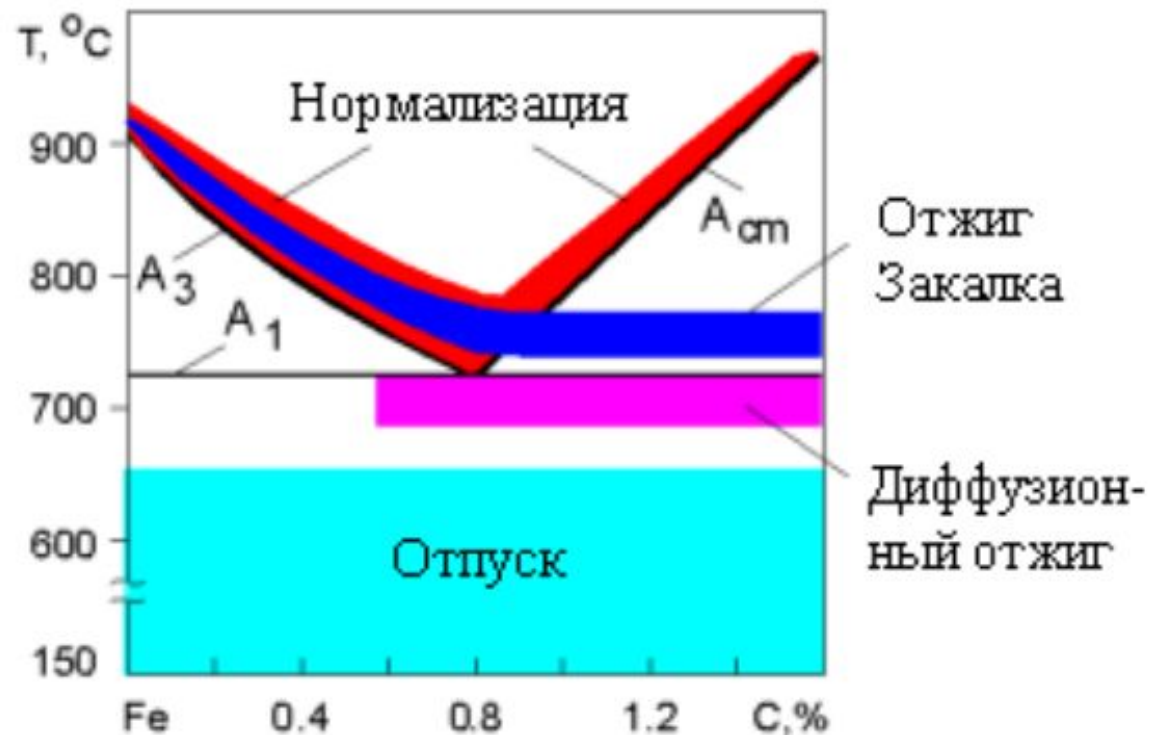


**Тема урока:**

# Термическая обработка



# Закалка



Закалка — это процесс термической обработки, заключающийся в нагреве до температуры выше критической и последующем быстром охлаждении, при котором образуется неравновесная структура.

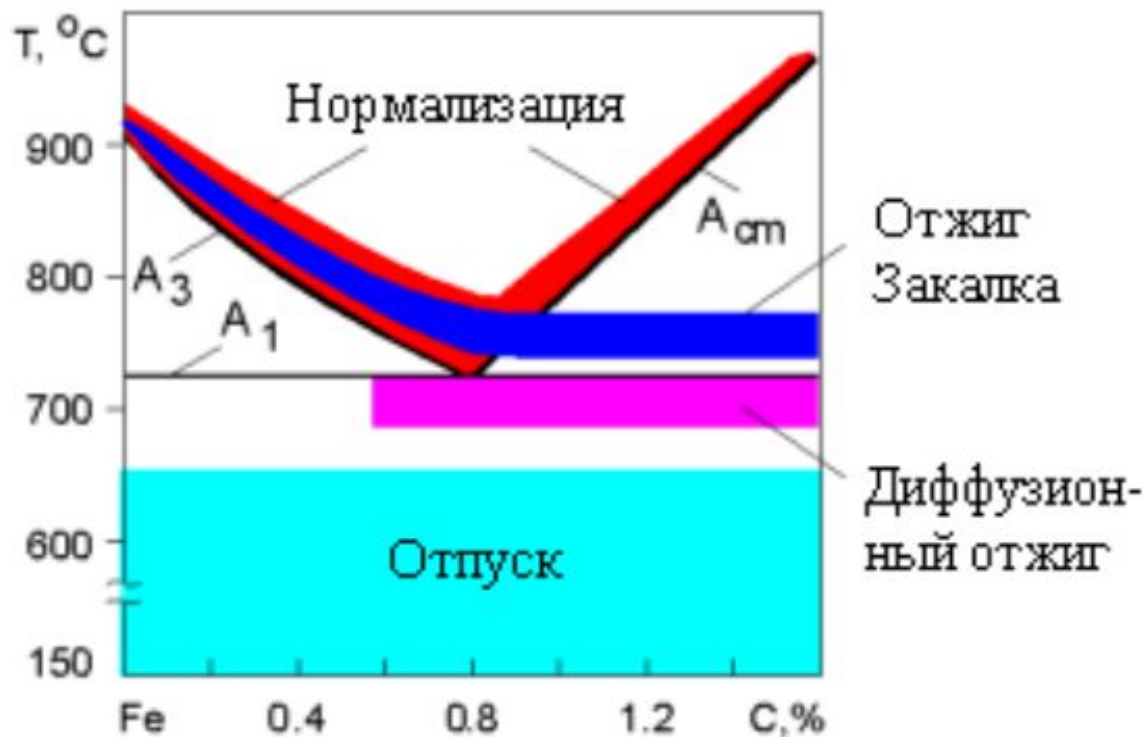


Существует закалка без полиморфного превращения и закалка с полиморфным превращением.

**Закалка с полиморфным превращением** – это термическая обработка металлов и сплавов, при которой происходит мартенситное превращение высокотемпературной фазы.

Эта закалка применима к тем металлам и сплавам, в которых при охлаждении перестраивается кристаллическая решетка.

# Температура закалки



Температура закалки для большинства сталей определяется положением критических точек  **$A_1$  и  $A_3$** .

Оптимальной закалкой для доэвтектоидных сталей является закалка от температуры на 30–50  $^\circ\text{C}$  выше  $A_3$ , а для заэвтектоидных – на 30–50  $^\circ\text{C}$  выше  $A_1$ .



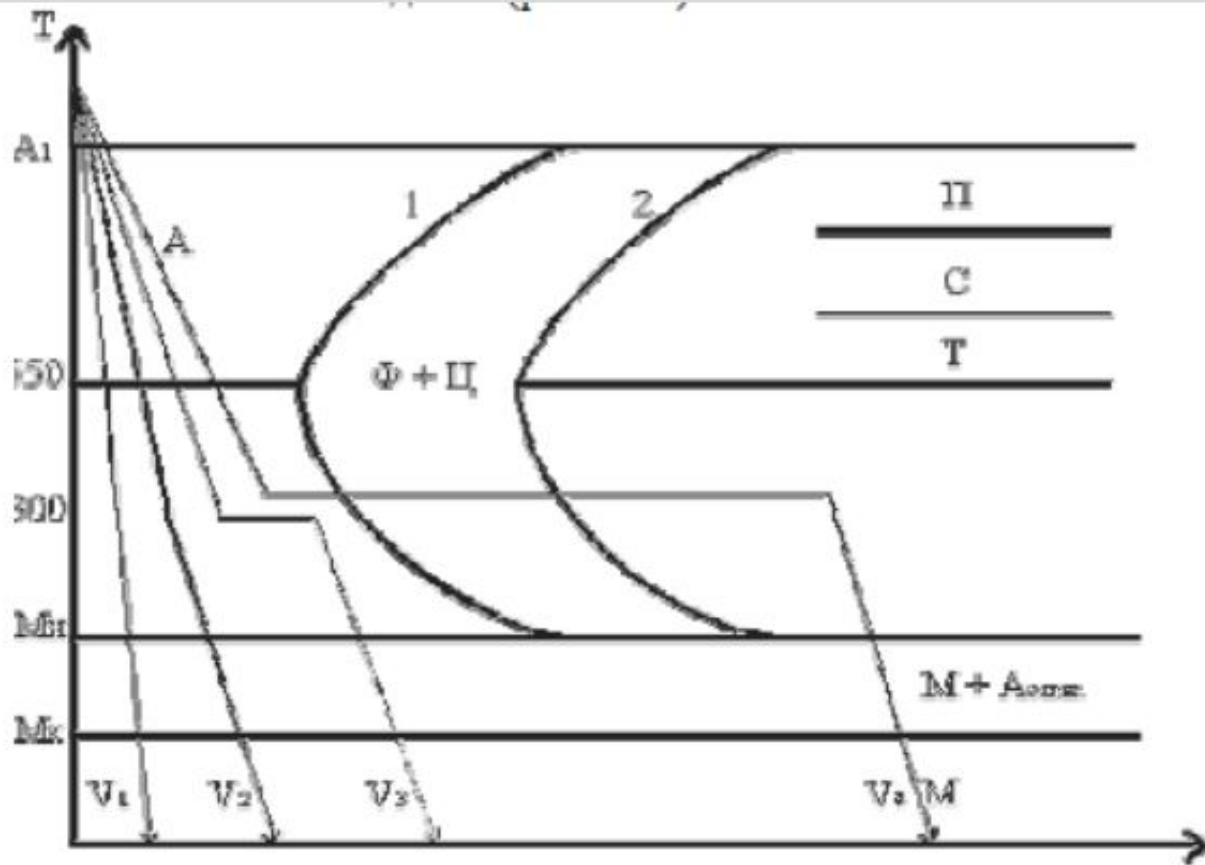
## **Наиболее распространенными закалочными средами являются вода, водные растворы солей, щелочей, масло, расплавленные соли.**

**При закалке в этих средах различают три периода:**

- пленочное охлаждение, когда на поверхности стали образуется «паровая рубашка», которая равномерно и сплошь окружает изделие, пар отнимает тепло не интенсивно, и скорость охлаждения в этот период сравнительно невелика;
- пузырьковое кипение, наступающее при полном разрушении паровой пленки. В этот период происходит быстрый отвод тепла, так как на образование пузырьков пара расходуется большое количество тепла, и температура металла быстро снижается;
- конвективный теплообмен, который отвечает температурам ниже температуры кипения охлаждающей жидкости.

Теплоотвод в этот период происходит с наименьшей скоростью, которая определяется физическими свойствами жидкости (теплоемкостью, вязкостью и теплопроводностью), разностью температур и скоростью циркуляции.

# Способы закалки



1. Закалка в одном охладителе ( $V_1$ )
2. Закалка в двух средах или прерывистая ( $V_2$ )
3. Ступенчатая закалка ( $V_3$ )
4. Изотермическая закалка ( $V_4$ )
5. Закалка с самоотпуском ( $V_5$ )

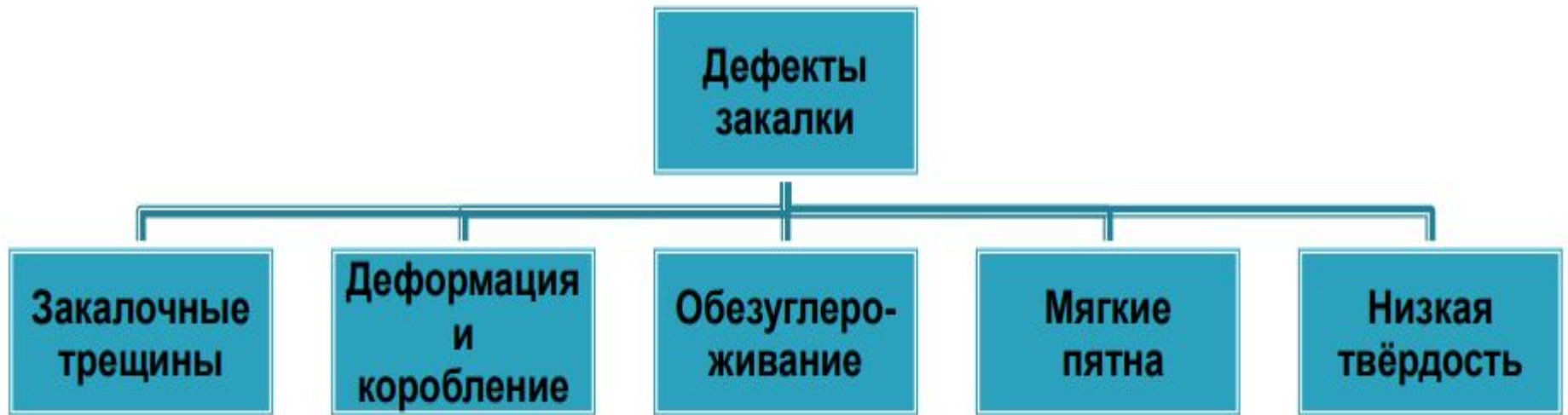


**Закаливаемость** – способность стали повышать твердость в результате закалки.

**Прокаливаемостью** называют способность стали получать закаленный слой на ту или иную глубину с мартенситной или троостомартенситной структурой.

**Критический диаметр** – это максимальный диаметр цилиндрического образца, который прокаливается насквозь в данной охлаждающей среде.

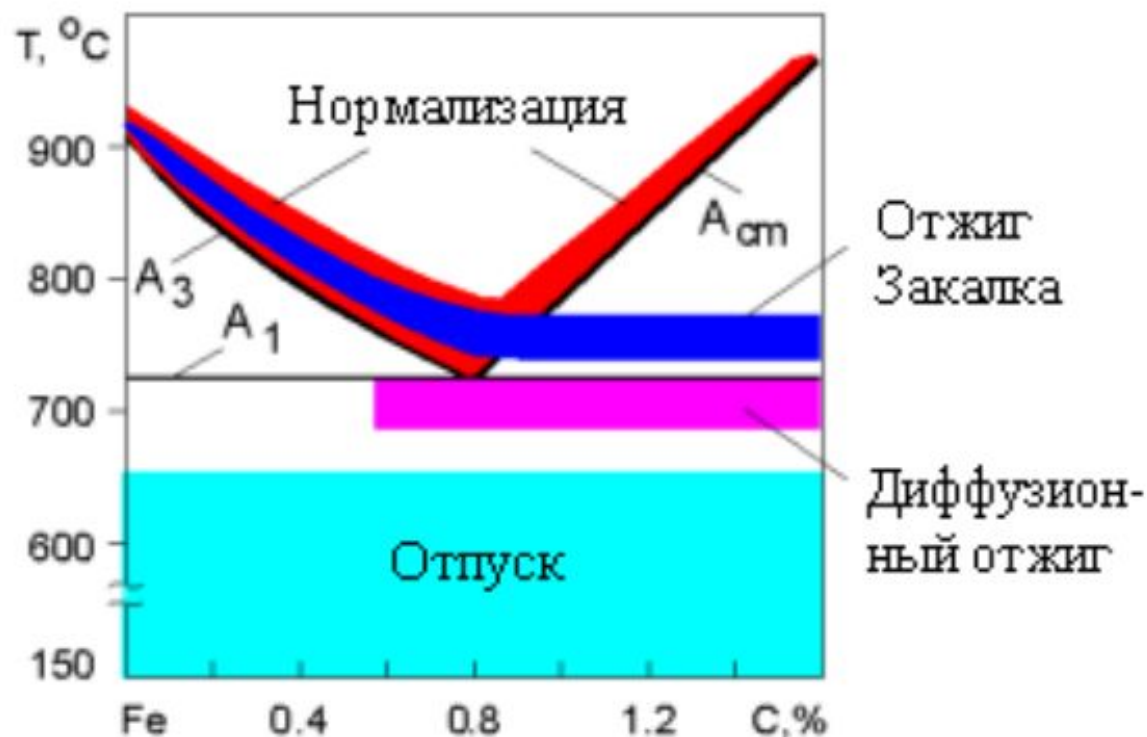
# Дефекты, возникающие при закалке





# Отпуск

Нагрев закаленных сталей до температур, не превышающих  $A_1$ , называют отпуском. Проводится с целью снятия внутренних напряжений, снижения твердости и увеличения пластичности и вязкости



**Термическую обработку подразделяют на:**

- предварительную
- окончательную

При отпуске некоторых сталей возможны негативные явления – **отпускная хрупкость**. Это снижение ударной вязкости сталей, отпущенных при температуре 250–400 и 500–550 °С

**Первый вид отпуска** называется необратимой хрупкостью (I рода); присущ практически всем сталям и обусловлен неоднородным выделением карбидов из мартенсита.

**Повторный отпуск** при более высокой температуре (400–500 °С) снимает хрупкость и сталь становится к ней не склонной даже при повторном нагреве при 250–400 °С. В связи с этим эта хрупкость получила название необратимой.

Отпуск сталей, склонных к этому виду хрупкости при температурах 250–400 °С, не назначается. Этот род хрупкости не зависит от скорости охлаждения после отпуска.



**Второй вид отпускной хрупкости (II рода)** является обратимым.

Проявляется он при медленном охлаждении легированной стали при температуре 500–550 °С.

Данная хрупкость может быть устранена **повторным** отпуском с большой скоростью охлаждения.

В этом случае устраняется причина этой хрупкости – выделение карбидов по границам бывших **аустенитных зерен**.

Устранение отпускной хрупкости легированных сталей возможно введением в них малых добавок **молибдена** (0,2–0,3%) или **вольфрама** (0,5–0,7%).

# Технологические особенности ТО

**При разработке технологии необходимо установить:**

- режим нагрева деталей (температуру и время нагрева);
- характер среды, где осуществляется нагрев и ее влияние на материал стали;
- условия охлаждения.

**Среда нагрева :**

- окисляющее ( $O_2$  ,  $CO_2$  ,  $H_2O$ );
- восстанавливающее ( $CO$ ,  $CH_4$  );
- обезуглероживающее ( $O_2$  ,  $H_2$  );
- науглероживающее ( $CO$ ,  $CH_4$  );
- нейтральное ( $N_2$  , инертные газы).