ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 59023.5— 2020**

# СВАРКА И НАПЛАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

## Термическая обработка сварных соединений и наплавленных деталей

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2020 г. № 1292-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 (www.gost.ru)*

© Стандартинформ, оформление, 2020

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 и определения . . . . . 2
4 Общие положения . . . . . 2
5 Общие требования . . . . . 2
5.1 Требования к технологической документации . . . . . 2
5.2 Виды термической обработки при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и трубопроводов с применением сварки . . . . . 3
5.3 Минимально допустимая температура металла стыковых сварных соединений (наплавленных) деталей из перлитных и высокохромистых сталей в интервале времени между окончанием сварки и началом термической обработки в случаях, если не предусмотрен термический отдых . . . 3
5.4 Минимальная температура и продолжительность термического отдыха стыковых сварных соединений, выполненных дуговой или электронно-лучевой сваркой . . . . . 4
5.5 Необходимость и температура отпусков сварных соединений деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей в зависимости от марки стали и номинальных толщин сваренных дуговой или электронно-лучевой сваркой деталей . . . . . 5
5.6 Минимальное значение величины зоны контролируемого нагрева металла при местной термической обработке сварных соединений . . . . . 8
5.7 Режимы термической обработки деталей, наплавленных износостойкими материалами . . . . . 9
6 Сварные соединения алюминиевых и титановых сплавов . . . . . 10
6.1 Общие требования . . . . . 10
6.2 Требования к режимам термообработки . . . . . 12
7 Отчетная документация . . . . . 13
Библиография . . . . . 14

## Введение

Настоящий стандарт, входящий в комплекс стандартов «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», устанавливает требования к проведению термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# СВАРКА И НАПЛАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

## Термическая обработка сварных соединений и наплавленных деталей

Welding and surfacing of equipment and pipelines of nuclear power plants.
Heat treatment of welded joints and welds

**Дата введения — 2022—02—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сварку и наплавку оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, подпадающих под действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии [1] и [2].

Настоящий стандарт устанавливает требования к термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 3.1109 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий

ГОСТ Р 58721 Соединения сварные из сталей марок 10ГН2МФА, 15Х2НМФА деталей оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Требования к сварке, наплавке и термической обработке

ГОСТ Р 58904 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Общие термины

ГОСТ Р 59023.1—2020 Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Материалы, применяемые для выполнения сварных соединений и наплавок

ГОСТ Р 59023.2 Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Основные типы сварных соединений

ГОСТ Р 59023.3 Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Режимы сварки и наплавки

ГОСТ Р 59023.4—2020 Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Подогрев при сварке (наплавке)

ГОСТ Р 59023.6 Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Наплавка уплотнительных и направляющих поверхностей

ГОСТ Р ИСО 857-1 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 17659 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений

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

**Издание официальное**

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 и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 3.1109, ГОСТ Р 58904, ГОСТ Р ИСО 857-1 и ГОСТ Р ИСО 17659.

## 4 Общие положения

4.1 Категории сварных соединений трубопроводов и оборудования атомных энергетических установок указаны в соответствии с [3].

4.2 Подразделение марок сталей, используемых для сварки деталей и сборочных единиц трубопроводов и оборудования атомных энергетических установок, соответствует классам, установленным в [2].

4.3 При выборе сварочных и наплавочных материалов, типов сварных соединений, режимов сварки и наплавки, параметров подогрева при сварке и наплавке, наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей необходимо руководствоваться требованиями [2] и ГОСТ Р 59023.1, ГОСТ Р 59023.2, ГОСТ Р 59023.3, ГОСТ Р 59023.4, ГОСТ Р 59023.6, ГОСТ Р 58721.

4.4 Необходимость термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей устанавливают конструкторской и (или) проектной документацией.

Термическую обработку сварных соединений и наплавленных деталей оборудования и трубопроводов выполняют в соответствии с требованиями технологической документации.

4.5 При выполнении термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей из сталей марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, оборудования и трубопроводов классов 1 и 2, в том числе с плакирующим слоем из коррозионно-стойких хромоникелевых сталей аустенитного класса, а также сварных соединений и наплавленных поверхностей деталей из перечисленных сталей с деталями из сталей марок 22К, 08Х18Н10Т и 06Х12Н3Д (06Х12Н3ДЛ), а также из стали 20 в части приварки патрубков системы управления и защиты к крышке корпуса реактора из стали марки 15Х2НМФА с наплавленным антикоррозионным покрытием, следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 58721, если иное не установлено в [2].

4.6 После сварки листов или других полуфабрикатов, в том числе с антикоррозионной наплавкой, сварные соединения должны быть подвергнуты термической обработке при наличии требований в конструкторской и (или) проектной документации до начала процесса деформирования фасонных деталей. При горячем деформировании термическую обработку допускается не проводить.

4.7 Метрологическое обеспечение средств измерений, применяемых при выполнении термообработки, должно осуществляться в соответствии с законодательством об обеспечении единства измерений [4] и [5].

## 5 Общие требования

### 5.1 Требования к технологической документации

В технологической документации по выполнению термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей должны быть указаны, как минимум:

а) наименование и обозначение сваренных (наплавленных) деталей;

б) марки основных материалов, сваренных или наплавленных деталей;

в) вид наплавки;

г) наименьшие номинальные толщины свариваемых (наплавляемых) деталей (сборочных единиц);

д) условия пребывания сварных соединений и наплавленных деталей в интервале времени между окончанием сварки (наплавки) и началом термической обработки;

е) виды термической обработки с указанием последовательности выполнения отдельных ее этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);

ж) методы термической обработки с указанием применяемого термического оборудования;

и) режимы каждого этапа термической обработки (начальная температура термической обработки, скорость нагрева, температура и продолжительность режимов в зависимости от диапазонов номинальных толщин деталей в зоне сварных соединений или наплавок, скорость охлаждения и температура выдачи воздуха);

к) методы и порядок контроля температурных режимов.

### 5.2 Виды термической обработки при изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и трубопроводов с применением сварки

5.2.1 При изготовлении, монтаже и ремонте оборудования и трубопроводов с применением сварки выполняют следующие виды термической обработки:

а) отпуск;

б) полную термическую обработку (нормализация или закалка с последующим отпуском);

в) аустенизацию или стабилизирующий отжиг.

5.2.1.1 Отпуску подвергают выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей.

5.2.1.2 Полной термической обработке подвергают выполненные электрошлаковой сваркой сварные соединения деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей.

5.2.1.3 Аустенизации подвергаются сварные соединения деталей сталей аустенитного класса.

5.2.2 Отпуски подразделяют на промежуточные, окончательные и предварительные.

5.2.2.1 Промежуточные отпуски проводят после выполнения отдельных сварных соединений, если эти соединения (наплавки) в дальнейшем подлежат повторному отпуску (одному или нескольким).

5.2.2.2 Окончательные отпуски проводят после выполнения всех предусмотренных сварочных (наплавочных) и термических операций, включая исправление дефектов сварных соединений (наплавки) с применением сварки (наплавки).

5.2.2.3 Предварительный отпуск проводят перед полной термической обработкой сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой.

5.2.2.4 Максимальную суммарную продолжительность отпусков назначают в конструкторской документации. При этом следует принимать во внимание возможность исправления дефектов с помощью сварки, выявленных на заключительных операциях изготовления и монтажа.

### 5.3 Минимально допустимая температура металла стыковых сварных соединений (наплавленных) деталей из перлитных и высокохромистых сталей в интервале времени между окончанием сварки и началом термической обработки в случаях, если не предусмотрен термический отдых

В таблице 5.1 указана минимально допустимая температура металла стыковых сварных соединений (наплавленных) деталей из перлитных и высокохромистых сталей в интервале времени между окончанием сварки и началом термической обработки в случаях, если не предусмотрен термический отдых. В случаях, не предусмотренных таблицей 5.1, условия пребывания сварных соединений в интервале времени между окончанием сварки и началом термической обработки устанавливаются технологической документацией.

Таблица 5.1

| Марка стали свариваемых (наплавленных) деталей | Номинальная толщина стенки свариваемых (наплавленных) деталей, мм | Минимально допустимая температура металла в зоне сварного соединения (наплавки), °С | Максимально допустимый интервал, ч |
|---|---|---|---|
| 10ГН2МФА*, 10ГН2МФА-А* | Более 50,0 | 70 | Не регламентируется |
| 20ХМ, 20ХМА | Более 10,0 | 200 | Не регламентируется |
| 10Х2М | Более 30,0 | 100 | Не регламентируется |
| 12Х1МФ, 15Х1М1Ф | Более 6,0 | 200 | Не регламентируется |
| 05Х12Н2М | Более 30,0 | 80 | Не регламентируется |

*Окончание таблицы 5.1*

| Марка стали свариваемых (наплавленных) деталей | Номинальная толщина стенки свариваемых (наплавленных) деталей, мм | Минимально допустимая температура металла в зоне сварного соединения (наплавки), °С | Максимально допустимый интервал, ч |
|---|---|---|---|
| 15Х2НМФА*, 15Х2НМФА-А*, 15Х2НМФА класс 1* 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А, 15Х2НМ1ФА, 15Х2НМ1ФА-А | Независимо от толщины | 150 | Не регламентируется |
| 06Х12Н3Д | Более 10,0 | 100 | Не регламентируется |
| 12Х2МФА, 12Х2МФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б | Независимо от толщины | 200 | Не регламентируется |
| 18Х2МФА, 18Х2МФА-А | Независимо от толщины | 200 | Не регламентируется |
| 07Х12НМФБ | Независимо от толщины | 100** | Не регламентируется |

* При выборе минимально допустимой температуры металла в зоне сварного соединения в интервале времени между окончанием сварки и началом термической обработки стыковых сварных соединений (наплавленных) деталей оборудования и трубопроводов классов 1 и 2 следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 58721, если иное не установлено в [2].

** Максимальная температура не должна превышать минимальную более чем на 50 °С.

Примечание — Максимальная температура для сталей, свариваемых (наплавленных) деталей, не должна превышать максимальную температуру предварительного и сопутствующего подогревов при сварке в соответствии с ГОСТ Р 59023.4, если иное не установлено в [2].

### 5.4 Минимальная температура и продолжительность термического отдыха стыковых сварных соединений, выполненных дуговой или электронно-лучевой сваркой

5.4.1 Минимальная температура и продолжительность термического отдыха стыковых сварных соединений, выполненных дуговой или электронно-лучевой сваркой, приведены в таблице 5.2.

Максимальная температура термического отдыха не должна превышать минимальную более чем на 100 °С, для стали 07Х12НМФБ — не более чем на 50 °С. При местном термическом отдыхе ширина зоны нагрева должна быть не менее ширины зоны нагрева при предварительном и сопутствующем подогревах в соответствии с ГОСТ Р 59023.4, если иное не установлено в [2].

Таблица 5.2

| Марка стали свариваемых деталей | Номинальная толщина стенки свариваемых деталей, мм | Режим термического отдыха | |
|---|---|---|---|
| | | минимальная температура, °С | минимальная продолжительность, ч |
| 10ГН2МФА* | Более 50,0 до 110,0 включ. | 150 | 8 |
| 10Х2М, 05Х12Н2М | Более 30,0 | 100 | 8 |
| 12Х1МФ | Более 6,0 | 130 | 8 |
| 15Х1М1Ф | Более 6,0 | 150 | 10 |
| 06Х12Н3Д, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А | Независимо от толщины | 150 | 12 |
| 12Х2МФА**, 12Х2МФА-А**, 15Х2МФА**, 15Х2МФА-А**, 15Х2МФА-А мод.А**, 15Х2МФА-А мод.Б** | Независимо от толщины | 200 | 12 |
| 08Х13 | Более 10,0 | 100 | 8 |

*Окончание таблицы 5.2*

| Марка стали свариваемых деталей | Номинальная толщина стенки свариваемых деталей, мм | Режим термического отдыха | |
|---|---|---|---|
| | | минимальная температура, °С | минимальная продолжительность, ч |
| 07Х12НМФБ | Независимо от толщины | 150 | 12 |

* При выборе режимов термического отдыха стыковых сварных соединений оборудования и трубопроводов классов 1 и 2 следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 58721, если иное не установлено в [2].

** В случае выполнения наплавки кромок перлитными сварочными материалами при приварке к деталям из сталей 22К, 10ГН2МФА.

5.4.2 После проведения термического отдыха сварные соединения допускается охлаждать до температуры не ниже 5 °С. Время до начала термической обработки не ограничивают.

5.4.3 Для сварных соединений деталей из сталей различных марок минимальную температуру термического отдыха принимают по стали, для которой установлено более высокое значение температуры.

5.4.4 Интервалы времени не ограничивают:

а) между окончанием наплавки аустенитными сварочными материалами на кромки деталей из сталей перлитного класса и термической обработкой;

б) между окончанием антикоррозионной наплавки и термической обработкой.

Температура наплавленных деталей из легированных сталей перлитного класса до проведения термической обработки должна быть не ниже 5 °С.

5.4.5 Номинальная температура промежуточных отпусков должна быть ниже номинальной температуры окончательного отпуска не менее чем на 15 °С.

5.4.6 Номинальная температура окончательных отпусков сварных соединений и наплавленных деталей не должна превышать номинальную температуру отпуска основного металла при его полной термической обработке по режимам, установленным документами по стандартизации на полуфабрикаты из сталей соответствующих марок, включенных в сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии [6].

### 5.5 Необходимость и температура отпусков сварных соединений деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей в зависимости от марки стали и номинальных толщин сваренных дуговой или электронно-лучевой сваркой деталей

5.5.1 Необходимость и температуру отпусков сварных соединений деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей в зависимости от марки стали и номинальных толщин сваренных дуговой или электронно-лучевой сваркой деталей принимают в соответствии с таблицей 5.3. При отсутствии соответствующих указаний в таблице 5.3 необходимость и температура отпусков устанавливается конструкторской и (или) проектной документацией.

Таблица 5.3

| Марка материалов свариваемых деталей | Номинальная толщина свариваемых деталей, мм | Температура отпусков, °С | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | промежуточных | | окончательных | |
| | | Номинальная | Предельные отклонения | Номинальная | Предельные отклонения |
| Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л | ≤ 36,0 | — | — | — | — |
| | > 36,0 | 610 | ± 20 | 630 | ±20 |
| 20К, 22К, 25Л | ≤ 36,0 | — | — | — | — |
| | > 36,0 | 620 | ± 20 | 640 | +20<br>–10 |
| 06Х12Н3Д | ≤ 10,0 | — | — | — | — |
| | > 10,0 | 620 | ±10 | 640 | +10<br>–15 |

*Продолжение таблицы 5.3*

| Марка материалов свариваемых деталей | Номинальная толщина свариваемых деталей, мм | Температура отпусков, °С | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | промежуточных | | окончательных | |
| | | Номинальная | Предельные отклонения | Номинальная | Предельные отклонения |
| 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 09Г2С-А, 10ХСНД, 10ХН1М | ≤ 30,0 | — | — | — | — |
| | > 30,0 | 630 | ±15 | 650 | ±15 |
| 10ГН2МФА*, 10ГН2МФА-А* | ≤ 10,0 | — | — | — | — |
| | > 10,0 | 620 | ±10 | 650 | ±10 |
| 15Х2НМФА*, 15Х2НМФА-А*, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А 15Х2НМФА класс 1*, 15Х2НМ1ФА, 5Х2НМ1ФА-А | Независимо от толщины | 620 | ±10 | 650 | ±10 |
| 07Х16Н4Б | Независимо от толщины | — | — | 650 | ±10 |
| 07Х12НМФБ | Независимо от толщины | 720 | ±10 | 740 | ±10 |
| 16ГНМА | ≤ 25,0 | — | — | — | — |
| | > 25,0 | 640 | ±15 | 660 | ±15 |
| 12Х2МФА, 12Х2МФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б, 18Х2МФА, 18Х2МФА-А | Независимо от толщины | 655 | ±10 | 670 | ±10 |
| 05Х12Н2М | Независимо от толщины | — | — | 670 | ±20 |
| 20ХМА, 20ХМ | Независимо от толщины | 670 | ±15 | 700 | ±15 |
| 12МХ, 12ХМ, 15ХМ | ≤ 10,0 | — | — | — | — |
| | > 10,0 | 690 | ±20 | 710 | ±20 |
| 10Х2М, 08Х13 | ≤ 6,0 | — | — | — | — |
| | > 6,0 | 690 | ±20 | 710 | ±20 |
| 12Х1МФ | ≤ 6,0 | — | — | — | — |
| | > 6,0 | 715 | ±15 | 730 | ±20 |
| 15Х1М1Ф | ≤ 6,0 | — | — | — | — |
| | > 6,0 | 725 | ±15 | 740 | ±15 |
| 10Х9МФБ | ≤ 10,0 | — | — | 750 | ±10 |
| | 10 < $h$ ≤ 40,0 | 710 | ±10 | 760 | ±10 |

* При выборе температуры отпусков сварных соединений деталей оборудования и трубопроводов классов 1 и 2 следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 58721, если иное не установлено в [2].

Примечания

1 Прочерк в соответствующей ячейке таблицы означает отсутствие необходимости выполнения отпуска.

2 В качестве номинальной толщины сваренных деталей для стыковых сварных соединений необходимо принимать номинальную толщину в зоне, непосредственно примыкающей к сварному шву.

*Окончание таблицы 5.3*

3 При местной термической обработке (отпусках) сварных соединений деталей из стали марок Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л, 20К, 22К, 25Л, 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 10ХСНД, 10ХН1М, 10ГН2МФА, 16ГНМА, 12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А увеличение суммарных предельных отклонений от указанных в таблице номинальных температур отпусков до 40 °С в сторону минусового отклонения допускается при наличии указаний в технологической документации.

4 Отпуск сварных соединений сталей марок 10ХСНД и 10ХН1М с номинальной толщиной стенки до 40,0 мм включительно допускается не проводить при наличии указаний в технологической документации.

5 Для сварных соединений деталей из стали марок Ст3сп5 и 20 повышение верхнего предела температуры окончательного отпуска до 660 °С допускается при наличии указаний в технологической документации.

6 Проведение промежуточного отпуска сварных соединений деталей из стали марок 12Х2МФА и 15Х2МФА при температуре (650 ± 10) °С допускается при наличии указаний в технологической документации.

5.5.2 Проведение отпусков сварных соединений деталей из стали различных марок и (или) различной номинальной толщины обязательно в следующих случаях:

а) если в соответствии с таблицей 5.3 марка стали и номинальная толщина каждой из двух сваренных деталей определяют необходимость отпуска сварного соединения;

б) если в соответствии с таблицей 5.3 марка стали хотя бы одной из двух сваренных деталей определяет необходимость отпуска сварного соединения независимо от номинальной толщины деталей.

5.5.3 Температура отпусков сварных соединений деталей из стали различных марок, для которых в таблице 5.3 предусмотрена различная температура отпусков, устанавливается в технологической документации. При этом номинальные температуры отпусков не должны выходить за пределы интервала между номинальными температурами, определяемыми в соответствии с таблицей 5.3 для отпусков сварных соединений деталей из стали соответствующих марок.

5.5.4 Необходимость отпуска деталей после выполнения предварительной наплавки кромок определяют в соответствии с таблицей 5.3 как для сварных соединений этих деталей без наплавки кромок. При этом детали, кромки которых наплавлены аустенитными сварочными материалами, подвергают отпуску по режиму окончательного отпуска, а детали, кромки которых наплавлены высокохромистыми сварочными материалами, — по режиму промежуточного отпуска.

5.5.5 Детали с антикоррозионной наплавкой подвергают отпуску. При этом температуру отпусков устанавливают в соответствии с таблицей 5.3 как для сварных соединений деталей из стали той же марки, что и наплавленные детали.

5.5.5.1 Отпуски деталей с антикоррозионной наплавкой должны совмещаться с отпусками сварных соединений.

5.5.5.2 Интервал времени между окончанием антикоррозионной наплавки и началом термической обработки не ограничивается. Температура хранения деталей (изделий) с антикоррозионной наплавкой до начала термической обработки должна быть не ниже 5 °С.

5.5.6 Необходимость и температура отпусков сварных соединений деталей из двухслойных сталей, основной слой которых сварен перлитными сварочными материалами, определяют в соответствии с таблицей 5.3 без учета толщины плакирующего слоя.

5.5.7 Выполненные аустенитными сварочными материалами сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса с деталями из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей, а также с деталями из двухслойных сталей термической обработке не подлежат, за исключением случаев, указанных в технологической документации.

5.5.8 Для сварных соединений деталей из двухслойных (плакированных) сталей, а также для деталей (изделий) с антикоррозионной наплавкой число отпусков не должно превышать пяти промежуточных и двух окончательных.

Для деталей с предварительной наплавкой кромок, выполненной аустенитными сварочными материалами, число отпусков должно быть не более трех промежуточных и двух окончательных.

5.5.9 Выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса, предназначенные для работы при температуре до 350 °С включительно (независимо от толщины сваренных деталей) и для работы при температуре свыше 350 °С при номинальной толщине сваренных деталей до 10,0 мм включительно, термической обработке не подлежат, за исключением случаев, оговоренных конструкторской и (или) технологической документацией.

5.5.10 Выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса номинальной толщиной более 10,0 мм, предназначенные для работы при температуре свыше 450 °С (стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т), свыше 500 °С (сталь марок 08Х18Н10, 09Х18Н9, 10Х18Н9, 12Х18Н9), свыше 560 °С (сталь марки 08Х16Н11М3), подлежат аустенизации при температуре $1000^{+\frac{20}{30}}$ °С.

5.5.11 При невозможности проведения аустенизации указанных сварных соединений следует применять следующую технологию:

а) выполнение предварительной наплавки кромок деталей покрытыми электродами марок А-1 (А-1Т) или А-2 (А-2Т);

б) проведение аустенизации деталей с наплавленными кромками при температуре $1000^{+\frac{20}{30}}$ °С;

в) механическая обработка наплавленных кромок;

г) выполнение сварного соединения сварочными материалами согласно таблице 7 ГОСТ Р 59023.1—2020 без последующей термической обработки, если иное не установлено в [2].

5.5.12 В технологической документации должны быть указаны необходимость, вид и режимы термической обработки сварных соединений Iн и IIн категорий деталей, изготовленных:

а) из сталей, указанных в 5.5.10, но предназначенных для работы при более низких температурах;

б) сталей в соответствии с таблицей 7 ГОСТ Р 59023.1—2020, не указанных в 5.5.10, если иное не установлено в [2].

5.5.13 После окончания выполняемой с подогревом электрошлаковой сварки деталей из сталей перлитного класса необходимо проводить отпуск сварного соединения без охлаждения металла шва и околошовной зоны основного металла ниже минимальной температуры подогрева при сварке, указанной в таблице 1 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2]. При этом температура отпуска должна соответствовать температуре окончательного отпуска, указанной в таблице 5.3 в зависимости от марок свариваемой стали.

5.5.14 Все выполненные электрошлаковой сваркой соединения деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей независимо от проведения предварительного отпуска необходимо подвергать полной термической обработке по режимам, установленным для основного металла.

Допускается проведение полной термической обработки выполненных покрытыми электродами марки ЦЛ-59 сварных соединений деталей из стали марки 10ГН2МФА.

5.5.15 Все выполненные электрошлаковой сваркой соединения деталей из сталей аустенитного класса необходимо подвергать аустенизации по режимам, установленным для основного металла.

5.5.16 При полной термической обработке любых сварных соединений, а также при отпусках или аустенизации продольных, меридиональных, хордовых, круговых сварных соединений и наплавленных поверхностей детали следует помещать в печь целиком.

При отпусках и аустенизации кольцевых сварных соединений труб и других цилиндрических деталей допускается местная термическая обработка, что должно быть оговорено в технологической документации.

5.5.17 Температура печи при загрузке в нее детали (узла, изделия) для термической обработки должна отличаться от температуры металла детали не более чем на 300 °С.

5.5.18 Марки сталей и сплавов, приведенные в таблице 5.3, в обозначении которых содержатся индексы, указывающие на способ выплавки или передела («-Ш», «-ВД», «-ВИ», «-ИД», «-ПД»), приведены без указания индексов. Требования к термической обработке сварных соединений не зависят от способа выплавки или передела основного металла.

### 5.6 Минимальное значение величины зоны контролируемого нагрева металла при местной термической обработке сварных соединений

5.6.1 При местной термической обработке сварных соединений зона контролируемого нагрева металла состоит из основной и дополнительных зон и должна включать в себя сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла. Минимальное значение величины зоны контролируемого нагрева $L$ указано в таблице 5.4.

Таблица 5.4

| Номинальный размер сваренных деталей на участках, примыкающих к сварному шву | | Значение зоны контролируемого нагрева $L$, мм |
|---|---|---|
| наружный диаметр, мм | толщина, мм | |
| До 200,0 включ. | До 20,0 включ. | 40,0 |
| | Св. 20,0 | 50,0 |
| Св. 200,0 до 300,0 включ. | До 25,0 включ. | 60,0 |
| | Св. 25,0 | 70,0 |
| Св. 300,0 до 500,0 включ. | До 30,0 включ. | 90,0 |
| | Св. 30,0 | 120,0 |
| Св. 500,0 до 1000,0 включ. | До 50,0 включ. | 180,0 |
| | Св. 50,0 до 100,0 включ. | 250,0 |
| | Св. 100,0 | 300,0 |
| Примечание — При наружном диаметре сваренных деталей более 1000,0 мм значение $L$ устанавливают технологической документацией. | | |

5.6.1.1 Основная зона контролируемого нагрева включает в себя сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла на расстояниях, равных номинальным толщинам сваренных деталей при толщине деталей до 50,0 мм включительно, а при большей толщине деталей — на расстоянии 50,0 мм. В пределах основной зоны температура металла в процессе выдержки должна соответствовать заданной температуре отпуска (аустенизации) с учетом установленных допусков.

5.6.1.2 Дополнительная зона контролируемого нагрева включает в себя участки основного металла, не входящие в основную зону. В пределах дополнительной зоны допускается снижение температуры металла в процессе выдержки по сравнению с заданной температурой отпуска (аустенизации), но не более чем на 50 °С от минимально допустимой температуры (с учетом минусового допуска).

### 5.7 Режимы термической обработки деталей, наплавленных износостойкими материалами

После выполнения износостойкой наплавки следует проводить термическую обработку деталей. Режимы термической обработки деталей, наплавленных износостойкими материалами, указаны в таблице 5.5.

Таблица 5.5

| Марка стали наплавляемых деталей | Марка наплавочного материала | Режим термической обработки |
|---|---|---|
| Ст3сп5, 20, 20К, 22К, 15ГС, 16ГС, 09Г2С, 10ХСНД | ПГ-СР2-М, ПР-Н15СР2, ПР-Н77Х15С3Р2, ПР-Н16СР3, ПГ-СР3-М, ПР-Н77Х15С3Р3 | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (530 ± 30) °С со скоростью, определяемой мощностью термического оборудования;<br>выдержка (1,5 ± 0,5) ч;<br>охлаждение при помощи термического оборудования до 300 °С;<br>последующее охлаждение на воздухе или в печи |
| | ЦН-2, ВЗК, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПР-08Х17Н8С6Г, ПР-10Х18Н9М5С5Г4Б, Св-15Х18Н12С4ТЮ, Св-04Х19Н9С2 | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (640 ± 15) °С со скоростью, определяемой мощностью термического оборудования;<br>выдержка (2,5 ± 0,5) ч;<br>охлаждение при помощи термического оборудования до 300 °С;<br>последующее охлаждение на воздухе или в печи |

*Окончание таблицы 5.5*

| Марка стали наплавляемых деталей | Марка наплавочного материала | Режим термической обработки |
|---|---|---|
| 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9ТЛ, 12Х18Н12Т | ЦН-2, ВЗК, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПР-08Х17Н8С6Г, ПР-10Х18Н9М5С5Г4Б, Св-15Х18Н12С4ТЮ, Св-04Х19Н9С2 | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (860 ± 10) °С со скоростью, определяемой мощностью термического оборудования;<br>выдержка (2,5 ± 0,5) ч;<br>охлаждение при помощи термического оборудования до 300 °С;<br>последующее охлаждение на воздухе или в печи |
| 09Х18Н9, 10Х18Н9, 12Х18Н9, 08Х18Н10, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 12Х18Н12М3ТЛ | ЦН-2, ВЗК, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПР-08Х17Н8С6Г, ПР-10Х18Н9М5С5Г4Б, Св-15Х18Н12С4ТЮ, Св-04Х19Н9С2 | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (960 ± 10) °С со скоростью, определяемой мощностью термического оборудования;<br>выдержка (2,5 ± 0,5) ч;<br>охлаждение при помощи термического оборудования до 300 °С;<br>последующее охлаждение на воздухе или в печи |
| 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т | ЭА-38/52, УОНИ-13/Н1-БК, Св-20Х27Н6М3АГВ | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (800 ± 10) °С со скоростью, определяемой мощностью термического оборудования;<br>выдержка (5,0 ± 0,5) ч;<br>охлаждение на воздухе |
| 07Х16Н4Б | ЦН-2, ВЗК, Пр-ВЗК | Начальная температура термической обработки должна быть не выше 300 °С;<br>нагрев до температуры (1050 ± 20) °С, выдержка из расчета 2—3 мин/мм, но не менее 1,5 ч;<br>охлаждение на воздухе до температуры не выше 300 °С;<br>нагрев до температуры (650 ± 10) °С, выдержка из расчета 4—6 мин/мм, но не менее 2,0 ч;<br>охлаждение на воздухе до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи |
| 12Х1МФ, 15Х1М1Ф | ЦН-2, ВЗК, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПР-08Х17Н8С6Г, ПР-10Х18Н9М5С5Г4Б | Начальные параметры температуры термической обработки должны быть не ниже температуры предварительного подогрева по таблице 3 ГОСТ Р 59023.4—2020, если иное не установлено в [2];<br>нагрев до температуры (1050 ± 20) °С, выдержка из расчета 2—3 мин/мм, но не менее 1,5 ч;<br>охлаждение на воздухе до температуры не выше 300 °С;<br>нагрев до температуры (650 ± 10) °С, выдержка из расчета 4—6 мин/мм, но не менее 2,0 ч;<br>охлаждение на воздухе до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи |

## 6 Сварные соединения алюминиевых и титановых сплавов

### 6.1 Общие требования

6.1.1 При сварке детали из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов марок АД00, АД0, АД, АД1, АМг2 и АМг3 для уменьшения внутренних напряжений и стабилизации свойств сварных соединений необходимо подвергать отжигу в соответствии с таблицами 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1

| Марка сплава | Допустимая температура отжига, °С | Длительность выдержки, мин, при толщине | | Охлаждающая среда |
|---|---|---|---|---|
| | | до 6,0 мм | более 6,0 мм | |
| АД00, АД0, АД1, АД | 300—500 | 2—10 | 10—30 | Воздух или вода |
| АМг2, АМг3 | 300—420 | | | |

Таблица 6.2

| Марка сплава | Допустимая температура отжига, °С | Длительность выдержки для всех толщин, ч |
|---|---|---|
| АД00, АД0, АД1, АД | 150—300 | 1—3 |
| АМг2 | 150—250 | |
| АМг3 | 150—300 | |

6.1.2 При сварке деталей из термически упрочняемых алюминиевых сплавов марок АВ, САВ1 применяют следующие виды термической обработки:

а) закалку (в соответствии с таблицами 6.3 и 6.4) с последующим старением (в соответствии с таблицей 6.5);

б) полный отжиг (в соответствии с таблицей 6.6) и неполный отжиг (в соответствии с таблицей 6.7).

Таблица 6.3

| Марка сплава | Вид полуфабриката | Температура начала отсчета длительности выдержки, °С | Допустимая температура под закалку, °С |
|---|---|---|---|
| АВ, САВ1 | Все | 505 | 510—530 |

Таблица 6.4

| Вид полуфабриката | Толщина материала, мм | Продолжительность выдержки в воздушных печах, мин |
|---|---|---|
| Листы, трубы холоднодеформированные, плиты горячекатаные, профили, прутки | До 1,2 | 10—20 |
| | 1,3—3,0 | 15—30 |
| | 3,1—5,0 | 20—45 |
| | 6,1—10,0 | 30—60 |
| | 11,0—20,0 | 35—75 |
| | 21,0—30,0 | 45—90 |
| Штамповки и поковки | До 2,5 | 15—30 |
| | 2,6—5,0 | 20—45 |
| | 5,1—15,0 | 30—50 |
| | 16,0—30,0 | 40—60 |
| Примечание — Закалку проводят в воде, имеющей температуру 10 °С — 30 °С; для крупногабаритных деталей сложной формы температура закалочной воды должна быть в интервале 30 °С — 40 °С. | | |

Таблица 6.5

| Марка сплава | Вид старения | Допустимая температура, °С | Продолжительность старения, ч |
|---|---|---|---|
| АВ, САВ1 | Естественное | Комнатная | 240—360 |
| | Искусственное | 160—170 | 10—12 |

Примечания

1 При перерывах искусственного старения общее время вычисляют как сумму.

2 Перерыв между закалкой и искусственным старением, обеспечивающим наилучшие механические свойства, должен быть не более 1 ч.

Таблица 6.6

| Марка сплава | Допустимая температура отжига, °С | Длительность выдержки для всех толщин, мин | Скорость охлаждения |
|---|---|---|---|
| АВ, САВ1 | 380—420 | 10—60 | Не более 30 °С/ч до 260 °С, затем на воздухе |

Таблица 6.7

| Марка сплава | Допустимая температура отжига, °С | Длительность выдержки для всех толщин, ч | Охлаждающая среда |
|---|---|---|---|
| АВ, САВ1 | 250—280 | 1—4 | Воздух или вода |

6.1.3 В сварных соединениях деталей из титановых сплавов термическую обработку применяют для уменьшения уровня остаточных напряжений, возникающих при изготовлении сварных узлов и конструкций из сплавов типа ПТ–3В и 5В, а также для устранения возможных поводок при их дальнейшей обработке или эксплуатации.

6.1.4 Термическую обработку проводят при температурах:

а) (675 ± 15) °С — для наиболее полного снятия сварочного напряжения;

б) (600 ± 15) °С — для снятия основного уровня напряжений;

в) (500 ± 15) °С — для снятия пиков напряжений;

г) (350 ± 15) °С — для термообработки сильфонных компенсаторов.

### 6.2 Требования к режимам термообработки

6.2.1 В зависимости от сложности конструкции, разности толщин стенок в местах сварки, соотношения наплавленного металла к весу конструкции, а также от специальных требований по сохранению размеров и формы конструкции назначают один из пяти режимов термообработки:

а) А — для простых и симметричных конструкций;

б) Б — для несимметричных конструкций, отличающихся по толщине не более, чем в пять раз;

в) В — для несимметричных конструкций, отличающихся по толщине более, чем в пять раз,

г) Г — для сложных сварных конструкций с требованиями по сохранению формы и размеров,

д) Д — для сильфонов.

6.2.2 Требования к режимам термообработки при изготовлении указаны в таблице 6.8.

Таблица 6.8

| Режимы термообработки | Условия загрузки в печь | Режимы нагрева | Режимы охлаждения |
|---|---|---|---|
| А | В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры термообработки | Нагрев до температуры термообработки с максимально возможной скоростью. После достижения температуры термообработки выдержка составляет не менее 2 мин на 1,0 мм толщины стенки, но не менее 1 ч | На воздухе |

*Окончание таблицы 6.8*

| Режимы термообработки | Условия загрузки в печь | Режимы нагрева | Режимы охлаждения |
|---|---|---|---|
| Б | В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 350 °С | Нагрев до температуры термообработки со скоростью не выше 150 °С/ч. После достижения температуры термообработки выдержка составляет 2 мин на 1,0 мм толщины стенки, но не менее 1 ч | Охлаждение до температуры 300 °С с печью, далее — на воздухе. Допускается полное охлаждение с печью |
| В | В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 350 °С | После достижения температуры 300 °С — 350 °С выдержка составляет 2 мин на 1,0 мм толщины стенки, но не менее 1 ч. Далее выполняют нагрев со скоростью не выше 100 °С/ч. Выдержка при температуре термообработки составляет 2 мин на 1,0 мм толщины стенки, но не менее 1 ч | Охлаждение до температуры 300 °С с печью, далее — на воздухе. Допускается полное охлаждение с печью |
| Г | В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 150 °С | Поэтапный нагрев от 100 °С — 150 °С до 300 °С — 350 °С и от 300 °С — 350 °С до 400 °С — 450 °С со скоростью не выше 60 °С/ч и выдержкой при каждой температуре 1 мин на 1,0 мм толщины стенки. Нагрев от 400 °С — 450 °С до температуры термообработки со скоростью не выше 60 °С/ч, выдержка составляет 2 мин на 1,0 мм толщины стенки. Перепад температур между различными участками конструкции должен быть не более 50 °С при нагреве и 30 °С — при выдержке | Охлаждение до температуры 150 °С — 100 °С с печью, далее — на воздухе. Допускается приоткрывать дверцу печи при условии сохранения перепада температур на конструкциях не более 50 °С |
| Д | В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 150 °С | Нагрев до температуры 350 °С выполняется со скоростью не выше 60 °С/ч, выдержка — в течение 2 ч | Охлаждение до температуры 150 °С — 100 °С с печью, далее — на воздухе |

## 7 Отчетная документация

7.1 Результаты термической обработки фиксируют в журналах термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей.

7.2 В журналах термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей должны содержаться, как минимум, следующие данные:

а) наименование организации, выполняющей термическую обработку с указанием номеров цеха и участка;

б) наименование, шифр или обозначение сборочных единиц;

в) марки основного материала;

г) сведения о количестве и расположении термопар;

д) фактические режимы и условия проведенной термической обработки;

е) фамилии и инициалы термистов и контролеров;

ж) дата проведения контроля;

и) заключение о результатах контроля.

## 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] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-104-18 — Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

[3] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-105-18 — Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже

[4] Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2012 г. N 1488 «Об утверждении Положения об особенностях обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии»

[5] Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА «Об утверждении метрологических требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии»

[6] Сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии

УДК 621.791:006.354 ОКС 25.200

Ключевые слова: требования к технологической документации, виды термической обработки, стыковые сварные соединения, термический отдых, температура отпусков, режимы термической обработки, сварные соединения алюминевых и титановых сплавов

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 14.12.2020. Подписано в печать 24.12.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru