

Уважаемые студенты! Ниже представлена лекция. Вам необходимо:

1. Внимательно прочесть лекционный материал
2. Законспектировать лекцию, выделяя основные понятия и определения, конспект должен составлять не менее 3-4 страниц тетради.
3. Ответить на вопросы письменно в конце законспектированной лекции.

Законспектированную лекцию и ответы на вопросы подготовить к проверке преподавателю по окончании карантина. Результат выполненного задания прислать на адрес электронной почты преподавателя: **helen-ivanova-1959@gmail.com** -

4. В случае возникновения вопросов в течении времени вашей пары можно обратиться к преподавателю **helen-ivanova-1959@gmail.com** или по телефону. **0721689390**

## Лекция

### Режим термической обработки. Параметры режима термообработки и их влияние на качество термообработки

#### План лекции

- 1 Режимы термообработки стали
- 2 Режимы термообработки различных марок сталей

**Термическую обработку** применяют для устранения напряжений, оставшихся в изделии после сварки, а также для улучшения структуры металла сварного шва. После сварки или в процессе сварки применяют такие виды термической обработки, как отжиг, нормализация, отпуск.

Нагрев при *отжиге* изделия в предварительной печи ведут постепенно.

Для низко и среднеуглеродистых сталей температура достигает 600-680°C.

При этой температуре сталь становится пластичной, и напряжения снижаются. После нагрева следует выдержка при достигнутой температуре из расчета 2,5 минуты на 1 мм толщины свариваемой детали, но не менее 30 минут. Затем изделие охлаждается вместе с печью.

Существуют и другие виды отжига: местный и полный отжиг. Режимы отжигов выбирают согласно справочной литературе. Для разных сталей применяют свои технологические параметры отжига.

*Нормализация* отличается от отжига тем, что после отжига сваренную конструкцию охлаждают на спокойном воздухе. После нормализации сохраняется мелкозернистая структура металла, что позволяет обеспечить его относительно высокую прочность и твердость, но без напряженного состояния.

Стали с высоким содержанием углерода в процессе сварки закаливаются, возрастает их твердость и хрупкость. Такие изделия из углеродистых сталей подвергают нормализации с последующим отпуском. В этом случае нагревание производят до 400-700°C, и после этого сваренные детали медленно охлаждают.

При газовой сварке сталей термическая обработка служит средством повышения пластичности металла шва. В некоторых случаях участки шва нагревают до светло-красного цвета каления и в этом состоянии проковывают. Зерна металла измельчаются, пластичность и вязкость повышаются. Во избежание появления наклепа (новое напряженное состояние) проковку следует прекратить при остывании металла до темно-красного цвета. После проковки необходимо провести повторную нормализацию.

Режимы термообработки стали

**Термическая обработка для конструкций из углеродистых и низколегированных сталей марок СТЗсп, СтЗпс, 20, 25, 30, 25Л, 30Л, 20К, 22К, 09Г2С, 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 1 ОХСНД, 08ГДНФЛ**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=200^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев с производственной скоростью до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $300+25^{\circ}\text{C}$  на протяжении 1-2 часов.
4. Нагрев со скоростью не более  $70^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=590^{\circ}\text{C}$ .

5. Выдержка при температуре  $590^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$  назначается из расчета 1 час на каждые 25 мм наибольшего сечения сварного шва конструкции с округлением в большую сторону до целого часа.

В случае заварки выборок выборка берется из расчета 1 час на 25 мм глубины выборки. Началом выдержки следует считать время, когда показания печных или подставных термопар будут находиться в интервале  $590^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ . *Примечание:* При наличии в садке конструкций разных толщин выдержка назначается по максимальной толщине.

### **Термическая обработка аустенитных сталей, типа X18H10T после сварки, для которых требуется испытание на МКК**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев со скоростью не более  $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=850^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $850^{\circ}\text{C}$  для толщин:
  - $\varnothing = 10$  мм - 2 часа,
  - $\varnothing = 20$  мм - 4 часа,
  - $\varnothing = 30$  мм - 6 часов,
  - $\varnothing = 50$  мм - 8 часов,
  - свыше 50 мм - 10 часов,
4. Охлаждение со скоростью не более  $40^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=200^{\circ}\text{C}$ , дальнейшее охлаждение на воздухе.

*Примечание:* Время выдержки выбирается по наибольшей толщине в конструкции.

### **Термическая обработка для конструкций из углеродистых сталей и сталей 08X13 после сварки электродами ЭА-39519**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев с производственной скоростью до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $300^{\circ}\text{C}$  — 1 час.
4. Нагрев со скоростью не более  $50^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=680^{\circ}\text{C}$ .
5. Выдержка при температуре  $680^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  для толщин:
  - $\varnothing = 4\text{-}50$  мм - 3 часа,

- $\varnothing = 60-80$  мм - 5 часов,
  - $\varnothing = 90$  мм - 8 часов.
6. Охлаждение со скоростью не более  $40^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=200^{\circ}\text{C}$ , дальнейшее охлаждение на воздухе.

*Примечание:* Время выдержки выбирается по наибольшей толщине в конструкции.

**Термическая обработка для конструкций из углеродистых и низколегированных сталей марок СтЗсп, СтЗпс, 20, 25, 30, 25Л, 30Л, 20К, 22К, 09Г2С, 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 10ХСНД, 08ГДНФЛ**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=200^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев с производственной скоростью до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $300^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  на протяжении 1-2 часов.
4. Нагрев со скоростью не более  $70^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=590^{\circ}\text{C}$ .
5. Выдержка при температуре  $590^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$  назначается из расчета 1 час на каждые 25 мм наибольшего сечения сварного шва конструкции с округлением в большую сторону до целого часа.

В случае заварки выборок выборка берется из расчета 1 час на 25 мм глубины выборки. Началом выдержки следует считать время, когда показания печных или подставных термопар будут находиться в интервале  $590^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ .

*Примечание:* При наличии в садке конструкций разных толщин, выдержка назначается по максимальной толщине.

**Промежуточная термическая обработка для конструкций из стали 06Х12НЗД и 06Х12НЗД-Л, после сварки электродами ЦЛ-51**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=200^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев со скоростью не более  $70^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=620^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $620^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  для толщин:
  - $\varnothing = 40-70$  мм - 4 часа,
  - $\varnothing = 80$  мм - 6 часов,

- $\varnothing = 100$  мм - 8 часов,
- $\varnothing = 200$  мм 10 часов,
- $\varnothing = 300$  мм - 18 часов.

4. Охлаждение со скоростью не более  $40^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=150^{\circ}\text{C}$ , дальнейшее охлаждение на воздухе.

*Примечание:* Время выдержки выбирается по наибольшей толщине в конструкции.

**Окончательная термическая обработка для конструкций из стали ОБХ12НЗД и ОБХ12НЗД-Л, после сварки электродами ЦЛ-51**

1. Посадка в «холодную» или нагретую печь до  $T=200^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев со скоростью не более  $70^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=630^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $630^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  для толщин:
  - $\varnothing = 40-70$  мм - 4 часа,
  - $\varnothing = 80$  мм - 5 часов,
  - $\varnothing = 100$  мм – 6 часов,
  - $\varnothing = 200$  мм - 10 часов,
  - $\varnothing = 300$  мм - 18 часов.
4. Охлаждение со скоростью не более  $40^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=150^{\circ}\text{C}$ ,

дальнейшее охлаждение на воздухе.

*Примечание:* Время выдержки выбирается по наибольшей толщине в конструкции.

**Термическая обработка для конструкций из стали 08Х13 и 12Х13, после сварки электродами марки Э-12Х13**

1. Посадка в нагретую печь до  $T=300^{\circ}\text{C}$ .
2. Нагрев со скоростью не более  $70^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=710^{\circ}\text{C}$ .
3. Выдержка при температуре  $710^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  для толщин:
  - $\varnothing = 4-8$  мм - 3 часа,
  - $\varnothing = 10-15$  мм - 4 часа,
  - $\varnothing = 20-30$  мм - 5 часов,
  - $\varnothing = 40$  мм - 6 часов,

4. Охлаждение со скоростью не более  $40^{\circ}\text{C}$  в час до  $T=200^{\circ}\text{C}$ , дальнейшее охлаждение на воздухе.

*Примечание:* Время выдержки выбирается по наибольшей толщине в конструкции.

### **Контрольные вопросы**

1 Для чего необходима термообработка

2 Основные режимы термообработки