают рабочую зону печи, в пределах которой можно располагать заготовки (детали), при проведении ТО.

Перед началом каждой смены необходимо проверять состояние пирометрической аппаратуры, регулирующей температуру печи.

7.4 Для контроля ТО деталей МО РФ и АС следует использовать термоэлектрические преобразователи (термопары) с устройствами для автоматической записи параметров режима.

7.5 Объем контроля качества изделий, прошедших ТО, и сдаточные характеристики устанавливают в КД в соответствии с ГОСТ Р 71255 и с учетом требований [1].

7.6 При отсутствии в КД требований по контролю твердости или механических свойств термообработанные детали или заготовки проходят контроль твердости по Гр. II ГОСТ Р 71255. Твердость должна соответствовать нормам, указанным в таблице 1.

7.7 При проведении ТО следует соблюдать правила техники безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.004.

8 Оформление документации

8.1 Необходимость проведения ТО деталей (заготовок) должна быть указана в КД со ссылкой на настоящий стандарт.

8.2 Фактический режим ТО деталей (заготовок) фиксируют в журнале термического цеха с указанием обозначений деталей и изделия.

8.3 После выполнения ТО должны быть зафиксированы номер садки и номер печи (для печной ТО), а также дата проведения ТО.

Приложение А
(обязательное)

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

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

Марка стали или сплава	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость, *KCU*, кДж/м^2	НВ (HRC)
Ст3сп	300	390	195	23	50	540	111—156
Ст3пс		355	175	24		590	101—143
Ст5	100	470	245	22	48	490	143—179
	500	390	195	20	45		111—156
20	300	430	215		48		123—167
		390	195	23	50	540	111—143
	800	355	175	20	40	490	143—179
25	100	470	245	22	48		
	300	390	215	20			123—167
35	100	530	275		40	441	156—197
	800	470	245	15	30	343	143—179
	100	570	315	17	38	392	167—207
	300	530	275			343	156—197
40			275				
	100	590	345	18	45	588	174—217
45	40	930	785	12	40	490	293—331
	50	785	540	10			223—262
	120	676	440	17			197—235
10ХСНД	125	615	395	15		539	
09Г2С	10	490	345	21	—	588	174—217
	20	470	323				
	32	461	304				167—207
	60	451	284				
	80	441	275				143—197
09Г2С	160	430	265	21	—	588	143—197
10Г2	100		215	22	53	539	123—167
	200			20	48	441	
	400			18	40	392	
	800			16	35	343	

Продолжение таблицы А.1

Марка стали или сплава	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость, *KCU*, кДж/м^2	НВ (HRC)
08ГДНФ	200	539	440	20	45	392	159—208
		490	395				159—192
20Х	80	590	345	16		588	174—217
30Х	60	635	440				197—235
	150	615	395	15	40	539	187—229
35Х	60	785	640	13	45	588	248—293
	80	685	590	14			235—277
	120	635	440		40	539	197—235
40Х	25	1470	1275	7	25	~294	(46,4—51,3)
	30	1078	880	~7	~35	~392	(36,7—43,5)
		930	785	12	40	588	293—331
	50	835	675	13	42		262—311
	80	685	540	15	45		223—262
	120	655	490	13	40	490	212—248
	200	635	440	14		539	197—235
18ХГ	15	880	735	10		—	277—321
	80	635	440	16	45	588	197—235
30ХМА		880	640—785	13	42		229—286
	120	813	540	16	40	392	223—262
	300	590	395	15			187—229
35ХМ	30	1372	1176—1274	10	45	490	(48,4—52,2)
	50	980	785—880	11		686	293—331
	80	785	640—785	13	42	588	229—286
	120		590	15	50	686	235—277
	200	685	490		45	588	212—248
20ХН3А	50	835	675—785	12	55	784	248—294
	80	785	640	10	42		262—311
40ХФА	60	785	640	15		588	248—293
	100	685	540		45		223—262
	300	635	440	14	40	539	197—235

Окончание таблицы А.1

Марка стали или сплава	Наибольшая(ий) толщина (диаметр) заготовки, мм	Механические свойства, не менее					Твердость
		Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость, *KCU*, кДж/м^2	НВ (HRC)
40ХН2МА	20	1617	1470	9	45	490	(44,0—54,2)
	80	930	785—930	12	40	588	293—331
	100	880	735—835	13			277—321
	240	735	590			490	235—277
	500	655	490	12	35		212—248
38ХН3МФА	30	1372	1176—1274	7		392	(42,5—46,4)
	100	1176	980—1078			490	(39,6—43,5)
	150	1078	880—980	10			(34,8—42,5)
	240	980	785—880		38		(30,9—38,7)
	350	882	675—785		40	588	(28,0—33,8)
18Х2Н4МА	200	835	640—735	13	50	882	248—293
38Х2МЮА	40	1078	835—880	10	35	686	(32,8—38,7)
	160	735	590	13	40	490	235—277
15ХМ	100	615	490	18	50	686	197—217
	300	441	255	22	40	588	143—163
12Х1МФ	250	470		20	50		131—170
18Х3МВ	100	590	440	15	45		197—235
25Х1МФ	200	735	590—675	16	50		235—272
	150	813	675—785				269—311
20Х3МВФ	25	880	735—835	12	40		277—321
	400	735	640—735	13		490	248—293
15Х5М	200	490	294	18		588	149—197
20ЮЧ	180	412	235	23	—	При температуре минус 40 °С — 490°С	≤190

Приложение Б
(рекомендуемое)

Методика расчета времени нагрева садки

Б.1 Для заготовок с отношением

$$\frac{l}{d} \geq 3, \qquad (Б.1)$$

где l — длина заготовки;

d — диаметр заготовки,

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:

1) для изделий с осевым отверстием не более 50 мм (если наружный диаметр или минимальная сторона прямоугольника более 500 мм) на сплошное сечение, без учета значения диаметра осевого отверстия,

2) для заготовок с осевым отверстием не более 50 мм (при наружных размерах сечения менее 500 мм), а также для изделий с осевым отверстием диаметром свыше 50 мм, но не более 500 мм (при любом значении наружного диаметра или минимальной стороны прямоугольника) сечение приводят к «сплошному», для этого сумму толщин стенок считают за «сплошное» круглое или прямоугольное сечение,

3) для заготовок с осевым отверстием свыше 500 мм (при любом значении наружного диаметра или стороны прямоугольника) максимальную толщину стенки следует умножать на коэффициент 1,7; полученную величину считают приведенным диаметром «сплошного» сечения.

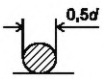
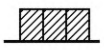
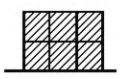
Нормы продолжительности нагрева, выраженной в минутах, на 1 мм поперечного сечения (с подразделением по области температур) приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Нормы продолжительности нагрева садки

Наименование операции	Температура, °С	Время выдержки, 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	2,5—3,0
	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 в соответствии с приведенными в таблице Б.2.

Таблица Б.2 — Коэффициенты равномерности нагрева

Схема расположения заготовок в печи								
Коэффициент равномерности нагрева	1	1	1	1,8	1,4	1,7	2,2	4—8
Примечание — Коэффициент равномерности нагрева выбирают исходя из фактического расположения заготовок в печи.								

Б.2 Для заготовок с отношением

$$\frac{l}{d} \leq 3, \quad (Б.2)$$

где l — длина заготовки;

d — диаметр заготовки,

расчет продолжительности периода нагрева и выравнивания температуры по сечению $\tau_н$ проводят по формуле

$$\tau_н = k \cdot W, \quad (Б.3)$$

где k — коэффициент, характеризующий суммарный физический фактор нагрева, мин/см, выбираемый в пределах от 45 до 50;

W — геометрический показатель тела, рассчитываемый по формуле

$$W = \frac{V}{F}, \quad (Б.4)$$

где V — объем заготовки, см^3;

F — поверхность заготовки, см^2.

Значение W определяют по формулам, приведенным в таблице Б.3.

Таблица Б.3 — Формулы вычисления геометрического показателя тела W

Форма изделия	Геометрический показатель тела W	Обозначение
Сплошной цилиндр	$\frac{D \cdot l}{4 \cdot l + 2 \cdot D}$	D — наружный диаметр, см; d — внутренний диаметр, см; B — ребро куба или толщина плиты, см; a — ширина пластины, см; l — длина, см
Полый цилиндр	$\frac{(D-d) \cdot l}{4 \cdot l + 2 \cdot (D-d)}$	
Куб	$\frac{B}{6}$	
Прямоугольная плита	$\frac{B \cdot a \cdot l}{2 \cdot (B \cdot l + B \cdot a + a \cdot l)}$	

Полученные результаты актуальны при нагреве заготовки со всех сторон, в противном случае применяют коэффициенты равномерности, приведенные в таблице Б.2.

Приложение В
(рекомендуемое)

Продолжительность охлаждения изделий больших сечений в охлаждающих средах при закалке

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

Охлаждающая среда	Продолжительность охлаждения, мин				
	Максимальное сечение заготовки, мм				
	<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

Библиография

[1]	Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-089-15	Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок
[2]	Правила и нормы в атомной энергетике НП-105-18	Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже
[3]	Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-071-18	Правила оценки соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения

УДК 001.4:621.643.4:006.354 ОКС 23.060

Ключевые слова: термическая обработка, заготовка, деталь, режим термической обработки, закалка, среда охлаждения, время выдержки

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 02.05.2024. Подписано в печать 14.05.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru