ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

СТП 26.260.484-2004

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

Копия верна:
Зам. Генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ»
П.А. Харин

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260
"Оборудование химическое и
нефтегазоперерабатывающее"
В. А. Заваров
«13» мая 2004 г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

СТП 26.260.484-2004

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Начальник отдела химического сопротивления материалов и материаловедения, к. т. н. — П. А. Харин

Начальник отдела стандартизации и метрологии — А. В. Смирнов

Разработчики

Начальник лаборатории металловедения и сварки, к. т. н. — А. Л. Белинкий

Старший научный сотрудник — М. А. Ястребова

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора ОАО «НИИХИММАШ», к. т. н. — П. А. Харин

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработан открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического маши́ностроения (ОАО «НИИХИММАШ»)

2. Утвержден техническим комитетом по стандартизации ТК 260 «Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее» Листом утверждения.

Взамен РД РТМ 26-01-42-81

СОДЕРЖАНИЕ стр

1. Общие положения..... 1
2. Термическая обработка изделий из сталей мартенситного класса 20Х13, 30Х13, 40Х13, 95Х18, 20Х17Н2, 20Х13Л..... 4
3. Термическая обработка изделий из сталей мартенсито-ферритного класса 12Х13, 14Х17Н2.....5
4. Термическая обработка изделий из сталей ферритного класса 08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т, 15Х28..... 6
5. Термическая обработка изделий из сталей аустенито-мартенситного класса 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6, 08Х17Н5М3.....7
6. Термическая обработка изделий из сталей аустенито-ферритного класса 12Х21Н5Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 20Х23Н13, 04Х25Н5М2, 08Х18Г8Н2Т, 15Х18Н12С4ТЮ, 03Х24Н6АМ3, 10Х21Н6М2Л, 35Х23Н7СЛ, 40Х24Н12СЛ..... 9
7. Термическая обработка изделий из сталей аустенитного класса...10
7.1 Термическая обработка изделий из стабилизированных хромникелевых сталей 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Т, 10Х14Г14Н4Т, 08Х18Н12Б,12Х18Н9ТЛ,10Х18Н11БЛ.....10
7.2 Термическая обработка изделий из нестабилизированных хромоникелевых сталей 12Х18Н9, 08Х18Н10, 07Х18Н9Л,10Х18Н9Л, 04Х18Н10, 07Х21Г7АН5..... 12
7.3 Термическая обработка изделий из низкоуглеродистых сталей 02Х18Н11, 03Х18Н11, 03Х19АГ3Н10, 02Х8Н22С6,15Х14Н19С6Б..... 12
7.4 Термическая обработка изделий из жаростойких и жаропрочных сталей 10Х23Н18 и 20Х23Н18..... 13
7.5 Термическая обработка изделий из хромоникельмолибденовых сталей 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н13М2Т, 12Х18Н12М3ТЛ..... 13
7.6 Термическая обработка изделий из сложнолегированных аустенитных сталей 03Х21Н21М4ГБ, 45Х14Н14В2М, 08Х15Н24В4ТР, 31Х19Н9МВБТ, 37Х12Н8Г8МФБ..... 14
7.7 Термическая обработка изделий из безникелевых сталей 07Х13АГ20, 15Х17АГ14, 12Х13Г18Д..... 15
8. Термическая обработка изделий из сплавов на железоникелевой основе ХН32Т, 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, ХН30МДБ, 07ХН25МДТЛ, ХН35ВТ..... 15
9. Контроль за термической обработкой..... 16
10. Приложение А (справочное)..... 17

Термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе в химическом машиностроении

СТП 26.260.484-2004

Дата введения 01.07.2004

Настоящий стандарт устанавливает режимы термической обработки коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе, применяемых в химическом машиностроении и других отраслях промышленности.

Требования, изложенные в данном стандарте, должны учитываться при:

а) составлении инструкций и разработке технологических процессов на термическую обработку конкретных изделий;

б) проектировании оборудования (в чертежах и технических условиях).

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт устанавливает режимы термической обработки изделий из коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на следующие марки коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе:

а) стали мартенситного класса 20Х13, 30Х13, 40Х13, 95Х18, 20Х13Л, 20Х17Н2 (с основной структурой мартенсита);

б) стали мартенсито-ферритного класса 12Х13, 14Х17Н2, содержащие не менее 10 % феррита;

ОАО «НИИХИММАШ»
Зарегистрировано №225 2004-05-13
Заместитель генерального директора, к. т. н.
П. А. Харин

Настоящий стандарт является собственностью ОАО НИИХИММАШ» и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без его разрешения.

в) стали ферритного класса 08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т, 15Х28, имеющие структуру феррита и не претерпевающие превращения $\alpha - \gamma$;

г) стали аустенито-мартенситного класса 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6,08Х17Н5М3, имеющие основную структуру аустенита в закаленном состоянии и до 80 % мартенсита после термообработки холодом;

д) стали аустенито-ферритного класса 12Х21Н5Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 20Х23Н13, 08Х18Г8Н2Т, 04Х25Н5М2, 03Х24Н6АМ3, 15Х18Н12С4ТЮ, 35Х23Н7СЛ, 40Х24Н12СЛ, 10Х21Н6М2Л, имеющие более 10 % феррита;

е) стали аустенитного класса 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Т, 10Х14Г14Н4Т, 08Х18Н12Б, 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ, 12Х18Н9, 04Х18Н10, 07Х21Г7АН5, 08Х18Н10, 07Х18Н9Л, 10Х18Н9Л, 02Х18Н11, 03Х18Н11, 03Х19АГ3Н10, 02Х8Н22С6, 015Х14Н19С6Б, 10Х23Н18, 20Х23Н18, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н13М2Т, 12Х18Н12М3ТЛ, 03Х21Н21М4ГБ, 45Х14Н14В2М, 08Х15Н24В4ТР, 31Х19Н9МВБТ, 37Х12Н8Г8МФБ, 07Х13АГ20, 15Х17АГ14, 12Х13Г18Д;

ж) сплавы на железоникелевой основе ХН32Т, 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, ХН30МДБ, 07ХН25МДТЛ, ХН35ВТ.

1.3 В зависимости от назначения и агрессивности сред к изделиям из коррозионностойких сталей могут быть предъявлены следующие требования:

а) стойкость против общей коррозии;

б) отсутствие склонности к межкристаллитной коррозии;

в) стойкость против коррозионного растрескивания;

г) стойкость против ножевой коррозии;

д) обеспечение определенного уровня механических свойств.

Эти требования могут быть выполнены с помощью различных режимов термической обработки, указанных в настоящем стандарте.

Механические свойства после термообработки приведены в справочном приложении А.

1.4 Необходимость и вид термической обработки указывается чертежами, техническими условиями или технологическими картами на изготовление данного вида изделия.

Детали и изделия при термической обработке надо загружать, как правило, в печи, разогретые до заданной температуры.

1.6 Перед высокотемпературными операциями термообработки изделия в отдельных случаях необходимо подогревать:

а) для уменьшения поводок (тонкостенных изделий сложной конфигурации, а также при большой разнице в сечениях изделий);

б) для ускорения нагрева в области высоких температур и уменьшения образования окалины;

в) для предупреждения образования трещин (в изделиях с массивными сечениями из сталей с низким коэффициентом теплопроводности, а также в изделиях из хромистой коррозионно-стойкой стали мартенситного класса).

1.7 Температуру подогрева необходимо поддерживать в пределах 600 – 800 °С. Время подогрева не регламентируется, но оно должно обеспечивать равномерный подогрев изделий всей садки.

1.8 Целесообразно термическую обработку стали проводить с нагревом в двух печах, одна из которых разогрета до температуры подогрева, а вторая – до температуры окончательной термической обработки.

1.9 При нагреве в пламенной печи недопустимо прямое попадание пламени на изделие.

1.10 Основным охладителем после аустенизации является вода. Исключение составляют случаи, когда охлаждение в воде может вызвать поводку или трещины в изделиях сложной конфигурации. Во избежание этого допускается охлаждение на воздухе или в масле при температуре 20-70 °С.

1.11 Объем масла в закалочном баке должен в 7-10 раз превышать массу закаливаемого изделия и обеспечивать полное его погружение, при необходимости создается дополнительная циркуляция и охлаждение масла.

1.12 Время выдержки при термической обработке рассчитывают по максимальной толщине изделия. Для длинных труб и замкнутых сосудов условную толщину берут равной трем толщинам стенки.

1.13 Время выдержки в печи отсчитывают с момента нагрева изделия до заданной температуры.

1.14 Время между закалкой и отпуском для изделия из мартенситных и мартенсито-ферритных сталей должно быть минимальным.

1.15 При необходимости допускается повторная термообработка, количество которых для конкретного изделия устанавливается техническими условиями.

Многократный отпуск не считают повторной термической обработкой

1.16 При одновременной загрузке в печь нескольких изделий их располагают так, чтобы поверхность изделий равномерно омывалась горячим воздухом. При выборе расстояния между загружаемыми изделиями необходимо учитывать высокий коэффициент линейного расширения у коррозионностойких сталей аустенитного класса.

1.17 Крупногабаритные и сложные по конфигурации изделия загружают в печь в специальных приспособлениях, предупреждающих или снижающих до минимума деформацию под действием собственной массы.

1.18 При проведении термической обработки необходимо соблюдать требования по технике безопасности в соответствии со стандартами и нормами по технике безопасности и промышленной санитарии.

2 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА 20Х13, 30Х13, 40Х13, 95Х18, 20Х17Н2, 20Х13Л

2.1 Изделия из сталей мартенситного класса можно подвергать закалке, отпуску, отжигу.

2.2 Закалку и отпуск изделий из коррозионностойких сталей мартенситного класса проводят для достижения:

а) максимальной коррозионной стойкости;

б) заданного уровня механических свойств.

2.3 Закалку изделий из сталей 20Х13, 30Х13, 40Х13, 95Х18 проводят с 1000-1050 °С, охлаждение в масле.

2.4 Время выдержки при нагреве под закалку для изделий с толщиной стенки или диаметром до 10 мм – 20 мин, свыше 10 мм – 20 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины.

2.5 Сварные изделия из стали 20Х13 перед нагревом под закалку подвергают отжигу при 700 °С, выдержка 1-2 ч.

2.6 Стали 30Х13, 40Х13 чувствительны к трещинам, поэтому нагрев толстостенных и сложных по конфигурации изделий под закалку начинают с 500-650 °С и ведут медленно до 800 °С. после выравнивания температуры скорость нагрева следует увеличить.

2.7 Сразу после закалки (во избежание самопроизвольного растрескивания) изделия из сталей мартенситного класса необходимо подвергнуть отпуску.

2.8 Максимальные прочностные свойства изделия из сталей 20Х13, 30Х13, 40Х13 приобретают после отпуска по режиму: нагрев до 250-300 °С, выдержка – 1-3 ч, охлаждение на воздухе.

2.9 Максимальную коррозионную стойкость и пластичность изделия из сталей 20Х13, 30Х13, 40Х13 приобретают после отпуска по режиму: нагрев до 700-750 °С, выдержка - 20 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины металла, но не менее 40 мин, охлаждение в масле.

Смягчающей термической обработкой сталей 20Х13, 30Х13, 40Х13 является отжиг при 750-850 °С с охлаждением с печью до 500 °С.

2.10 Упругие элементы, изготовленные из стали 30Х13, после закалки подвергают отпуску при 400 °С с выдержкой – 1-2 ч, охлаждение на воздухе.

2.11 Изделия из стали 95Х18 после закалки подвергают отпуску по режиму: нагрев до 150-300 °С, выдержка – 1-3 ч, охлаждение на воздухе.

С целью смягчения стали марки 95Х18 производят полный отжиг при 880-920 °С, 1-2 ч. (НВ 95-99) или неполный отжиг при 730-790 °С, 2-6 ч. (HRC 22-27).

2.12 Не допускается производить отпуск при 450-550 °С, так как это приводит к снижению ударной вязкости.

2.13 Заготовки для улучшения механической обрабатываемости подвергают промежуточному отжигу при 600-760 °С в течение 2-4ч.

2.14 Сварные узлы и изделия из стали 20Х13 для повышения коррозионной стойкости подвергают отжигу по режиму: нагрев до 700-750 °С, выдержка – 1 ч, охлаждение на воздухе.

2.15 Изделия из стали 20Х17Н2 подвергают термической обработке по режиму: нагрев до 975-1020 °С, время выдержки – согласно п. 4.4, охлаждение в масле или на воздухе, отпуск при 680-700 °С в течение 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины стенки.

2.16 Отливки из стали 20Х13Л можно подвергать термообработке по двум режимам:

а) отжиг при 950 °С, выдержка – 2-3 ч, охлаждение на воздухе;

б) закалка с температуры 1000-1050 °С, время выдержки согласно п. 7.1.4. охлаждение в масле; отпуск при 720-750 °С, выдержка – 1-2 ч, охлаждение на воздухе.

3 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ МАРТЕНСИТО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА 12Х13 И 14Х17Н2

3.1 Стали мартенсито-ферритного класса применяют в закаленном и отпущенном состоянии.

3.2 Для достижения максимальной прочности изделия из стали 14Х17Н2 подвергают закалке с 975 – 1040 °С, выдержка при толщине изделия до 10 мм – 15 мин, свыше 10 мм – 15 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины, охлаждение – в масле. Отпуск – при 275 – 350 °С в течение 2 ч + 1 мин на 1 мм максимальной толщины, охлаждение – на воздухе.

Для достижения высокой коррозионной стойкости изделия из стали 14Х17Н2 после закалки подвергают отпуску при 680-700 °С в течение 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины материала.

3.3 Температуру нагрева под закалку для изделий, изготовленных из листовой стали 14Х17Н2, можно понижать до 950-975 °С.

3.4 Для обеспечения среднего уровня прочности после закалки, описанной в п. 3.2 , изделия подвергают отпуску при 560-650 °С в

течение 1 ч + 1 мин на 1 мм максимальной толщины материала, охлаждение на воздухе.

Термическая обработка по этому режиму вызывает в изделии склонность к межкристаллитной коррозии.

3.5 Для стали 12Х13 обычно применяют два режима термической обработки, обеспечивающих сочетание коррозионной стойкости с различным уровнем прочности.

Первый режим – закалка с 980-1020 °С с охлаждением в масле или на воздухе и отпуск при 250-400 °С, охлаждение на воздухе.

Второй режим – закалка с 920-950 °С, охлаждение в масле или на воздухе и отпуск 540-700 °С.

Если сталь 12Х13 используется как жаропрочный материал, то термообработку проводят в виде закалки с 1000-1050 °С на воздухе или масле и отпуска при 650-790 °С с охлаждением на воздухе, масле или в воде.

3.6 Нагрев под закалку крупногабаритных и сварных изделий, а также изделий, имеющих резкие переходы по толщине, проводят с предварительным подогревом при 700-750 °С. При этом время выдержки уменьшается на 25 %.

3.7 Не допускается проводить отпуск при 400-500 °С в связи с тем, что резко падает ударная вязкость изделия.

3.8 Низкий отпуск (275-350 °С) не допускается для крепежных деталей и прецизионных пар, так как во время работы и хранения при минусовых температурах может произойти увеличение их размеров в результате превращения остаточного аустенита в мартенсит.

3.9 Сварные изделия из стали 14Х17Н2 обладают пониженной коррозионной стойкостью в зоне термического влияния. Поэтому их необходимо подвергать отпуску при 680-720 °С. Время выдержки – 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины изделия.

4 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ ФЕРРИТНОГО КЛАССА 08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т, 15Х28

4.1 Изделия из сталей ферритного класса для устранения склонности к межкристаллитной коррозии и достижения максимальной пластичности следует подвергать:

а) изделия из стали 08Х17Т – нагреву до 760-780 °С, выдержке из расчета 30 мин + 1мин на 1 мм максимальной толщины материала, охлаждение в воде;

б) изделия из стали 15Х25Т – нагреву до 730-770 °С, выдержке из расчета 30 мин + 1мин на 1 мм максимальной толщины материала, охлаждение в воде или на воздухе;

4.2 Изделия из стали 08Х13 подвергать закалке и отпуску по режиму: нагрев – до 980-1000 °С, выдержка 5 мин + 1 мин на 1 мм наибольшей толщины стенки, охлаждение в масле; отпуск при

680-720 °С, выдержка - 30 мин + 1мин на 1 мм максимальной толщины стенки, охлаждение в масле.

4.3 Сварные изделия из сталей 08Х17Т, 15Х25Т, 15Х28 следует подвергать отжигу при 720-780 °С в течение 1-2 ч, охлаждение на воздухе.

4.4 Сварные изделия из стали 08Х13 следует подвергать отжигу при 780-850 °С в течение 1-2 ч, охлаждение со скоростью 20-40 °С/час до 650-700 °С далее на воздухе.

4.5 Не допускается проводить отпуск изделий из сталей ферритного класса при 450 - 550 °С, так как это приводит к "475-градусной хрупкости".

5 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТО-МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6, 08Х17Н5М3

5.1 После закалки эти стали имеют структуру нестабильного аустенита с небольшим количеством мартенсита. В таком состоянии их не упрочняют старением. Упрочнение в результате старения можно получить после предварительной деформации или обработки холодом изделий, что вызывает образование мартенсита.

5.2 Детали, узлы и аппараты, изготовленные из нетермообработанных листов, лент, прессованных профилей, а также из прутков и поковок, подвергают полному циклу упрочняющей термической обработки:

а) закалка (для получения структуры аустенита);

б) обработка холодом при минус 70 °С (выдержка не менее 2 ч, при охлаждении в холодильной камере время выдержки увеличивается вдвое);

в) старение (для достижения заданного уровня свойств).

5.3 Изделия из стали марок 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6, 08Х17Н5М3 для достижения максимальной коррозионной стойкости подвергают термической обработке по режиму: нагрев до 1000 °С±20°С, выдержка при толщине стенки до 15 мм – 30 мин; свыше 15 мм – 30 мин + 1-2 мин на 1 мм максимальной толщины стенки; охлаждение в воде или на воздухе; обработка холодом согласно п. 5.2; старение при 350-380 °С, время выдержки 1 час + 1 мин на 1 мм сечения; охлаждение на воздухе.

5.4 Для получения максимальных прочностных характеристик старение необходимо проводить при 400-480 °С, время выдержки указано в п. 5.3, но при этом сталь приобретает склонность к межкристаллитной коррозии.

5.5 При закалке изделий с толщиной стенки до 8 мм охлаждение проводят на спокойном воздухе, изделия с толщиной стенки свыше 8 мм, а также изделия из прутков и поковок охлаждают в воде. Медленное охлаждение изделий (с печью или навалом) не допускается.

5.6 Разрыв между операциями закалки и обработки холодом не должен превышать 12ч.

5.7 Перед обработкой холодом изделия не должны подвергаться нагреву или воздействию температур от 0 до минус 40 °С. Время охлаждения изделий от комнатной температуры до минус 70 °С должно быть минимальным.

5.8 При получении пониженных значений относительного сужения и ударной вязкости по сравнению с указанными в нормативных документах, что наблюдается обычно на крупных поковках, рекомендуется обезводороживающий отжиг по режиму: нагрев до 500 °С±10 °С , выдержка 30 ч для сечений до 50 мм и 50 ч для сечений более 50 мм.

Наибольшая скорость обезводороживания наблюдается при мартенситной структуре, поэтому перед обезводороживанием структуру стали переводят в мартенситное состояние термообработкой при минус 70 °С или способом, указанным в п. 5.11. Для получения заданных свойств после обезводороживающей термообработки необходима упрочняющая термообработка по п. 5.3, 5.5.

5.9 При упрочняющей термической обработке изделий из сталей 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6 происходит увеличение их размеров по сравнению с закаленным состоянием на 0,3-0,5 %.

5.10 Для получения предела текучести на уровне 70-80 кгс/мм^2 (700-800 МПа): для изделий из сталей 09Х15Н8Ю и 07Х16Н6 режим термообработки:

а) закалка согласно п. 5.3;

б) обработка холодом при температуре от 0 °С до минус 10 °С в течение 2ч;

в) отпуск при 200 °С в течение 2ч.

5.11 Для наилучшей обрабатываемости изделия из сталей 09Х15Н8Ю, 07Х16Н6 подвергают двойной термообработке: отжиг при 760-780 °, выдержка – 1,5-2 ч, охлаждение на воздухе, отпуск при 650-680 °С в течение 1,5-2 ч, охлаждение на воздухе.

6 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА 12Х21Н5Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 20Х23Н13, 04Х25Н5М2, 08Х18Г8Н2Т, 15Х18Н12С4ТЮ, 03Х24Н6АМ3, 10Х21Н6М2Л, 35Х23Н7СЛ, 40Х24Н12СЛ

6.1 Для устранения склонности к межкристаллитной коррозии изделия из этих сталей подвергают закалке.

6.2 Изделия из сталей 12Х21Н5Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т подвергают закалке по режиму: нагрев до 1050 °С±25 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение в воде или на воздухе.

6.3 Изделия из стали 04Х25Н5М2 подвергают закалке с температуры 1020 °С±20 °С, охлаждение в воде, исключая изделия с сечением до 10мм, которые охлаждают на воздухе. Время выдержки указано в п. 7.1.4. Отпуск при 350-400 °С, выдержка 2 ч. Двухчасовую выдержку можно применять также для частичного снятия и перераспределения остаточных напряжений после автофретирования.

Сталь 04Х25Н5М2 при 700-900 °С склонна к охрупчиванию в связи с образованием сигма-фазы, поэтому нагрев и охлаждение в этом интервале температур должен производиться с максимальной скоростью.

6.4 Изделия из аустенито-ферритных сталей не требуют термической обработки после сварки.

6.5 Изделия из стали 20Х23Н13 подвергают закалке по режиму: нагрев до 1100-1150 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение - в воде или на воздухе.

6.6 Изделия из стали 08Х18Г8Н2Т подвергают закалке по режиму: нагрев до 950-1050 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение - в воде или на воздухе.

6.7 Изделия из стали 15Х18Н12С4ТЮ подвергают закалке с 1020-1050 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение в воде.

6.8 Изделия из стали 03Х24Н6АМ3 подвергают закалке с 1040-1060 °С, выдержка по п. 7.1.4, охлаждение в воде или на воздухе.

6.9 Отливки из сталей 10Х21Н6М2Л, 40Х24Н12СЛ подвергают закалке с 1050 °С±15 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение в воде или масле в зависимости от толщины материала и конфигурации изделия.

6.10 Отливки из стали 35Х23Н7СЛ термической обработке не подвергают.

7 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

7.1 Термическая обработка изделий из стабилизированных хромоникелевых сталей 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Т, 10Х14Г14Н4Т, 08Х18Н12Б, 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ.

7.1.1 В зависимости от назначения, условий работы, агрессивности среды изделия подвергают:

а) закалке (аустенизации);

б) стабилизирующему отжигу;

в) отжигу для снятия напряжений;

г) ступенчатой обработке.

7.1.2 Изделия закаливают для того, чтобы:

а) предотвратить склонность к межкристаллитной коррозии (изделия работают при температуре до 350 °С);

б) повысить стойкость против общей коррозии;

в) устранить выявленную склонность к межкристаллитной коррозии;

г) предотвратить склонность к ножевой коррозии (изделия сварные работают в растворах азотной кислоты);

д) устранить остаточные напряжения (изделия простой конфигурации);

е) повысить пластичность материала.

7.1.3 Закалку изделий необходимо проводить по режиму: нагрев до 1050-1100 °С, детали с толщиной материала до 10 мм охлаждать на воздухе, свыше 10 мм – в воде. Сварные изделия сложной конфигурации во избежание поводок следует охлаждать на воздухе.

7.1.4 Время выдержки при нагреве под закалку для изделий с толщиной стенки до 10 мм – 30 мин, свыше 10 мм – 20 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины.

7.1.5 При закалке изделий, предназначенных для работы в азотной кислоте, температуру нагрева под закалку необходимо держать на верхнем пределе (выдержка при этом сварных изделий должна быть не менее 1 ч).

7.1.6 Стабилизирующий отжиг применяется для:

а) предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии (изделия работают при температуре свыше 350 °С);

б) снятия внутренних напряжений;

в) ликвидации обнаруженной склонности к межкристаллитной коррозии, если по каким-либо причинам закалка нецелесообразна.

7.1.7 Стабилизирующий отжиг допустим для изделий и сварных соединений из сталей, у которых отношение титана к углероду более 5 или ниобия к углероду более 8.

7.1.8 Стабилизирующему отжигу для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии изделий, работающих при температуре более 350 °С, можно подвергать стали, содержащие не более 0,08 % углерода.

7.1.9. Стабилизирующий отжиг следует проводить по режиму: нагрев до 870-900 °С, выдержка 2-3 ч, охлаждение – на воздухе.

7.1.10 При термической обработке крупногабаритных сварных изделий разрешается проводить местный стабилизирующий отжиг замыкающих швов согласно п. 7.1.9, при этом все свариваемые элементы должны быть подвергнуты стабилизирующему отжигу до сварки.

7.1.11 При проведении местного стабилизирующего отжига необходимо обеспечить одновременно равномерные нагрев и охлаждение по всей длине сварного шва и прилегающих к нему зон основного металла на ширину, равную двум-трем ширинам шва, но не более 200 мм.

Ручной способ нагрева недопустим.

7.1.12 Для более полного снятия остаточных напряжений отжиг изделий из стабилизированных хромоникелевых сталей проводят по режиму: нагрев до 870-900 °С; выдержка 2 - 3 ч, охлаждение с печью до 300 °С (скорость охлаждения 50-100 град/ч), далее на воздухе.

7.1.13 Отжиг проводят, соблюдая требования п. 7.1.7 настоящего стандарта.

7.1.14 Ступенчатая обработка проводится для:

а) снятия остаточных напряжений и предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии;

б) для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии сварных соединений сложной конфигурации с резкими переходами по толщине;

в) изделия со склонностью к межкристаллитной коррозии, устранить которую другим способом (закалкой или стабилизирующим отжигом) нецелесообразно.

7.1.15 Ступенчатую обработку необходимо проводить по режиму: нагрев до 1050-1100 °С; выдержка согласно п. 7.1.4; охлаждение с максимально возможной скоростью до 870-900°С; выдержка при 870-900 °С в течение 2-3ч; охлаждение с печью до 300 °С (скорость – 50-100 град/ч), далее на воздухе.

7.1.16 Для ускорения процесса ступенчатую обработку рекомендуется проводить в двухкамерных или в двух печах, нагретых до различной температуры. При переносе из одной печи в другую температура изделий не должна быть ниже 900 °С.

7.1.17 Ступенчатую обработку разрешается проводить при соблюдении требований п. 7.1.7.

7.1.18 Отливки из стабилизированных сталей 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ следует подвергать закалке по режиму, указанному в п. 7.1.3 и 7.1.4.

7.1.19 Для более полной аустенизации стали 12Х18Н9ТЛ закалку необходимо проводить с 1100 °С, стали 10Х18Н11БЛ с 1150 °С.

7.1.20 При работе в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, отливки следует подвергать стабилизирующему отжигу по режиму, указанному в п. 7.1.9.

7.2 Термическая обработка изделий из нестабилизированных хромоникелевых сталей 12Х18Н9, 08Х18Н10, 07Х18Н9Л, 10Х18Н9Л, 04Х18Н10, 07Х21Г7АН5

7.2.1 Нестабилизированные хромоникелевые стали применяются для изделий, не подвергающихся сварке или предназначенных для работы в средах, не вызывающих межкристаллитную коррозию.

7.2.2 Для повышения стойкости против общей коррозии и устранения склонности к межкристаллитной коррозии, а также для повышения пластичности материала детали подвергают закалке по режиму: нагрев до 1050-1100 °С, охлаждение в воде.

7.2.3 Время выдержки изделий – согласно п. 7.1.4.

7.2.4 Отливки из сталей 07Х18Н9Л и 10Х18Н9Л подвергают закалке по режиму, указанному в п.п. 7.2.2, 7.1.4.

Для более полного выравнивания структуры закалку следует проводить с 1100 °С.

7.3 Термическая обработка изделий из низкоуглеродистых сталей 02Х18Н11, 03Х18Н11, 03Х19АГ3Н10, 02Х8Н22С6, 015Х14Н19С6Б.

7.3.1 Изделия из сталей 02Х18Н11, 03Х18Н11, 03Х19АГ3Н10 предназначены для работы в агрессивных средах и могут подвергаться закалке, отжигу.

7.3.2 Для обеспечения высокой коррозионной стойкости и оптимального сочетания прочности и пластичности изделия из сталей 02Х18Н11, 03Х18Н11, 03Х19АГ3Н10 подвергают закалке с 1050-1100 °С и охлаждают в воде или на воздухе.

7.3.3 Время выдержки изделий при нагреве под закалку указано в п.7.1.4.

7.3.4 Для того, чтобы снять остаточные напряжения, возникающие при пластической деформации и сварке, а также предотвратить коробление и коррозионное растрескивание, изделия из сталей 02Х18Н11, 03Х18Н11 и 03Х19АГ3Н10 подвергают отжигу при 870-900 °С, выдержка 2-3 ч, охлаждение с печью до 300 °С(скорость – 50-100 град/ч), далее – на воздухе.

7.3.5 Изделия из сталей 02Х8Н22С6, 015Х14Н19С6Б подвергают закалке с 1050 °С, время выдержки согласно п. 7.1.4, охлаждение в воде.

7.4 Термическая обработка изделий из жаростойких и жаропрочных сталей 10Х23Н18 и 20Х23Н18

7.4.1 Изделия из сталей 10Х23Н18 и 20Х23Н18, предназначенные для работы в условиях повышенных требований к жаростойкости и жаропрочности, подвергаются закалке с 1100-1150 °С (выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение в воде или на воздухе).

7.5 Термическая обработка изделий из хромоникельмолибденовых сталей 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н13М2Т, 12Х18Н12М3ТЛ

7.5.1 Изделия из хромоникельмолибденовых сталей, стабилизированных титаном, для снятия остаточных напряжений и предотвращения коррозионного растрескивания могут подвергаться термической обработке по требованию, оговоренному в проекте, режим которой должен быть согласован со специализированной организацией.

7.5.2 Изделия из перечисленных марок сталей подвергают закалке для того, чтобы повысить общую коррозионную стойкость и пластичность, устранить склонность к межкристаллитной коррозии.

7.5.3 Закалку проводят по режиму: нагрев до 1050-1100 °С (для стали 03Х17Н14М3 до 1100-1120 °С), охлаждение в воде или на воздухе.

7.5.4 Время выдержки при температуре закалки указано в п. 7.1.4.

7.5.5 Изделия с толщиной стенки до 10 мм следует охлаждать на воздухе, свыше 10 мм – в воде. Сварные изделия сложной конфигурации во избежание поводок следует охлаждать на воздухе.

7.5.6 Для придания стали наибольшей пластичности и ликвидации в структуре сигма-фазы закалку рекомендуется проводить при нагреве по верхнему пределу.

7.5.7 Термообработку несварных изделий для снятия внутренних напряжений и предотвращения коррозионного растрескивания следует проводить по следующему режиму: нагрев до 900±10 °С, выдержка 2-3 ч, охлаждение на воздухе.

7.5.8 Сварные изделия, изготовленные из хромоникельмолибденовых сталей с применением нестабилизированных электродов, для снятия остаточных напряжений и предотвращения коррозионного растрескивания следует подвергать термообработке по режиму: нагрев до 1020-1060 °С, выдержка 2 ч, охлаждение на воздухе.

7.5.9 Для изделий, сваренных низкоуглеродистыми чисто аустенитными электродами, термообработку для снятия остаточных напряжений и предотвращения коррозионного растрескивания следует проводить по режиму: нагрев до 1020-1060 °С, выдержка 2 ч, охлаждение с печью до 300 °С, далее на воздухе.

7.5.10 Изделия, сваренные электродами, стабилизированными ниобием, следует термообрабатывать для снятия остаточных напряжений и предотвращения коррозионного растрескивания по режиму: нагрев до 1100-1140 °С, выдержка 2ч, охлаждение с печью до 300 °С, далее на воздухе.

7.5.11 Отливки из стали 12Х18Н12М3ТЛ следует подвергать закалке с 1100-1150 °С, охлаждение в воде, масле или на воздухе. Время выдержки при температуре закалки указано в п. 7.1.4.

7.6 Термическая обработка изделий из сложнолегированных аустенитных сталей 03Х21Н21М4ГБ, 45Х14Н14В2М, 08Х15Н24В4ТР, 31Х19Н9МВБТ, 37Х12Н8Г8МФБ

7.6.1 Изделия из стали 03Х21Н21М4ГБ следует подвергать закалке с 1060-1120 °С, время выдержки при толщине стенки до 15мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины стенки; изделия охлаждают в воде или на воздухе.

7.6.2 Изделия из стали 45Х14Н14В2М можно термообрабатывать по двум режимам:

а) закалка - нагрев до 1110-1130 °С, выдержка при толщине материала 15мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины; охлаждение в воде или на воздухе. Старение при 750 °С, выдержка 6 ч, охлаждение на воздухе;

б) высокий отпуск при 820±10 °С, выдержка – 6ч, охлаждение на воздухе.

Первый режим предпочтительнее, так как получаемые пластические свойства изделий несколько выше.

7.6.3 Изделия из стали 08Х15Н24В4ТР термообрабатывать по режиму: закалка с 1130-1150°С с охлаждением на воздухе и старение при 700°С продолжительностью 16 часов с охлаждением на воздухе. Изделия из стали 31Х19Н9МВБТ можно термообрабатывать по режиму: закалка с 1140-1180 °С в воду и старение 750-800 °С в течение 15 часов с охлаждением на воздухе. Изделия из стали 37Х12Н8Г8МФБ термообрабатывать по режиму – закалка 1130-1150 °С в воде и первое старение 660-680 °С с выдержкой 12-14 часов и охлаждением на воздухе, и второе старение 770-800 °С с выдержкой 10-12 часов и охлаждением на воздухе.

7.7 Термическая обработка изделий из безникелевых аустенитных сталей 07Х13АГ20, 15Х17АГ14, 12Х13Г18Д

7.7.1 Изделия из сталей 07Х13АГ20, 15Х17АГ14 и 12Х13Г18Д и термообрабатывают по режиму: нагрев до 1050±20 °С, выдержка согласно п. 7.1.4, охлаждение изделий с толщиной стенки до 10 мм на воздухе, свыше 10 мм в воде.

8 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ХН32Т, 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, ХН30МДБ, 07ХН25МДТЛ, ХН35ВТ

8.1 Изделия из сплавов 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ для достижения максимальной коррозионной стойкости следует подвергать закалке по режиму: нагрев до 1050-1080 °С, выдержка при толщине стенки до 15 мм – 30 мин, свыше 15 мм – 30 мин + 1 мин на 1 мм максимальной толщины, охлаждение - в воде или на воздухе.

8.2 Отжиг изделий из сплавов 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, не подвергавшихся сварке. для снятия напряжений следует проводить при 950 ±10 °С в течение 2 ч, охлаждать на воздухе.

8.3 Отжиг сварных изделий из сплавов 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ для снятия напряжений следует проводить при 1050±10 °С, выдерживать в течение 2 ч, охлаждать на воздухе.

8.4 Изделия из сплава ХН30МДБ подвергают закалке с 1070±10 °С, время выдержки 2-3 мин на каждый мм толщины изделия, но не менее 10 мин., охлаждение в воде.

8.5 Отливки из сплава 07ХН25МДТЛ следует подвергать закалке с 1100-1150 °С, выдерживать 1,5 ч, охлаждать в воде.

8.6 Ступенчатую обработку отливок из сплава 07ХН25МДТЛ следует проводить по режиму: нагрев до 1100-1150 °С, выдержка 1,5 ч, охлаждение с печью до 950 °С, выдержка 2 ч, охлаждение с печью – до 300 °С, далее – на воздухе.

8.7 Изделия из сплава ХН32Т следует подвергать закалке с 1100-1150 °С. Время выдержки и охлаждение указано в п. 8.1.

8.8 Изделия из стали ХН35ВТ термообрабатывать по режиму: закалка 1080-1100 °С в воде и первое старение 850-900 °С с выдержкой 10 часов и охлаждением на воздухе и второе старение 700 °С с выдержкой 10 - 50 часов и охлаждением на воздухе. Продолжительность старения определяется содержанием титана в стали. При содержании титана на нижнем пределе 1,1-1,2 % продолжительность старения 50 часов, при большем содержании 25-40 часов.

9 КОНТРОЛЬ ЗА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

9.1 Печные агрегаты, в которых изделия нагреваются под термическую обработку, должны обеспечивать распределение температуры по рабочей части печи в пределах допуска на нее, указанного в технической документации.

9.2 Все печные агрегаты должны по установленному графику проходить проверку на распределение температуры по поду и высоте печи.

Проверку печей, в которых проводится термическая обработка особо ответственных изделий, следует проводить не реже одного раза в месяц.

9.3 После ремонта, а также при замене нагревателей проводят регулировку печи с контрольной проверкой распределения температуры в нагревательной камере. благодаря этой проверке устанавливается рабочая зона печи, в пределах которой можно располагать изделия при термической обработке.

9.4 Перед началом работы каждой смены необходимо проверять состояние контрольно-измерительных приборов, регулирующих и контролирующих температуру печи.

9.5 Объем контроля качества изделий, прошедших термическую обработку, устанавливается соответствующими нормативными документами.

9.6 Механические свойства и коррозионную стойкость определяют на образцах, вырезанных из изделия, или на образцах-свидетелях, изготовленных из той же марки стали и плавки, что и изделие, прошедших термическую обработку совместно с ним.

Расположение и крепление образцов-свидетелей при термической обработке указывается в технологических картах.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Таблица А1 – МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0.2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относи – тельное удлинение δ, %	Относи – тельное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
20Х13	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 660-770	масло воздух	660 (66)	450 (45)	16	55	80 (8.0)
	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 250-300	масло воздух	1400 (140)	1200 (120)	15	40	50 (5.0)
30Х13	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 250-300	масло воздух	1700 (170)	1400 (140)	10	35	
	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 350-400	масло воздух	1600 (160)	1300 (130)			
	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 600-650	масло воздух	900 (90)	700 (70)	16		
	1. Закалка 2. Отпуск	1000-1050 700-750	масло воздух	800 (80)	600 (60)	13	45	60 (6.0)

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относи – тельное удлинение δ, %	Относи – тельное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
40Х13	1. Закалка	1000-1050	масло					
	2. Отпуск	250-300	воздух	1800 (180)	1500 (150)	10	30	50 (5.0)
	1. Закалка	1000-1050	масло					
	2. Отпуск	700-750	воздух	900 (90)	650 (65)	12	45	
95Х18	1. Закалка	1000-1050	масло					
	2. Отпуск	150-300	воздух	2000 (200)	1900 (190)	2	10	20 (2.0)
20Х13Л	1. Закалка	1000-1050	масло					
	2. Отпуск	720-750	воздух	600 (60)	450 (45)	16	40	40 (4.0)
20Х17Н2	1. Закалка	975-1020	масло или воздух					
	2. Отпуск	680-700	воздух	850 (85)	650 (65)	16	45	50 (5.0)
	1. Закалка	1000-1050	масло или воздух					
	2. Обработка холодом*	минус 70*	воздух					
	3. Отпуск	250-320	воздух	1500 (150)	1200 (120)	8		

* не менее 2 ч.

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
12Х13	1. Закалка	1000-1050	масло или воздух	600 (60)	420 (42)	20	60	90 (9,0)
	2. Отпуск	650-790	воздух, масло или вода					
14Х17Н2	1. Закалка	975-1040	масло	1100 (110)	850 (85)	10	30	50 (5,0)
	2. Отпуск	275-350	воздух					
	1. Закалка	975-1040	масло	750 (75)	600 (60)	18	45	70 (7,0)
	2. Отпуск	680-700	воздух					
08Х13	1. Закалка	980-1000	масло	600 (60)	420 (42)			
	2. Отпуск	680-720	масло			19	55	90 (9,0)
	Отжиг	780-850	скорость 20-40 °С/час до 650-700°С, воздух			20	60	100 (10)

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
08Х17Т	Отжиг	760-780	вода	450 (45)	250 (25)	18	45	50 (5,0)
15Х25Т		730-770	вода или воздух		300 (30)	20	40	
15Х28		720-780		530 (53)	—	30	—	—
09Х15Н8Ю	1. Закалка 2. Обработка холодом* 3. Старение	980-1020 минус 70 * 400-480	вода или воздух воздух	1200 (120)	900 (90)	10	45	40 (4,0)
	1. Закалка 2. Обработка холодом* 3. Старение	980-1020 минус 70 * 350-380	вода или воздух воздух	1100 (110)	900 (90)	12	50	70 (7,0)
	1. Закалка 2. Обработка холодом** 3. Отпуск	980-1020 минус 10 ** 200	вода или воздух воздух	950 (95)	700 (70)	18	50	100 (10,0)

* См. п. 5.2

** См. п. 5.10

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение воздух	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
07Х16Н6	1. Закалка	980-1020	вода или воздух	1200 (120)	1000 (100)	12	50	70 (7,0)
	2. Обработка холодом*	минус 70 *	воздух					
	3. Старение	350-380	воздух					
	1. Закалка	980-1020	вода или воздух	1250 (125)	1050 (105)	10	45	50 (5,0)
	2. Обработка холодом*	минус 70 *						
	3. Старение	400-450	воздух					
	1. Закалка	980-1020	вода или воздух	950 (95)	700 (70)	20	60	120 (12)
	2. Обработка холодом**	минус 10**						
	3. Отпуск	180-200	воздух					

* См. п. 5.2
** См. п. 5.10

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
			воздух					
08Х17Н5М3	1. Закалка 2. Обработка холодом*** 3. Старение	980-1020 минус 70*** 350-380	вода или воздух воздух	1200 (120)	850 (85)	12	50	40 (4,0)
12Х21Н5Т	Закалка	1020-1050	воздух	700 (70)	350 (35)	20	40	60 (6,0)
08Х22Н6Т			вода или воздух	600 (60)			45	
08Х21Н6М2Т			воздух			25		
20Х23Н13		1100-1150	вода или воздух	500 (50)	300 (30)	35	50	
08Х18Г8Н2Т		950-1050		600 (60)	350 (35)	20	30	
04Х25Н5М2	1.Закалка 2. Отпуск	1000-1040 350-400	вода или воздух воздух	650 (65)	500 (50)	20	50	100 (10,0)

*** Не менее 2 ч.

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
03Х24Н6АМ3	Закалка	1040-1060	вода или воздух	700(70)	400 (40)	25	35	60 (6,0)
15Х18Н12С4ТЮ	Закалка	1020-1050	вода	700 (70)	350 (35)	30	40	80 (8,0)
35Х23Н7СЛ	—	—	—	550 (55)	250 (25)	12	25	30 (3,0)
40Х24Н12СЛ	Закалка	1030-1070	вода, масло или воздух	500 (50)	250 (25)	20	28	30 (3,0)
10Х21Н6М2Л			вода или воздух	600 (60)	300 (30)	30	30	60 (6,0)
12Х18Н9Т	Закалка	1050-1100	вода или воздух	450 (45)	200 (20)	25	35	200 (20)
	Стабилизирующий отжиг	870-900	воздух	520 (52)	200 (20)	40	50	—
	Ступенчатая обработка*					35		
12Х18Н10Т	Закалка	1050-1100	вода или воздух	520 (52)	200 (20)	40	55	—

* См. п. 7.1.15

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
08Х18Н10Т	Закалка	1050-1150	вода или воздух	500 (50)	200 (20)	40	55	—
	Стабилизирующий отжиг	870-900	воздух			35	50	—
	Ступенчатая обработка*							
12Х18Н12Т	Закалка	1000-1080	вода или воздух	500 (50)	180 (18)	40	55	—
08Х18Н12Т								—
10Х14Г14Н4Т		1050-1100		650 (65)	250 (25)	35	50	—
08Х18Н12Б	Закалка	1050-1100	вода или воздух	500 (50)	200 (20)	40	55	
	Стабилизирующий отжиг	870-900	воздух		180 (18)	35	50	—
	Ступенчатая обработка*							—

* См. п. 7.1.15

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относи – тельное удлинение δ, %	Относи – тельное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
12Х18Н9ТЛ	Закалка	1050-1100	вода или воздух	450 (45)	200 (20)	25	32	—
10Х18Н11БЛ	Закалка	1100-1150	вода				35	—
	Стабили-зирующий отжиг	870-900	воздух					
12Х18Н9	Закалка	1050-1100	вода	500 (50)	200 (20)	45	55	—
04Х18Н10			вода или воздух	510 (51)	210 (21)	43	—	—
07Х21Г7АН5				700 (70)	400 (40)	25	—	—
08Х18Н10			вода	480 (48)	200 (20)	40	55	—
07Х18Н9Л				450 (45)	180 (18)	25	35	—
10Х18Н9Л								—
02Х18Н11				520 (52)	200 (20)	45	50	—
03Х18Н11			вода или воздух					—
03Х19АГ3Н10				650 (65)	350 (35)			—
02Х8Н22С6		1050-1070	вода	540 (54)	200 (20)	40	—	—
015Х14Н19С6Б		1080	вода или воздух	590 (59)	240 (24)	50	—	—
10Х23Н18		1100-1150		500 (50)	200 (20)	35	40	—
20Х23Н18				550 (55)	270 (27)			—

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Закалка	1050-1100	вода или воздух	520 (52)	220 (22)	**40**	55	—
	Стабилизирующий отжиг	870-900	воздух			**35**	50	
	Отжиг	1020-1060	воздух или с печью					
	Отжиг	1100-1140	с печью					
08Х17Н15М3Т	Закалка	1050-1100	вода или воздух	500 (50)	200 (20)	**35**	40	—
	Стабилизирующий отжиг	890-910	воздух	520 (52)		30		
	Отжиг	1020-1060	воздух или с печью					
	Отжиг	1100-1140	с печью					
03Х17Н14М3	Закалка	1100-1120	вода или воздух	500 (50)		**40**	45	—

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относи – тельное удлинение δ, %	Относи – тельное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
08Х17Н13М2Т	Закалка	1050-1100	вода или воздух	500 (50)	200 (20)	35	45	—
	Стаби-лизирующий отжиг	890-910	воздух			30	40	
	Отжиг	1020-1060	воздух или с печью					
	Отжиг	1100-1140	с печью					
12Х18Н12М3ТЛ	Закалка	1100-1150	вода, масло, воздух	450 (45)	220 (22)	25	30	—
03Х21Н21М4ГБ		1060-1120	вода или под душем	600 (60)	300 (30)	30		—
45Х14Н14В2М	Высокий отпуск	810-830	воздух	720 (72)	320 (32)	20	35	—
08Х15Н24В4ТР	1. Закалка 2. Старение	1130-1150 700 16 час.	воздух	730 (73)	440 (44)	18	35	—
31Х19Н9МВБТ	1. Закалка 2. Старение	1140-1180 750-800 15 час.	вода воздух	600 (60)	320 (32)	30	40	—

Продолжение таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
37Х12Н8Г8МФБ	1. Закалка	1130-1150	вода	900 (90)	600 (60)	15	20	—
	2.Первое старение	660-680 12-14 час.	воздух					
	Второе старение	770-800 10-12 час.						
07Х13АГ20	Закалка	1030-1070	вода или воздух	670 (67)	350 (35)	40	—	—
15Х17АГ14				700 (70)	—			—
12Х13Г18Д				630 (63)	320 (32)	45		—
ХН32Т		1100-1150		490 (49)	180 (18)	30	35	—
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ		1050-1080		520 (52)	220 (22)	25	40	—
ХН30МДБ				540 (54)	300 (30)	35	40	—
07ХН25МДТЛ	1. Закалка	1100-1150	вода	400 (40)	200 (20)	20	20	—
	2. Ступенчатая обработка*							

* См. п. 8.6

Окончание таблицы А1

Сталь или сплав	Режим термообработки			Механические свойства				Ударная вязкость KCU, Дж/см^2 (кГс·м/см^2)
	Операция	Температура, °С	Охлаждение	Временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2)	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2)	Относи – тельное удлинение δ, %	Относи – тельное сужение ψ, %	
				не менее				не менее
ХН35ВТ	Закалка	1080-1100	вода	750 (75)	400 (40)	15	25	—
	Первое старение	850-900 10 час.	воздух					
	Второе старение	700 10-50час.						

* См. п. 8.6

gost.e-ecolog.ru