

Термическая обработка и правка сварных изделий

Термическая обработка

- процесс **нагревания** изделия до определенной температуры,
- **выдержки** и
- последующего **охлаждения**,
- проводимого с **заданной скоростью**.

Термическая обработка

- служит
 - для **устранения напряжений**, которые возникли в изделии под влиянием теплового воздействия при сварке,
 - **для улучшения структуры** шва и зоны термического влияния.

Термическая обработка проводится

- Пред сваркой (для улучшения свариваемости)
- В процессе сварки
- После сварки (снятие напряжений, улучшение механических свойств)

Для каждой марки стали свои режимы нагрева, выдержки и охлаждения, которые указываются в технических условиях на ТО.

- Эффективным методом предотвращения образования возможных дефектов, таких как появление горячих и холодных трещин, изменение свойств материала в зоне термического влияния является применение предварительного, сопутствующего и последующего подогрева при выполнении сварочных операций и других технологических операций.

При необходимости при сварке применяется

- предварительный,
- а также сопутствующий
- и последующий подогрев.

Предварительный подогрев

- заключается в повышении температуры кромок до необходимого значения, которое зависит от ряда факторов – характеристик металла, толщины стенки, температуры окружающего воздуха.

Цель

1. Снижается скорость остывания наплавленного металла и основного металла,

- сварной стык приобретает большую вязкость и становится устойчивым к образованию трещин.
- интенсивное рассеяние водорода - способствует снижению риска образования холодных трещин.

2. Снижается усадочное напряжение шва и металла кромок

- необходимость выполнения предварительного подогрева и минимальные температуры, до которых необходимо нагревать околошовную зону, определяются отраслевыми стандартами на проведение такого вида работ.

Сопутствующий (межслойный) подогрев

- выполняется для тех же целей и по тем же причинам, что и предварительный.
- **температура металла свариваемых кромок между первым и последним проходом (формированием слоев сварного шва) – не должна опускаться ниже температуры предварительного подогрева.**
- Необходимость и условия выполнения предварительного подогрева также регламентируются соответствующими отраслевыми стандартами.

Термообработка сварного соединения

- в области сварного соединения возникают внутренние термические напряжения.
- Их наличие значительно ухудшает механические свойства сварного стыка, что может привести к его излому и образованию трещин.
- Для снятия образовавшихся напряжений в сварном шве, его подвергают термической обработке,

Термообработка сварного соединения

заключается

- в нагреве сварного шва и околошовной зоны до температур 550 — 950 °С (в зависимости от вида термообработки)
- выдержки при этой температуре в течение определенного времени и
- постепенного, длительного охлаждения.
 - Необходимость и параметры термообработки для каждого конкретного случая определяются отраслевыми стандартами.



Рис 1. Подогрев при резке и сварке специальных сталей

- Температура и зона необходимого прогрева зависит от типа материала, его толщины и последующего процесса обработки.
- При этом важно выдерживать технологически заданную температуру непосредственно в процессе сварки и резки материала.
- Подогрев должен быть обеспечен равномерно по всей толщине материала на всю зону термического влияния.

варианты нагрева

- нагрев в печи с последующим перемещением заготовок на сварочно-сборочные стенды;
- нагрев заготовки газовым пламенем с последующим выполнением сварочных и резательных операций;
- локальный нагрев газовыми горелками, технологически совмещенный с процессом сварки/резки,
- нагрев электрическими матами;
- индуктивный нагрев заготовки.

- Для проведения эффективной термообработки сварных соединений промышленностью и строительными ведомствами изготавливается широкий ассортимент оборудования, в комплект которого входят нагревательное устройство, источники питания и посты (пульты) управления и контроля за технологией термообработки.

Виды Термической обработки (термообработки) сварных швов

- <https://www.politest.kz/vidy-termicheskoy-obrabotki-termoobrabotki-svarnyh-shvov/>

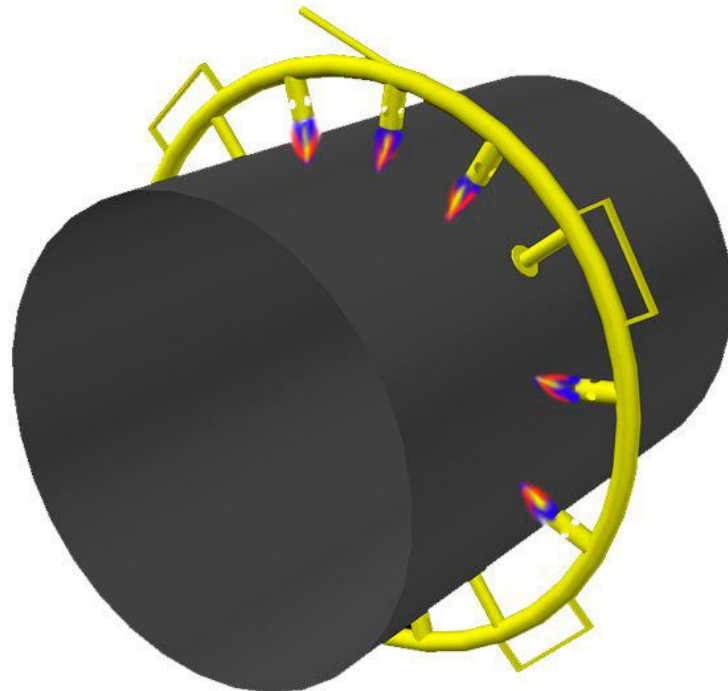




Рис 8. LINDOFLAMM® предварительный подогрев карданного вала с электрическим поджигом



Рис 7. LINDOFLAMM® совмещенный предварительный подогрев совмещенный с сварочным процессом

ИНДУКТОРЫ

- **Для предварительного и сопутствующего подогрева:**
 - Гибкие индукторные пояса;
 - Быстроразъемные индукторы с раздвижным механизмом по типу грейферного грузозахвата.
- **Для термообработки:**
 - Водоохлаждаемые кабели в защитной оболочке;
 - Гибкая медная шина.





Установка предназначена для осуществления:

- Предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева кромок металлических труб перед сваркой и в процессе сварки;
- Термообработки зоны сварного шва;
- Подогрева зоны сварного стыка перед нанесением защитной изоляции.

Установка может использоваться при ремонте промышленных и магистральных трубопроводов, газопроводов (конденсатопроводов) и их отводов из трубных сталей.

Установка предназначена для эксплуатации в полевых условиях и в условиях производственного цеха.

Установка индукционного нагрева ППЧ-50-10





Инфракрасные газовые горелки MSR 7, MSR 11

Печи для термообработки металлов



Передвижные комплексы для проведения термической обработки в полевых условиях



Выбор теплового режима зависит

- Свойств свариваемого металла или сплава
- Жесткости конструкции и ее состояния при сварке

Чем выше склонность стали к закалке и трещинам – тем выше температура подогрева

Для контроля температур при термообработке применяют

- термоэлектрические пирометры,
- специальные термометры,
- приборы, регистрирующие температуру и время (самопишущие автоматические потенциометры),
- термоиндикаторные карандаши и краски.

Виды ТО

- **Отпуск.**

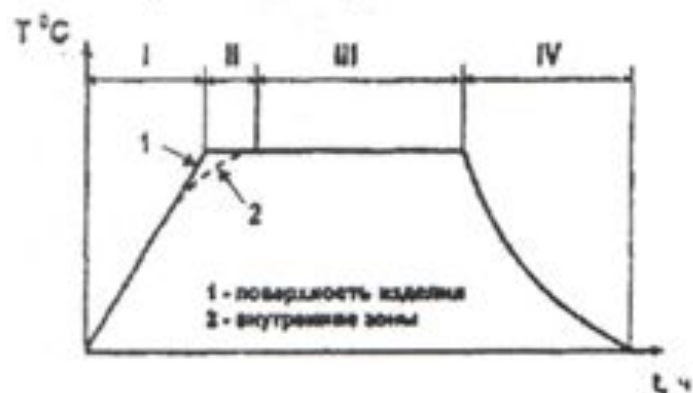
- нагрев в печи до температуры 500—600° С.
 - сталь становится достаточно пластичной
 - **внутренние напряжения уменьшаются.**
- выдержка в печи
 - из расчета 2,5 мин на 1 мм толщины металла, но не менее 30 мин.
- охлаждение вместе с печью.

ОТПУСК СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- НАЗНАЧЕНИЕ: - Улучшение структуры и свойств
- Снижение химической неоднородности
- Уменьшение остаточных напряжений

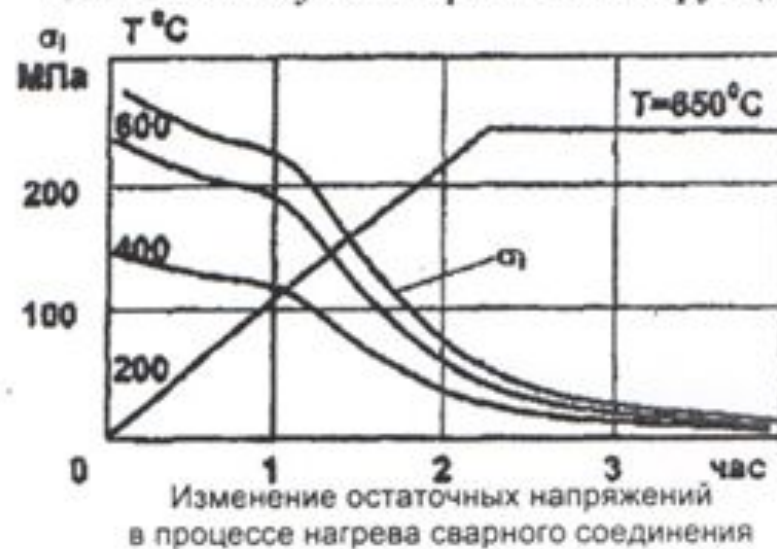
Выравнивание

Нагрев Выдержка Охлаждение



высокий
средний
низкий

Стадии отпуска сварных конструкций



Виды ТО

- **Полный отжиг.**

- нагрев до температуры 850—900° С (для малоуглеродистой стали),
- выдерживается при этой температуре из расчета 2,5 мин на 1 мм толщины металла, но не менее 30 мин,
- охлаждается вместе с печью до 300° С со скоростью 50-75 ° С в час , а потом на воздухе.
 - устраняются внутренние напряжения,
 - улучшается структура металла.

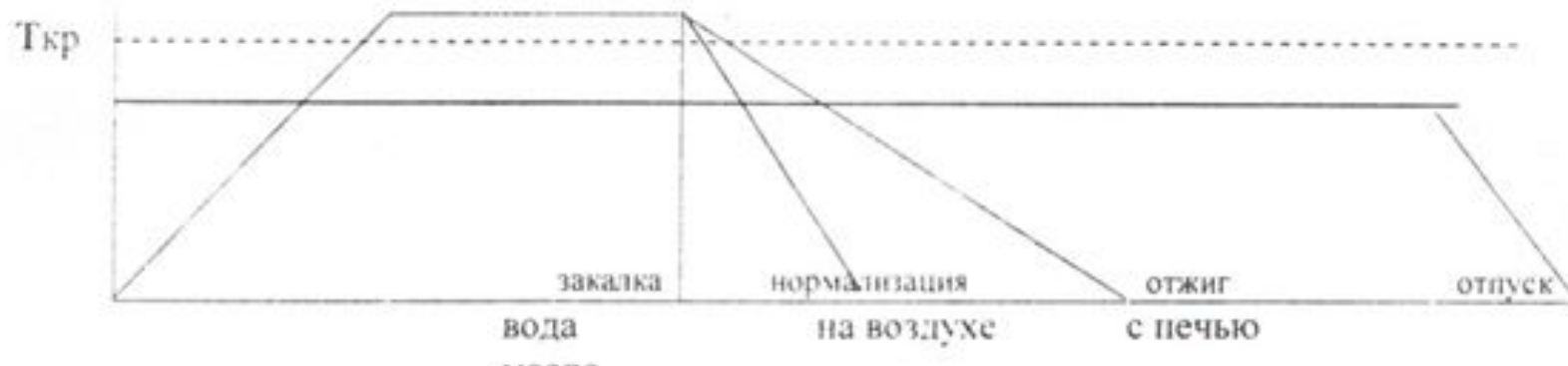
Виды ТО

- **Нормализация.**

- Изделие нагревается так же, как и при проведении полного отжига, а затем охлаждается на спокойном воздухе.
- **применяется для восстановления мелкозернистой структуры и улучшения механических свойств стали.**
 - Увеличивается прочность и твердость

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Отжиг		Закалка	
I рода	II рода	Объёмная	Поверхностная
Диффузионный	Полный	В одном охладителе	В расплавленных металлах и солях
Рекристаллизационный	Неполный	В двух средах	Пламенем
Низкий	Нормализация	Ступенчатая и т.д.	Токами высокой частоты



Термическая обработка стали

- [ВИДЕО](#)
- <https://www.youtube.com/watch?v=V0RDxk0Wu4c>

Закалка

- вид ТО, заключающийся в нагреве изделий из стали до температуры выше критической точки превращения, выдержке их при этой температуре с последующим **быстрым охлаждением** (в воде, масле, расплавах солей, растворах кислот или щелочей).
- В результате закалки повышаются твердость, прочность, износостойкость.

- Закаливаемость стали зависит от содержания углерода.
- Углеродистые стали с содержанием углерода менее 0,25 % не закаливаются.
- С целью повышения твердости и износостойкости поверхности изделий при сохранении менее твердой сердцевины применяют *поверхностную закалку*.
 - Нагрев изделий в этом случае выполняют токами высокой частоты или пламенем газовой горелки.

- Видео о закалке
- https://www.youtube.com/watch?v=S_wOHztzJK8

Термическая обработка сварных конструкций

- https://studref.com/364599/tehnika/termicheskaya_obrabotka_svarnyh_konstruktsiy

Местная газопламенная термическая обработка

- 1) поверхностная закалка деталей;
- 2) местный отжиг, нормализация, отпуск для улучшения структуры и свойств металла (в частности, сварных соединений) и возможности последующей механической обработки;
- 3) местный отпуск, нагрев для снятия и перераспределения внутренних напряжений, в частности в сварных конструкциях;
- 4) поверхностная очистка листов и конструкций, собранных под сварку.
- 5) правка изделий