

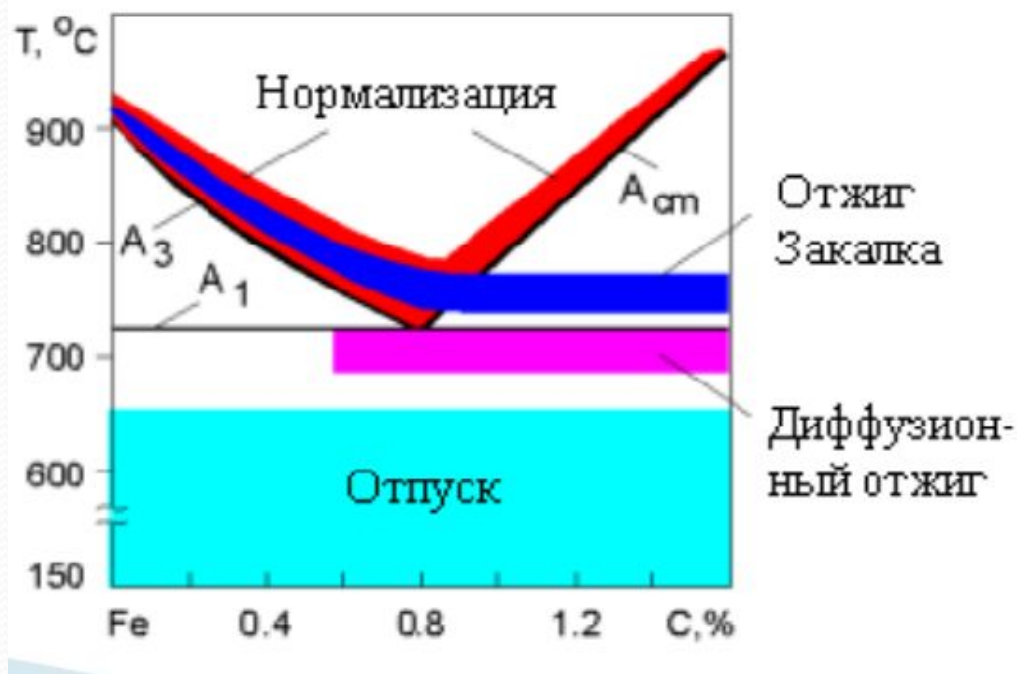
**Тема урока:**

# Термическая обработка

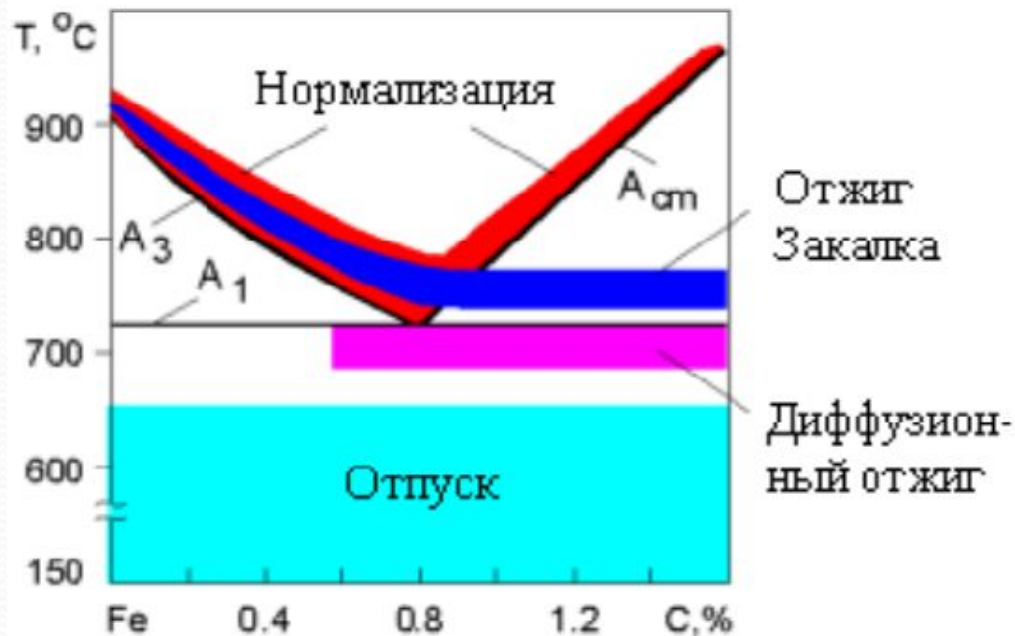


# ВИДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

**Термическая обработка** представляет собой совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения, выполняемых в определенной последовательности при определенных режимах, с целью изменения внутреннего строения сплава и получения нужных свойств



# Отжиг и нормализация



## Отжиг позволяет:

- улучшить обрабатываемость заготовок давлением и резанием;
- исправить структуру сварных швов, перегретой при обработке давлением и литье стали;
- подготовить структуру к последующей термической обработке.

**Отжиг 1 рода** – возможен для любых металлов и сплавов  
Разновидностями отжига первого рода являются:

- **диффузионный** - применяется для устранения ликвации, выравнивания химического состава сплава;
- **рекристаллизационный** - проводится для снятия напряжений после холодной пластической деформации.;
- **отжиг для снятия напряжения** послековки, сварки или литья.

Его проведение не обусловлено фазовыми превращениями в твердом состоянии.

Нагрев, при отжиге первого рода, повышая подвижность атомов, частично или полностью устраняет химическую неоднородность, уменьшает внутреннее напряжения.

Основное значение имеет температура нагрева и время выдержки.

Характерным является медленное охлаждение.

**Отжиг II рода-** отжиг металлов и сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии при нагреве и охлаждении.

Проводится для сплавов, в которых имеются полиморфные или эвтектоидные превращения, а также переменная растворимость компонентов в твердом состоянии.

Проводят отжиг второго рода с целью получения более равновесной структуры и подготовки ее к дальнейшей обработке.

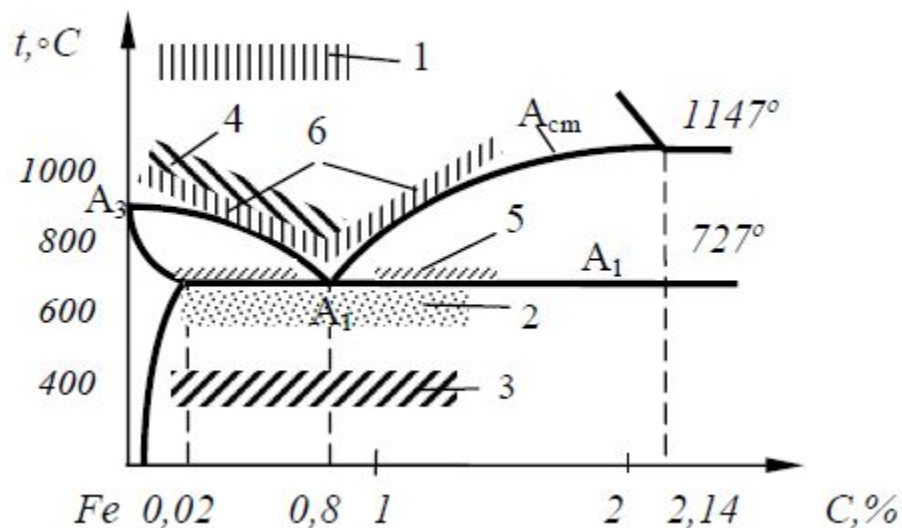
## В зависимости от температуры нагрева различают отжиг

**Полный отжиг** производится для **доэвтектоидных** сталей.

Для этого стальную деталь нагревают выше критической точки  $A_3$  на **30–50 °C** и после прогрева проводят медленное охлаждение.

Как правило, детали охлаждают вместе с печью со скоростью **30–100 °C/час**.

Структура **доэвтектоидной** стали после отжига состоит из избыточного феррита и перлита.

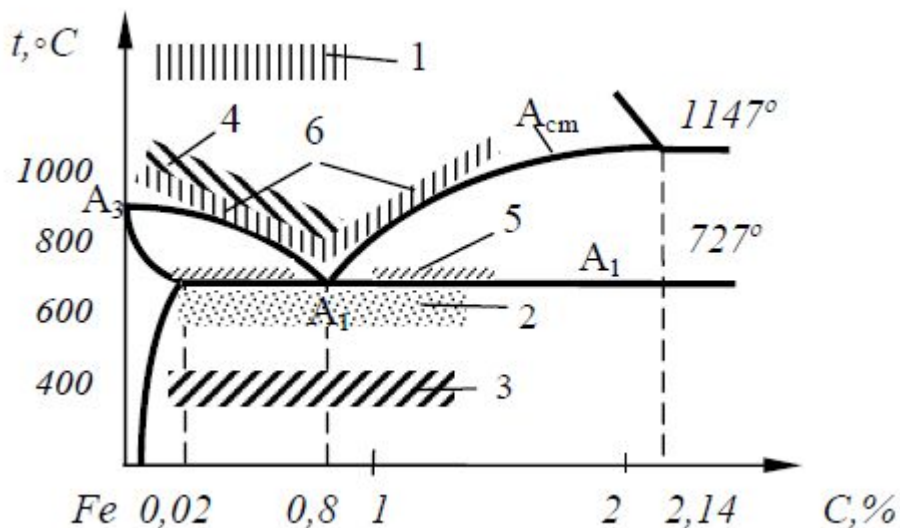


*Стальная область диаграммы с зонами нагрева при отжиге:*

- 1 – диффузионный;
- 2 – рекристаллизационный;
- 3 – для снятия напряжений;
- 4 – полный;
- 5 – неполный;
- 6 – нормализационный

## Основные цели полного отжига:

- устранение пороков структуры, возникших при предыдущей обработке (литье, горячей деформации, сварке, термообработке), крупнозернистости;
- смягчение стали перед обработкой резанием – получение крупнозернистости для улучшения качества поверхности и большей ломкости стружки низкоуглеродистых сталей;
- уменьшение напряжений.



**Неполный отжиг** отличается от полного тем, что нагрев производится на  $30\text{--}50^\circ\text{C}$  выше критической точки  $A_1$  (линия PSK на диаграмме железо-цементит).

Эта операция производится как для **доэвтектоидных** сталей, так и для **заэвтектоидных** сталей.

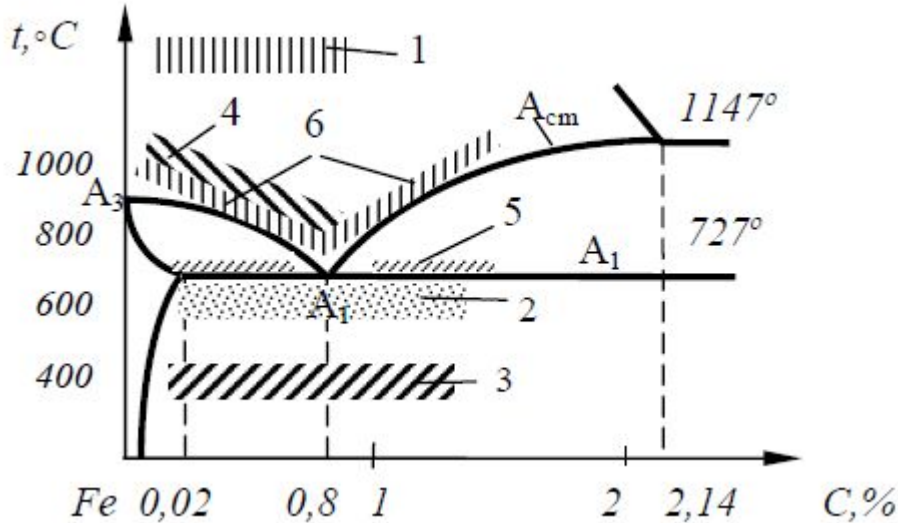
**Охлаждение** проводят так же, как и при **полном отжиге** (вместе с печью).

При **неполном отжиге** не происходит изменение ферритной составляющей структуры в доэвтектоидной стали и цементитной составляющей в заэвтектоидной стали, поэтому полного исправления структуры не происходит.

Неполный отжиг доэвтектоидной стали используют для смягчения ее перед обработкой резанием, снятия внутренних напряжений.



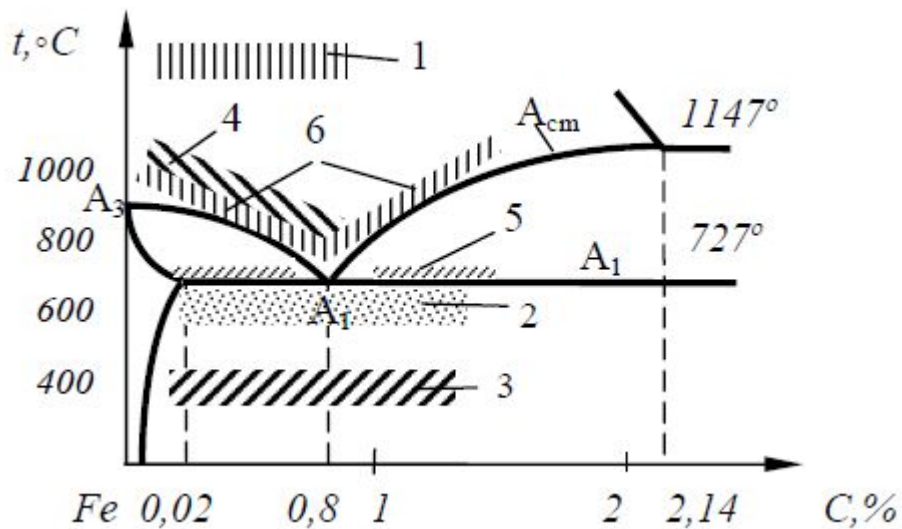
**Изотермический отжиг** заключается в нагреве стали до температуры  $A_3$  + (30– 50 °С), последующего ускоренного охлаждения до температуры изотермической выдержки ниже точки  $A_1$  и дальнейшего охлаждения на спокойном воздухе. Изотермический отжиг по сравнению с обычным отжигом имеет два преимущества:



- большой выигрыш во времени, т. к. суммарное время ускоренного охлаждения, выдержки и последующего охлаждения может быть меньше медленного охлаждения изделия вместе с печью;
- получение более однородной структуры по сечению изделий, т. к. при изотермической выдержке температура по сечению изделия выравнивается и превращение во всем объеме стали происходит при одинаковой степени переохлаждения.

**Нормализационный отжиг (нормализация)** применяют как промежуточную операцию для смягчения стали перед обработкой резанием и для общего улучшения ее структуры перед закалкой.

При нормализации доэвтектоидную сталь нагревают до температур  $A_3 + (30-50\text{ }^\circ\text{C})$  и заэвтектоидную  $A_{cm} + (30-50\text{ }^\circ\text{C})$  и после выдержки охлаждают на спокойном воздухе



Ускоренное по сравнению с отжигом охлаждение обуславливает несколько большее переохлаждение аустенита, поэтому при нормализации получается более тонкое строение **эвтектоида** (тонкий перлит или сорбит) и более мелкое эвтектоидное зерно.

Прочность стали после нормализации несколько выше, чем после отжига.

В **заэвтектоидной** стали нормализация устраняет грубую сетку вторичного цементита.

При нагреве выше точки  $A_{cm}$  вторичный цементит растворяется, а при последующем ускоренном охлаждении на воздухе не успевает образовать грубую сетку, понижающую свойства стали.