Лекция № 5

Технологические способы термической обработки

1) Отжиг 1 рода (рекристаллизационный отжиг)

Отжиг 1 рода - нагрев холоднодеформированной стали до температуры рекристаллизации, выдержки при этой температуре и последующее охлаждение.

Применяется для устранения ликвации, выравнивания химического состава сплава.

В его основе - диффузия. В результате нагрева выравнивается состав, растворяются крупные карбиды. Применяется в основном для легирования сталей.

Температура нагрева зависит от температуры плавления, $T_н = 0{,}8\,T_{пл}$

Продолжительность выдержки $t = 8 \dots 20$ часов.

2. Отжиг 2 рода – нагрев стали на 30...50°С выше критической точки Ac_3 для доэвтектоидной стали и выше Ac_1 для заэвтектоидной стали, выдержки при этой температуре и последующее охлаждение вместе с печью.

В зависимости от температуры нагрева различают отжиг:

1. Полный с температурой нагрева на 30...50 °С выше критической температуры A_3.

$T_н = A_3 + (30 \dots 50)$°С.

При этом температура нагрева существенно превышает температуру полиморфного превращения и после выдержки сталь имеет крупнозернистую структуру.

2. Неполный с температурой нагрева на 30...50°С выше критической температуры A_1

$T_н = A_1 + (30 \dots 50)$°С.

Цель отжига 2 рода - сталь в ходе выдержки нагревают выровнять зерно, снизить твердость стали, повысить пластичность и улучшить обрабатываемость стали резанием.

3. Нормализация стали

Нормализация - термическая обработка, при которой сталь нагревают до аустенитного состояния, на 30...50°С выше A_{c3} или A_{cm} с последующим охлаждением на воздухе.

$T_н = A_3 + (30 \dots 50)$°С

или

$T_н = A_{cm} + (30 \dots 50)$°С

Достоинства нормализации стали:
1. из-за чуть большей скорости охлаждения стали имеет более мелкодисперсную структуру и чуть большую вязкость
2 более высокая производительность - меньше время нахождения печи
4. Закалка стали
Закалка стали - нагрев доэвтектоидной стали на 30..50 °С выше A_{c3} и на 30..50 °С выше A_{c1} для заэвтектоидной стали выдержка при этих температурах нагрева и охлаждение со скоростью, равной или большей критической скорости охлаждения.
Цель закалки - повышение прочности, твердости и износостойкости стали
Способы закалки стали:
1 В зависимости от температуры нагрева стали
- полная
- неполная
2 В зависимости от способа охлаждения
- прерывистая
- ступенчатая
- изотермическая
3 По объему закаливаемой части
- объемная
- поверхностная.
Полная закалка с температурой нагрева на 30..50 °С выше критической температуры A_3
$T_н = A_3 + (30..50)°C$.
Неполная закалка с температурой нагрева 30..50 °С выше критической температуры A_1.
$T_н = A_1 + (30..50)°C$.
Применяется для заэвтектоидной стали. Изменение структуры стали при нагреве и охлаждении происходит по схеме:
$П + Ц_{II} \xrightarrow{нагрев > A_1} А + Ц_{II} \xrightarrow{охлаждение} М + Ц_{II}$
1. Закалка в одном охлаждающем (V1)
Нагретую до нужной температуры деталь переносят в охлаждающую и выдерживают. В качестве охлаждающих сред используют:
- воду - для прокалки изделий из углеродистой стали.
- масло - для небольших деталей простой формы из углеродистой и изделий из легированной стали

2. Закалка в двух средах или прерывистая.
Нагретые изделия предварительно охлаждают в более резком охладителе до температуры 300°С и затем переносят в более мягкий охладитель.
Прерывистая закалка обеспечивает применение приближенно к оптимальному режиму охлаждения.
3. Ступенчатая закалка (Из)
Нагрев до требуемой температуры изделия помещают в охлаждающую среду, температура которой на 30-50°С выше точки Мн и выдерживают в течение времени, необходимого для выравнивания температуры по всему сечению. Время выдержки не превышает периоды устойчивости аустенита при данной температуре.
4. Изотермическая закалка
Отличается от ступенчатой закалки продолжительностью выдержки при температуре выше Мн, в области превращения В в среде стабилизирующей среды, используемой в соли и щелочи. Пример состав солей: KNO3 - 55%
5. Закалка с самоотпуском
Нагретое изделие погружают в охлаждающую среду и выдерживают до полного охлаждения. Затем извлекают изделие его поверхностный слой повторно нагревают за счет внутреннего тепла до требуемой температуры, то есть самоотпускают.
Охлаждение при закалке.
Для получения требуемой структуры изделие охлаждают с такой скоростью которой в данной стали отсутствует охлаждающая среда, форма изделия и теплопроводность стали.
При выборе охлаждающей среды необходимо учитывать закаливаемость и прокаливаемость стали
Закаливаемость - способность стали приобретать высокую твердость при закалке.
Прокаливаемость - способность получать закаленный слой с мартенситом и троосто-мартенситом структурой, обладающей высокой твердостью, по определенную глубину.
За глубину закаленного слоя принимают расстояние от поверхности до середины слоя, где в структуре одинаковый объем мартенсита и троостита

5. Обработка стали холодом.

Высокоуглеродистая и многие легированные стали имеют температуру точки мартенситного превращения ниже 0°С. Поэтому в структуре стали после закалки наблюдается значительное количество остаточного аустенита, который снижает твердость изделия, а они не удовлетворяют заданным характеристикам. Обработку холодом необходимо проводить сразу после закалки, чтобы не допустить стабилизации аустенита. Выдержка после обработки холодом обычно составляет 1...4 часа. После обработки холодом сталь подвергается низкому отпуску, для чего обработанные холодом не снимают внутренних напряжений.

Закалка ТВЧ.

Метод разработан советским ученым Вологдиным В.П.

Основан на том, что если в переменное магнитное поле, создаваемое проводником - индуктором поместить металлическую деталь, то в ней будут индуцированы вихревые токи, вызывающие нагрев металла.

Целесообразно использовать этот метод для изделий из сталей с содержанием углерода более 0,4%.

Преимущества метода:

- Больший экономический эффект, нет необходимости нагревать все изделие
- более высокие механические свойства
- отсутствие обезуглероживания и окисления поверхности детали.
- снижение брака по короблению и образованию закалочных трещин
- возможность автоматизации процесса.
- позволяет проводить закалку острых участков детали.

Основной недостаток метода - высокая стоимость индукционных установок и индукторов.

Целесообразно использовать в серийном и массовом производстве