

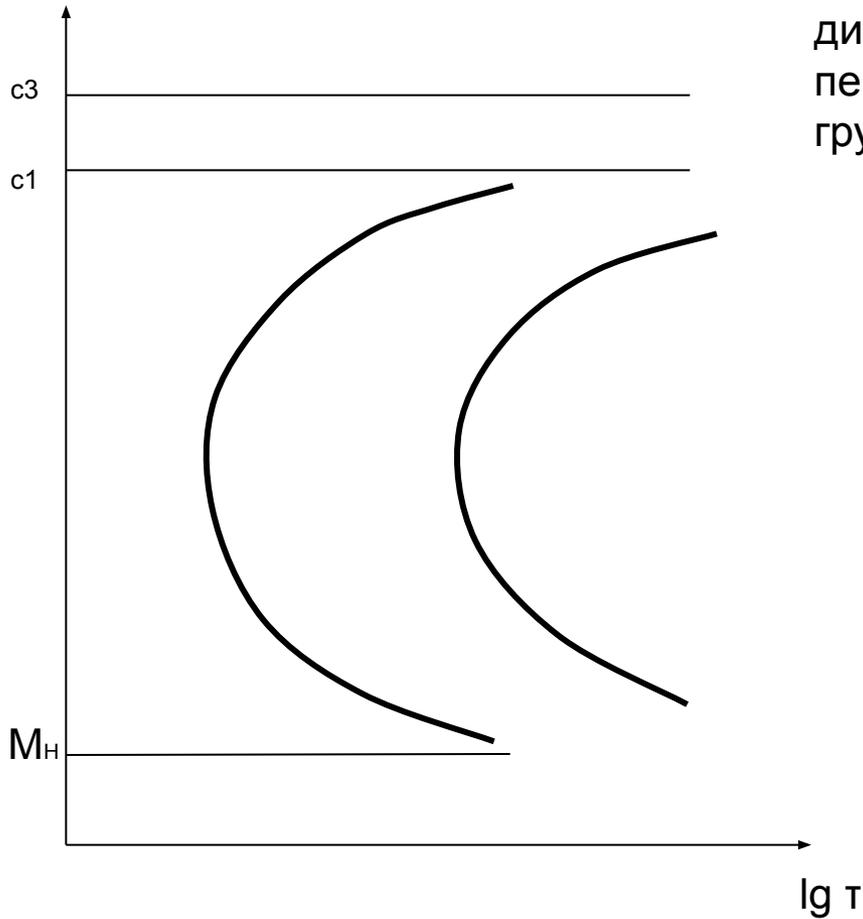


Распад переохлажденного аустенита в углеродистых сталях при непрерывном охлаждении

Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава

Охлаждение со скоростью V_1 : распад идет по диффузионному механизму, малая степень переохлаждения. В структуре получим грубопластинчатый перлит.

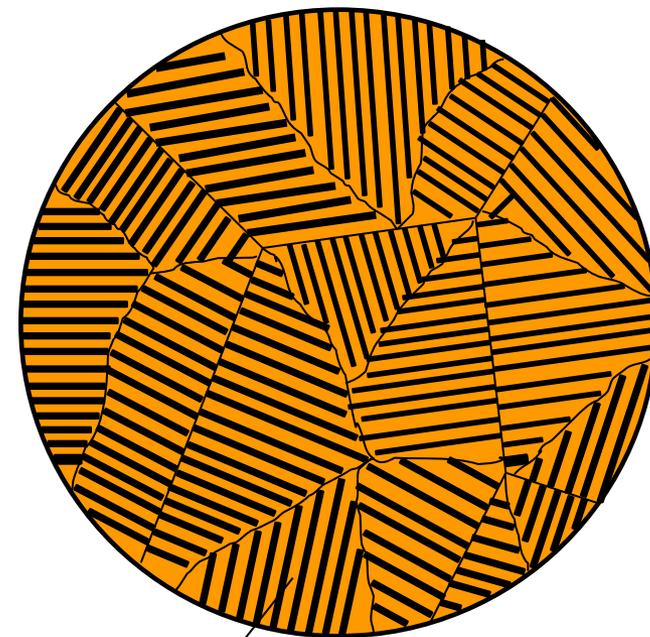
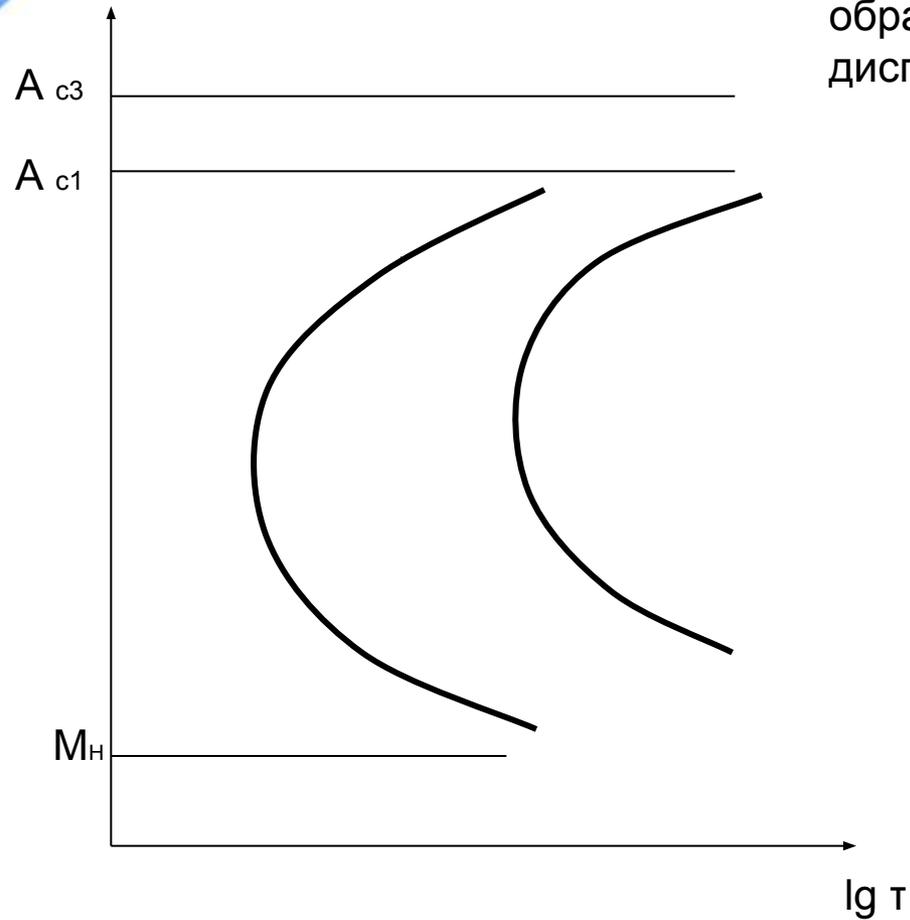


исходное γ зерно

Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава

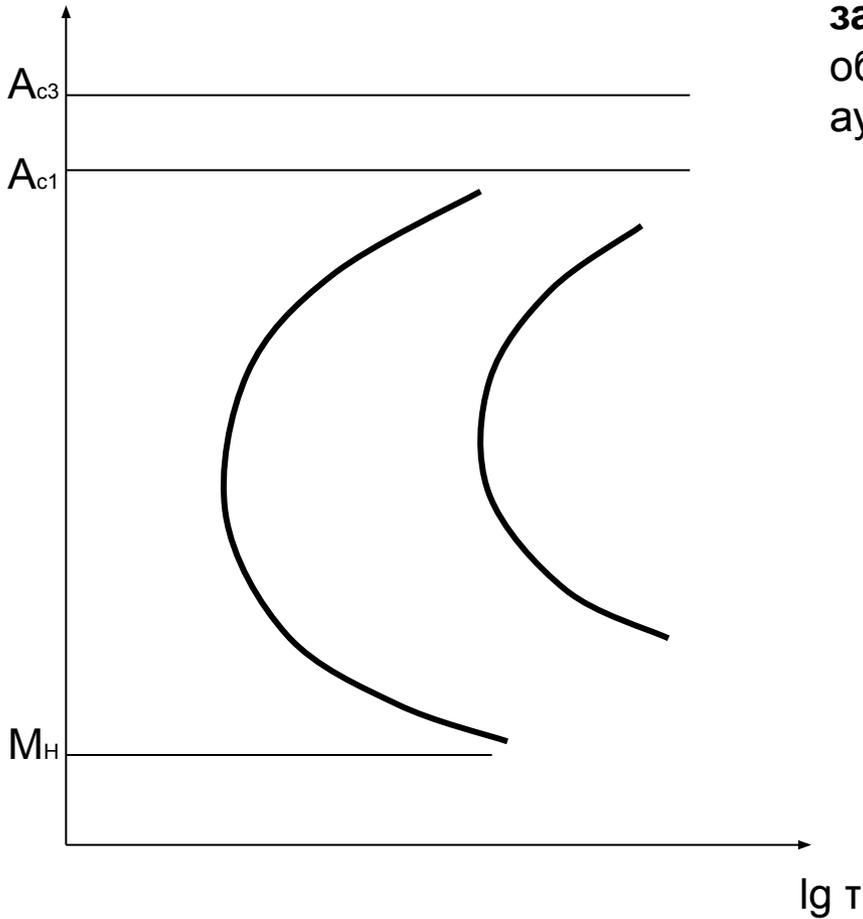
Скорость V_2 : более высокая скорость охлаждения, образуется перлит с большей степенью дисперсности.



исходное γ зерно

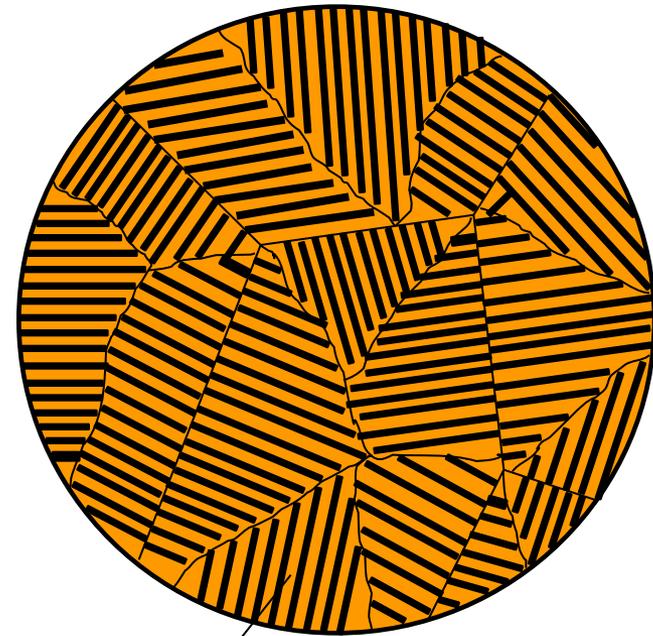
Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава



$V_3 = V_{HK3}$ – **нижняя критическая скорость закали** – максимальная скорость охлаждения обеспечивающая распад переохлажденного аустенита только по первой ступени.

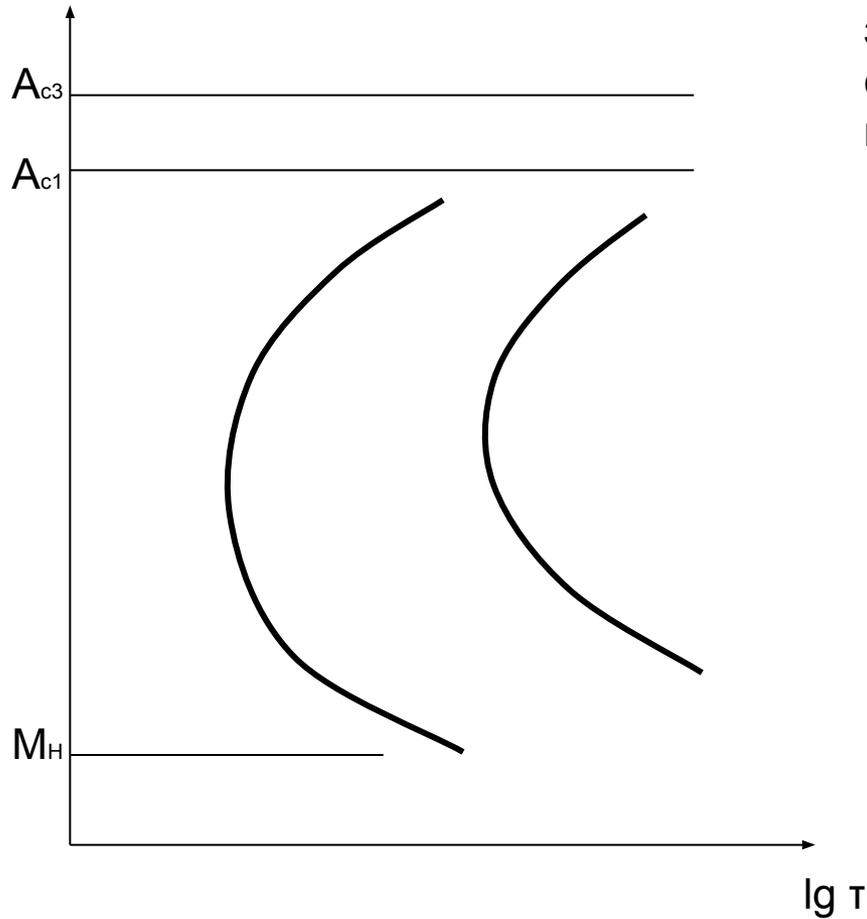
В структуре - перлит.



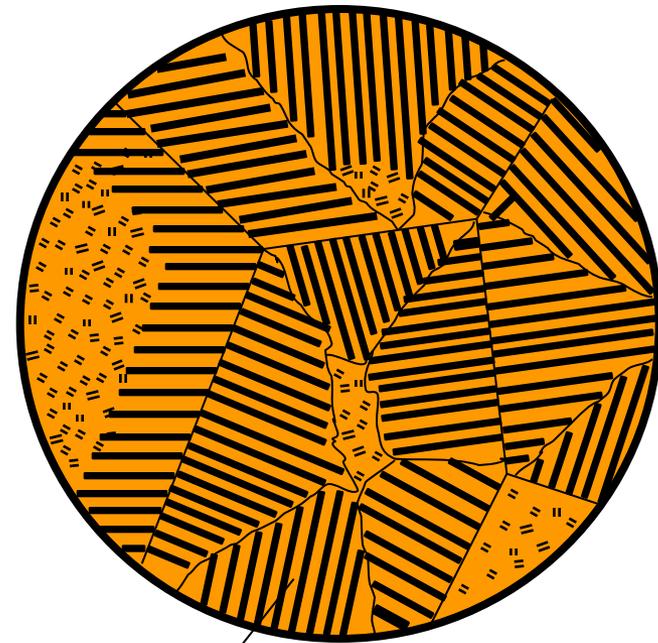
исходное γ зерно

Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава



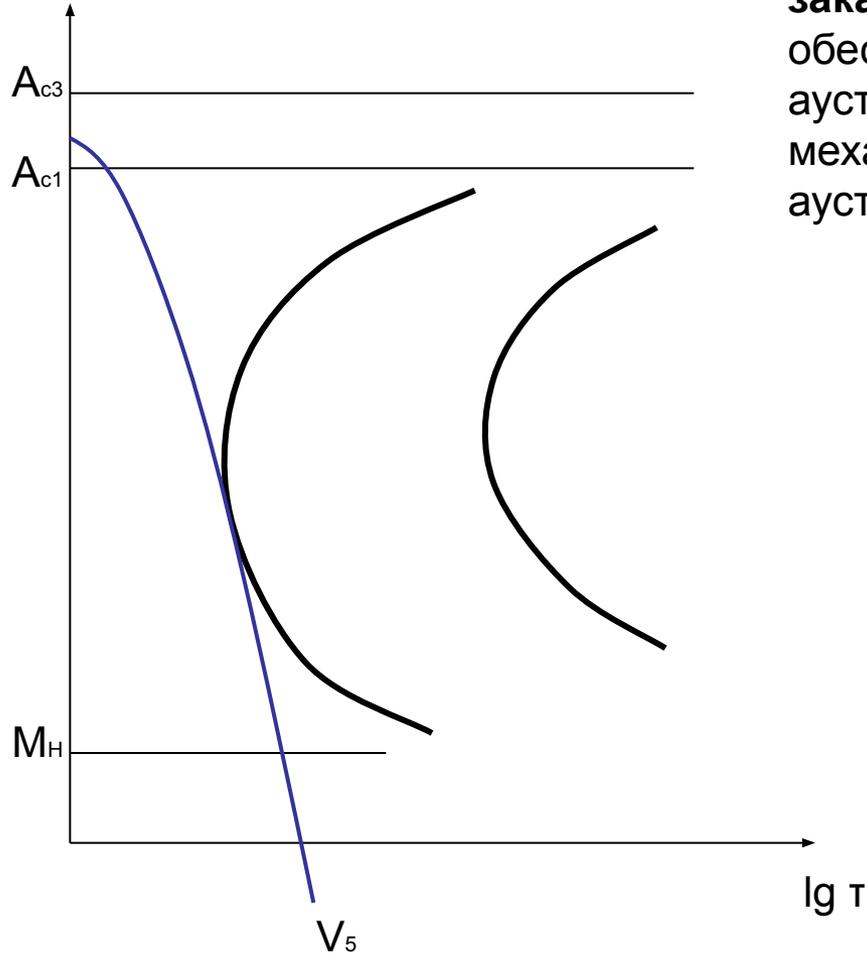
Скорость V_4 : перлитное превращение не завершено, не распавшийся по перлитной ступени аустенит охлаждается ниже M_H и превращается в мартенсит сдвиговым путем.



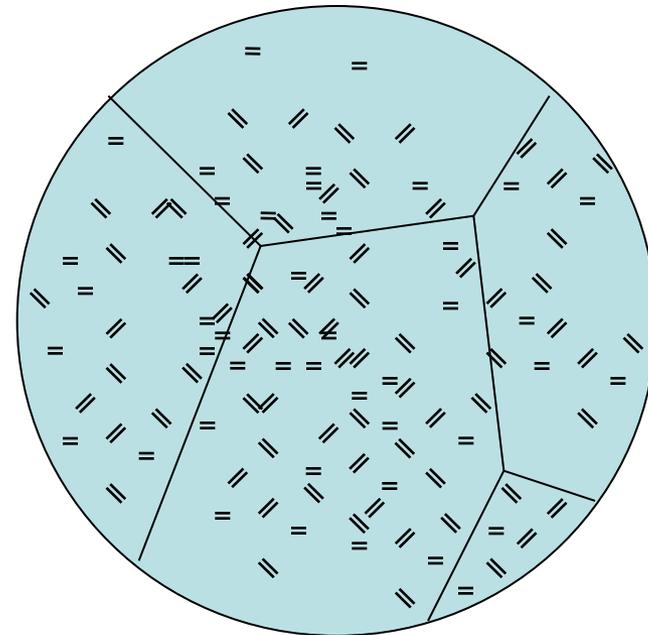
исходное γ зерно

Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава

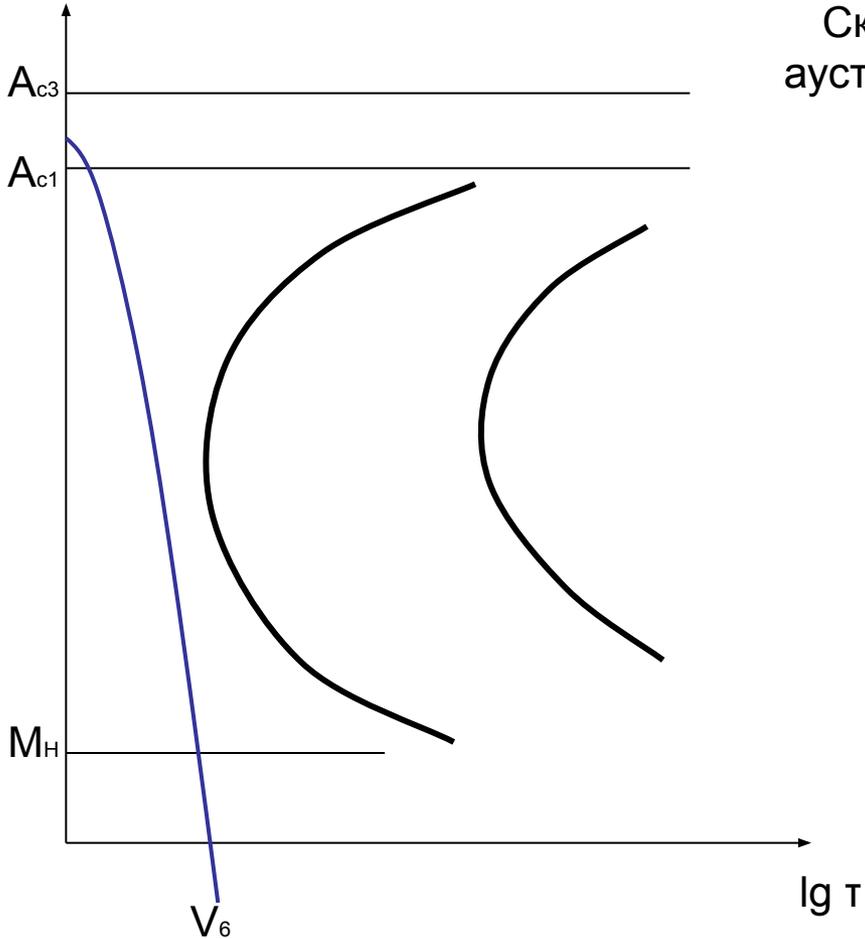


$V_5 = V_{вкз}$ – **верхняя критическая скорость заковки** – минимальная скорость охлаждения, обеспечивающая распад переохлажденного аустенита по сдвиговому мартенситному механизму. В структуре – мартенсит и остаточный аустенит.

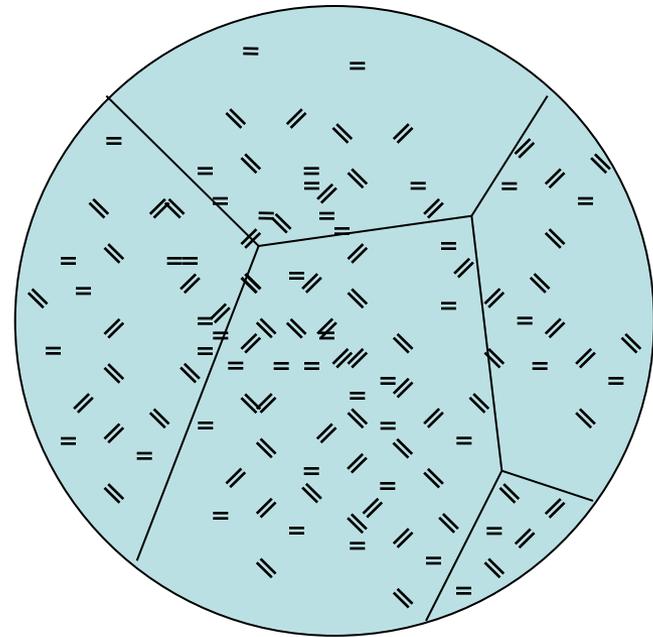


Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава

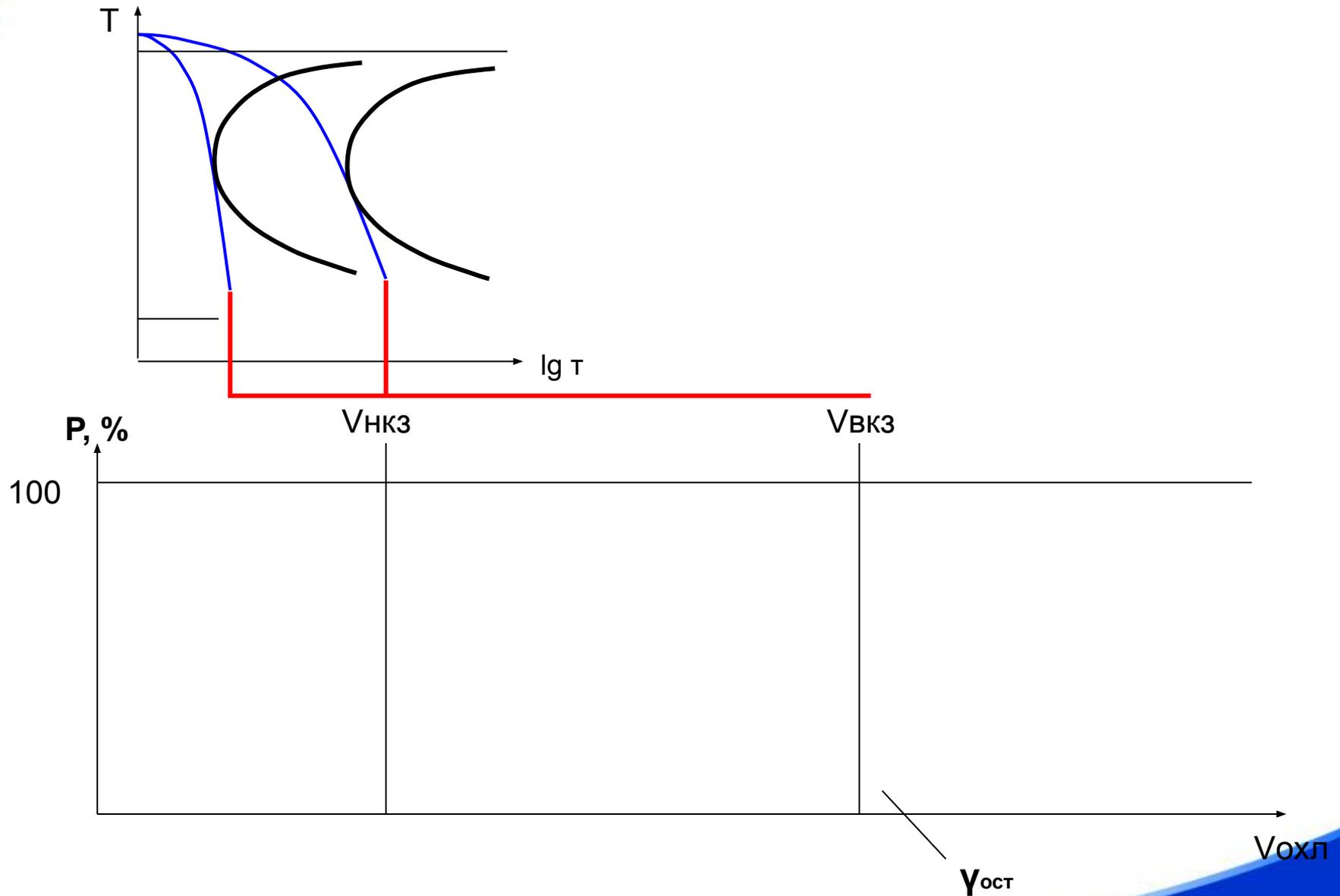


Скорость V_6 : образуется мартенсит, остаточного аустенита меньше, чем при V_5 .



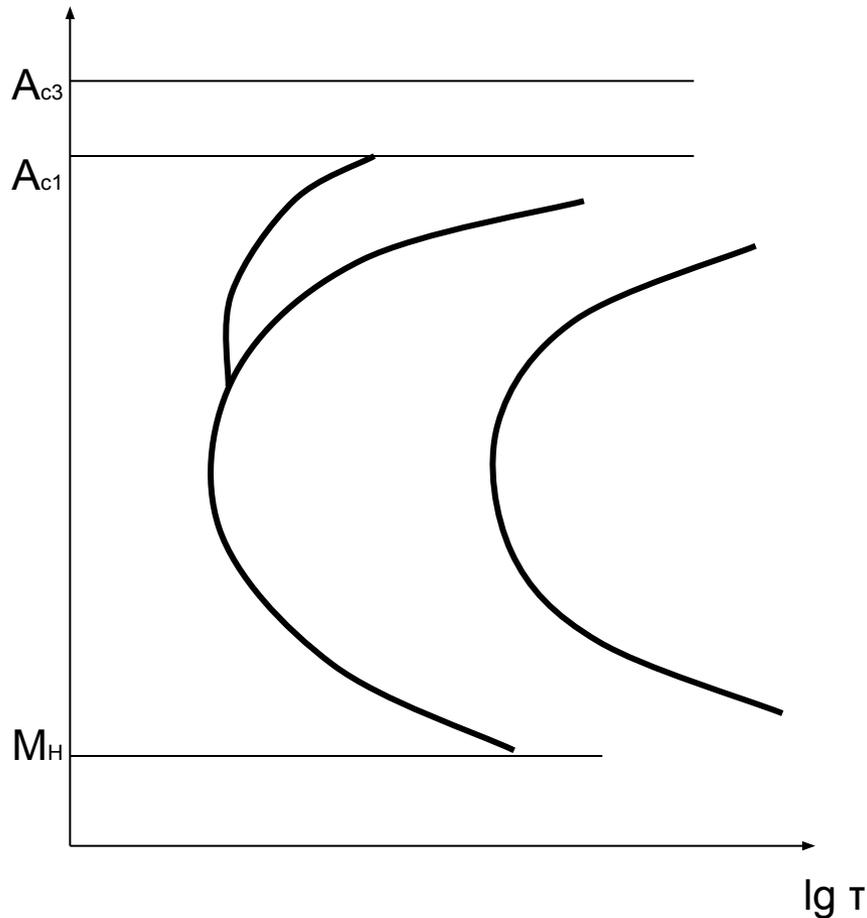
Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

1. Сталь эвтектоидного состава: структурное поле

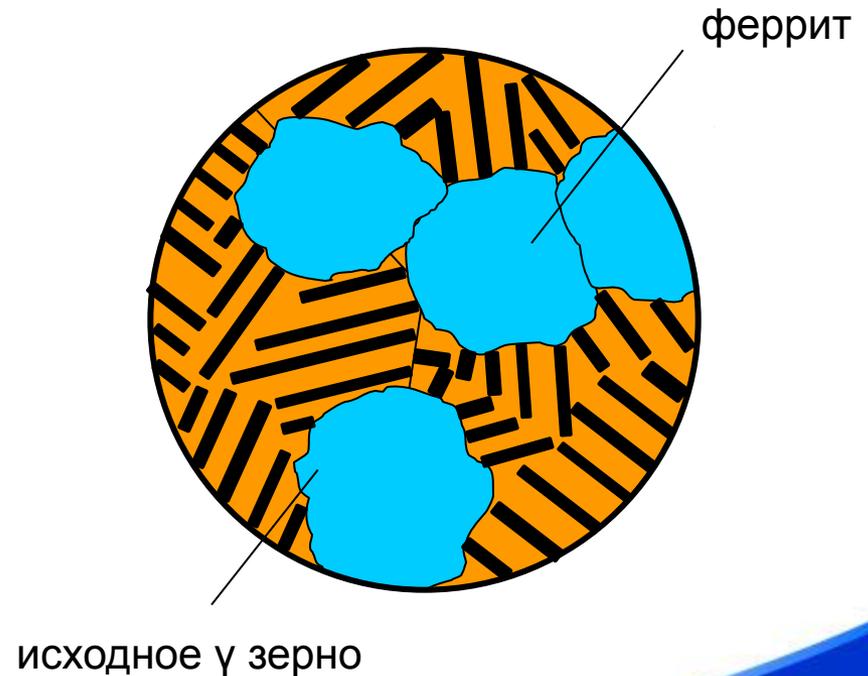


Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава

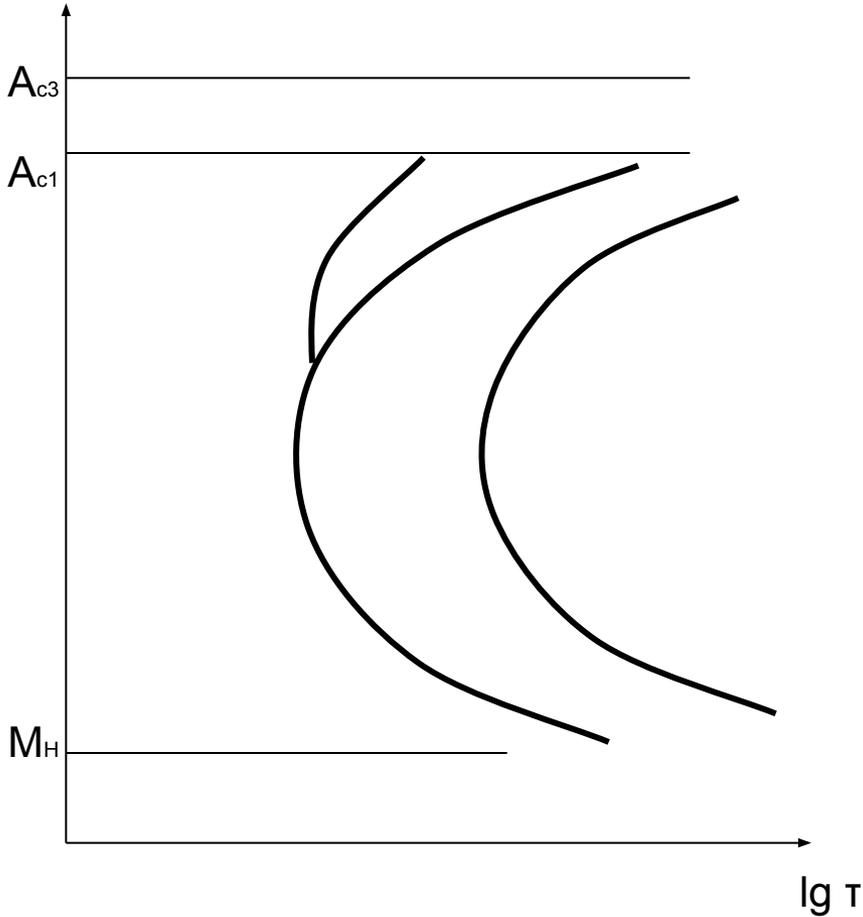


Скорость V_1 : превращение начинается с выделения избыточного феррита. Из-за малой степени переохлаждения зародышевых центров немного и образуются отдельные зерна феррита. После пересечения линии начала перлитного превращения оставшийся аустенит распадается по перлитному механизму.



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

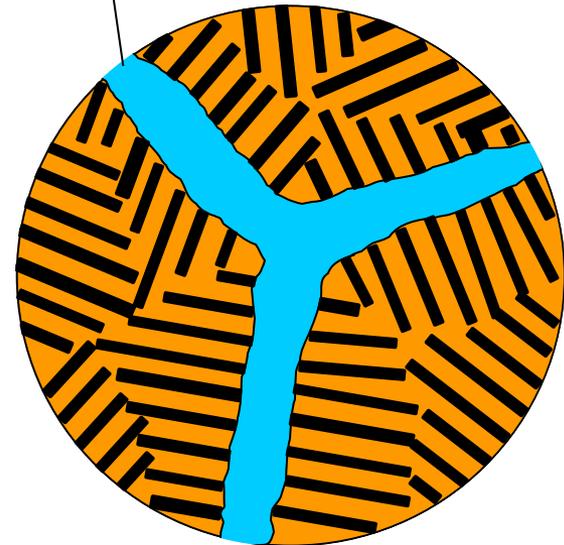
2. Сталь доэвтектоидного состава



Скорость V_2 : выше степень переохлаждения – больше зародышевых центров феррита, выделяющегося в виде сетки.

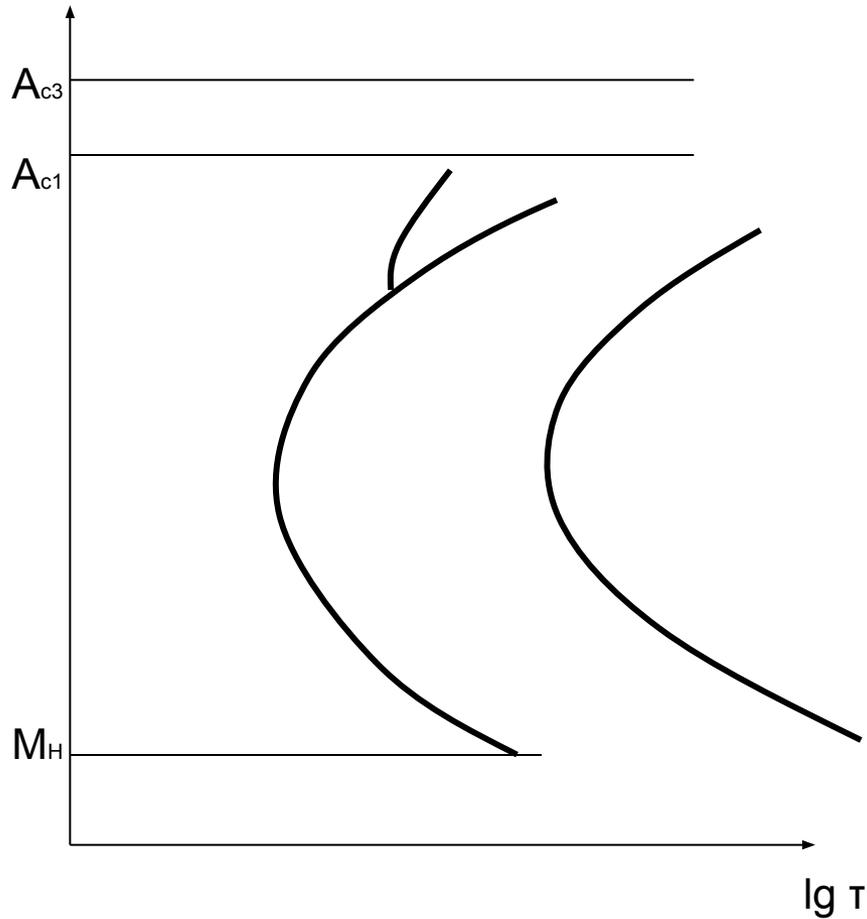
Структура после охлаждения – зерна перлита с ферритной сеткой по границам.

ферритная сетка



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава

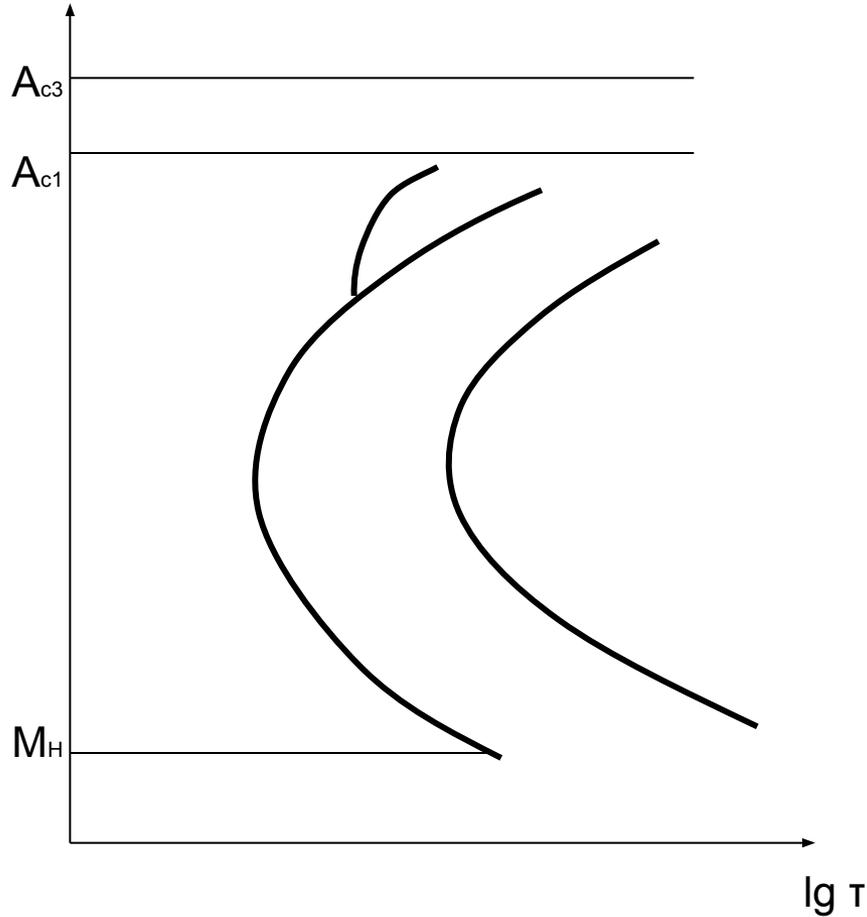


$V_3 = V_f$ – скорость подавления выделения избыточного феррита. Охлаждение со скоростью не менее V_3 обеспечивает распад по перлитному механизму.



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава

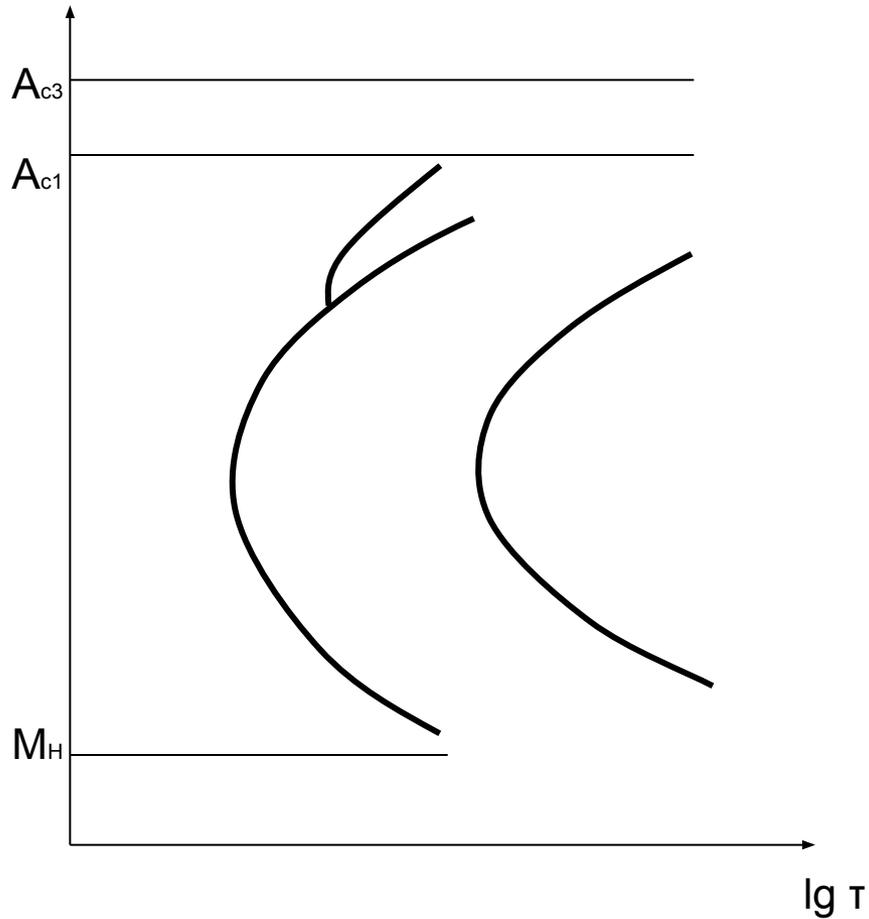


$V_4 = V_{нкз}$ - максимальная скорость охлаждения обеспечивающая распад переохлажденного аустенита только по первой ступени.

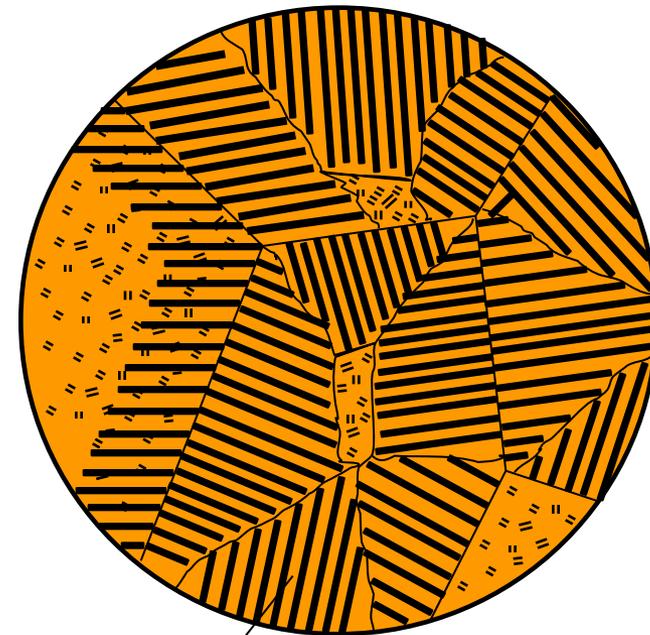


Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава



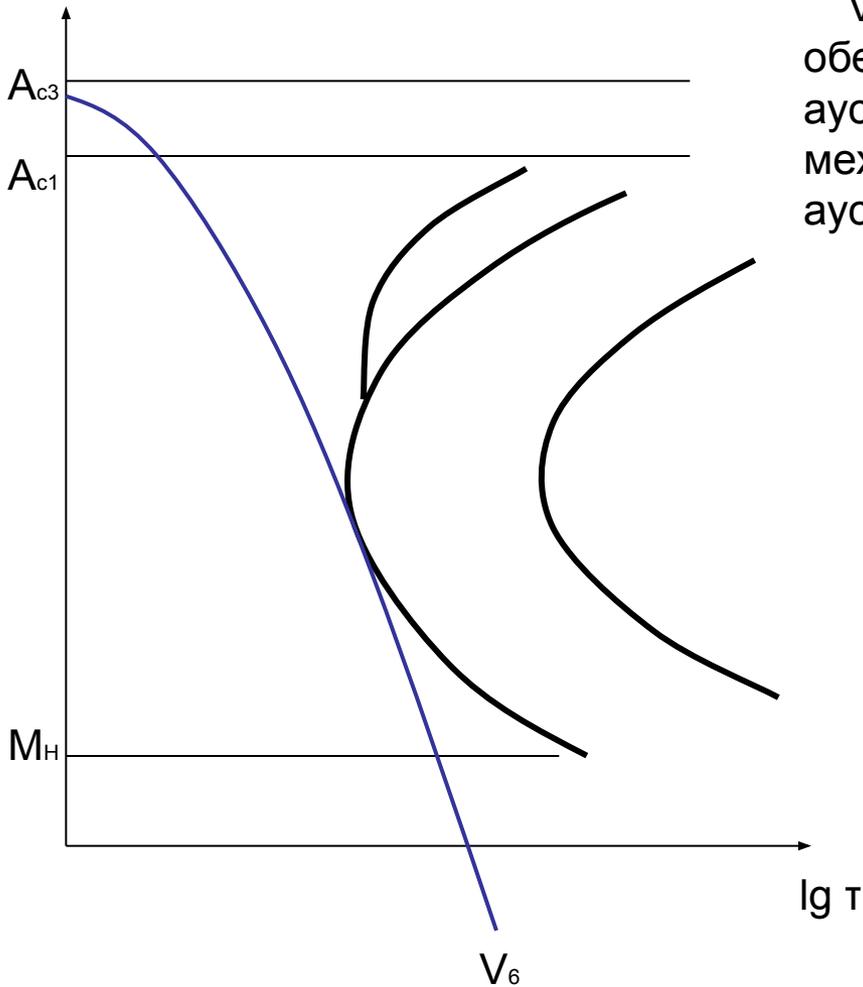
Скорость V_5 : перлитное превращение не завершено, не распавшийся по перлитной ступени аустенит охлаждается ниже M_H и превращается в мартенсит сдвиговым путем.



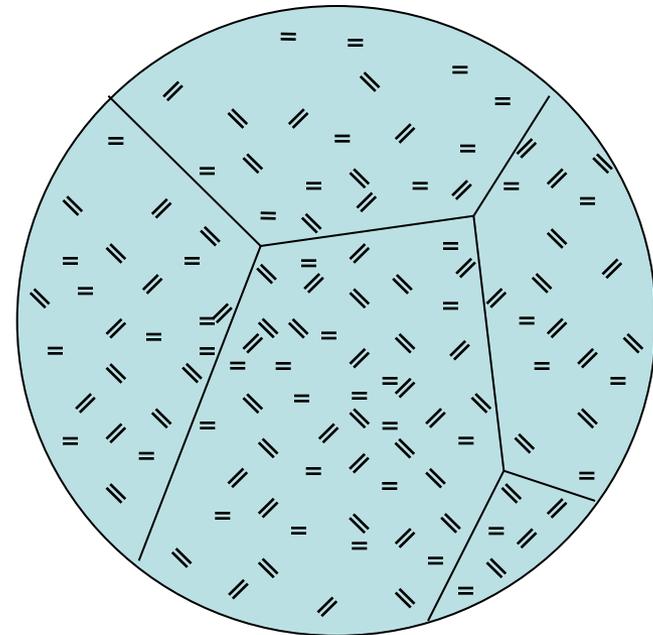
исходное γ зерно

Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава

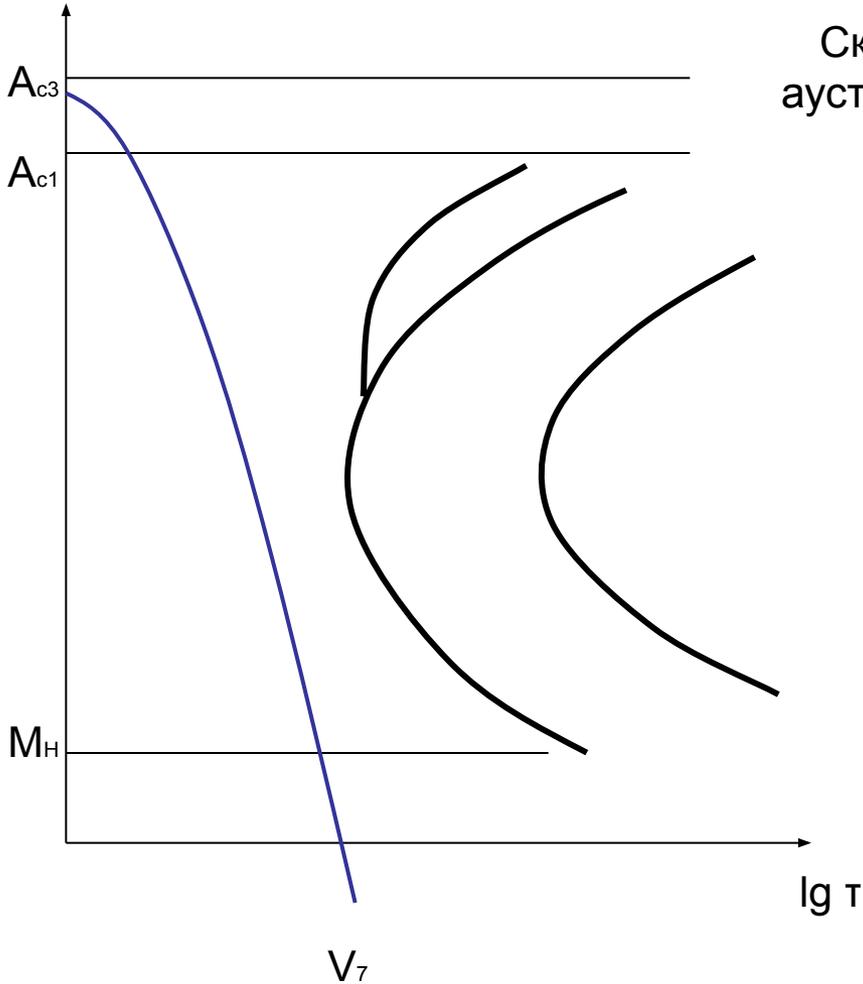


$V_6 = V_{вкз}$ – минимальная скорость охлаждения, обеспечивающая распад переохлажденного аустенита по сдвиговому мартенситному механизму. В структуре – мартенсит и остаточный аустенит.

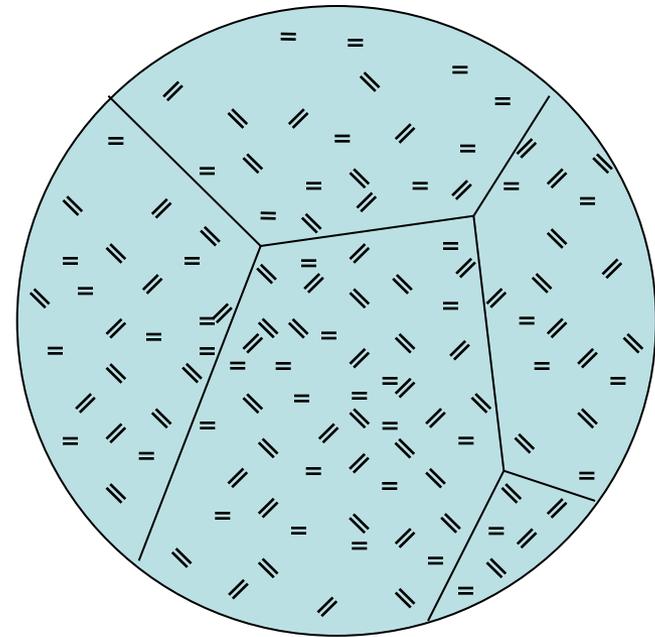


Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава

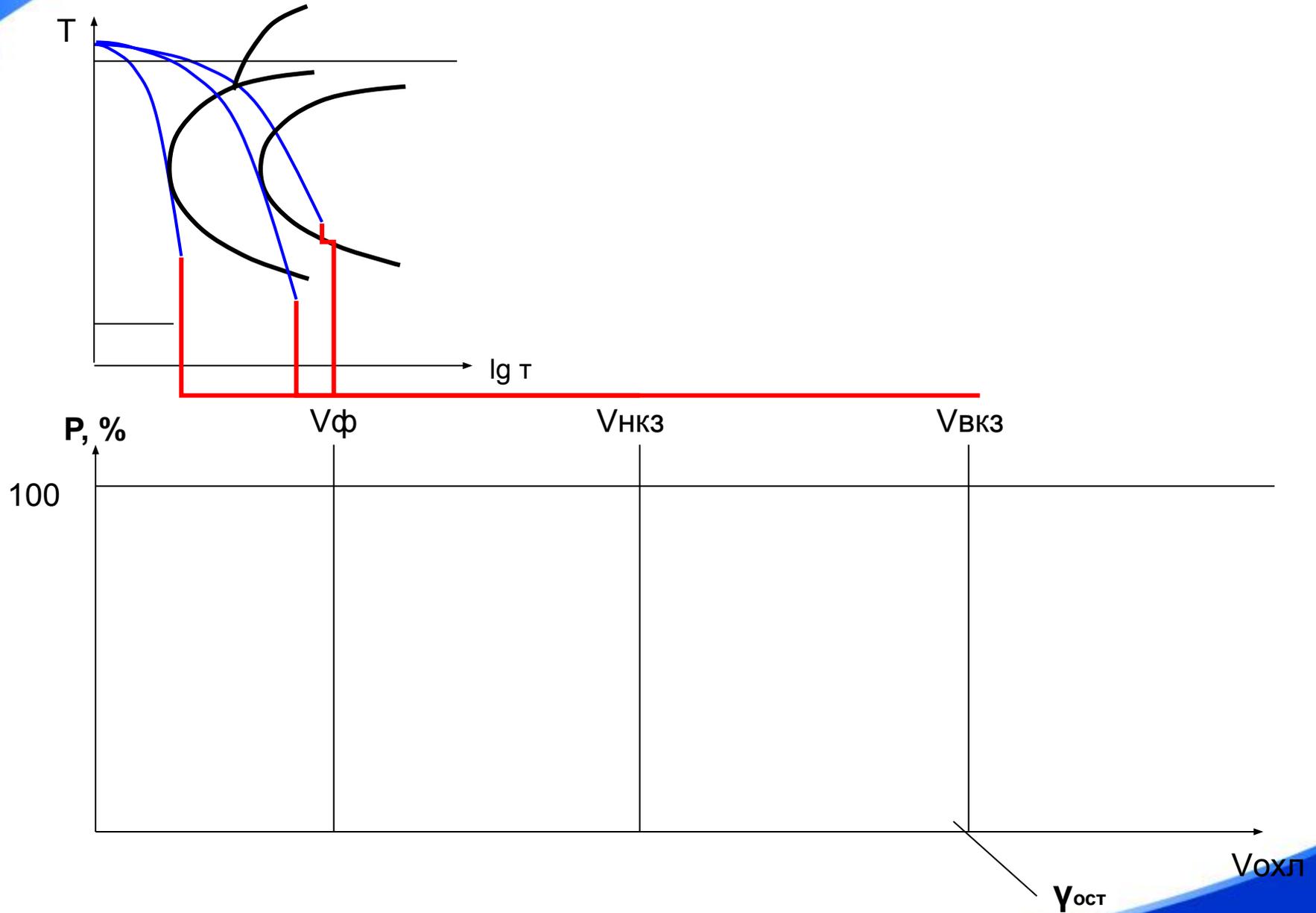


Скорость V_7 : образуется мартенсит, остаточного аустенита меньше, чем при V_6 .



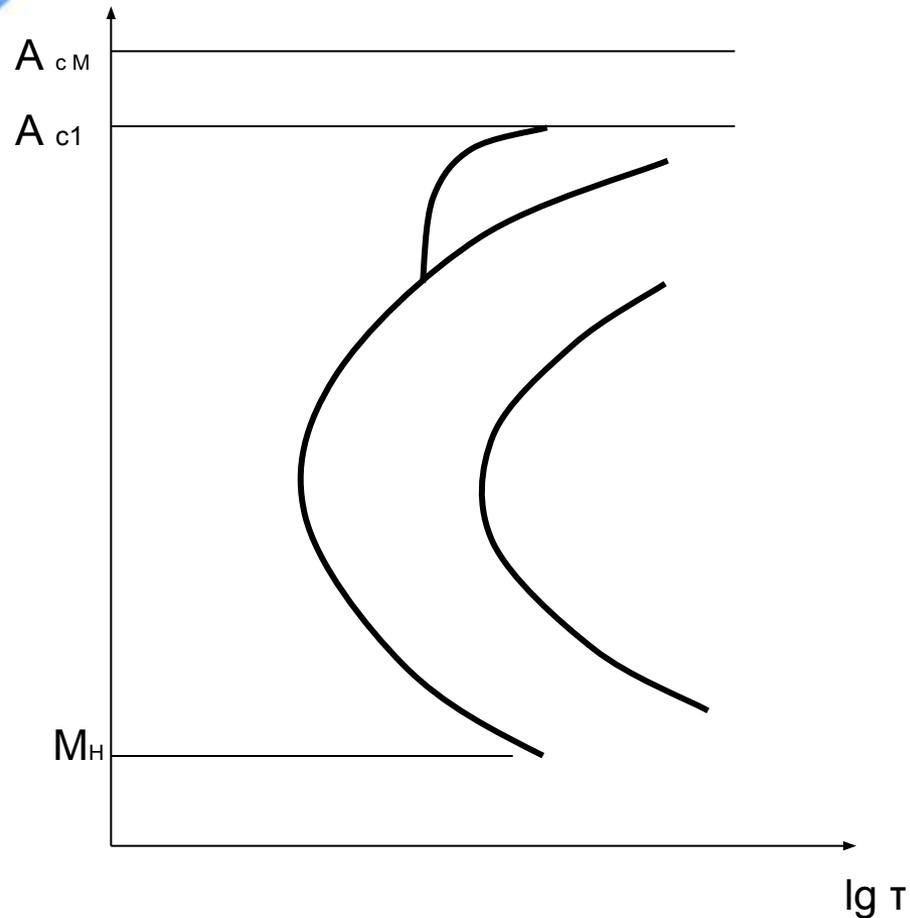
Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

2. Сталь доэвтектоидного состава: структурное поле

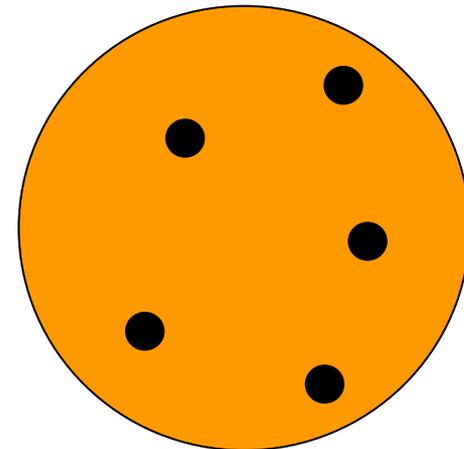


Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

3. Сталь заэвтектоидного состава



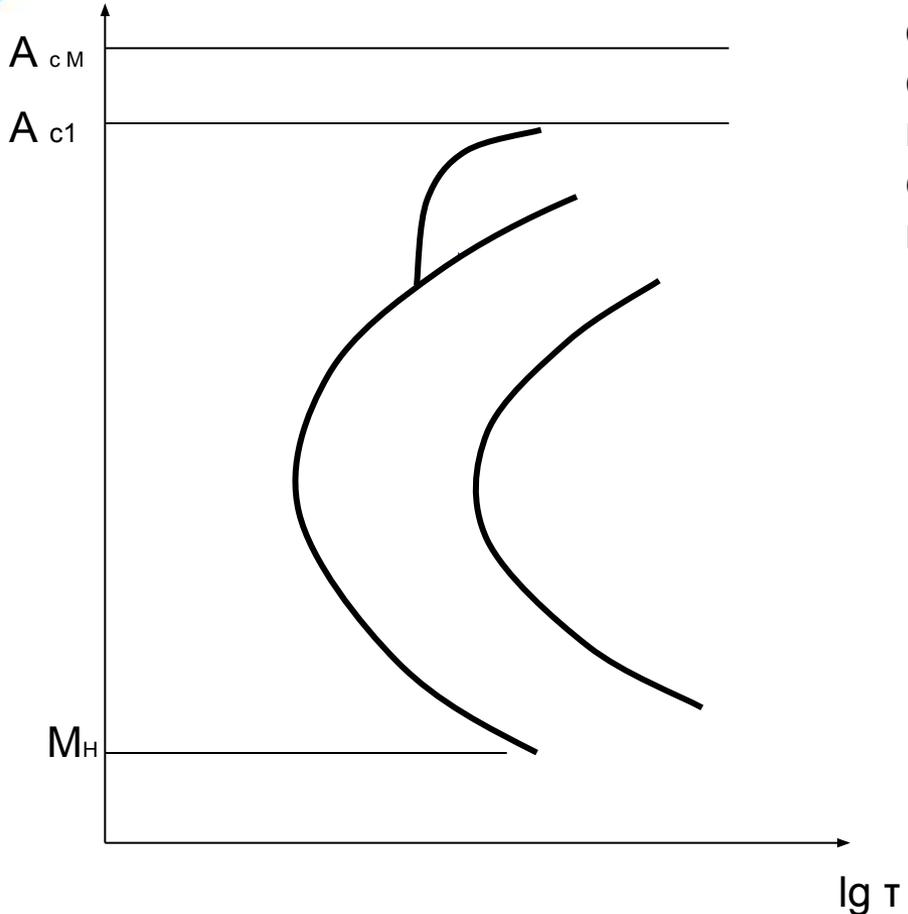
V1: малая степень переохлаждения – мало зародышевых центров. Превращение начинается с выделения избыточного цементита. Затем идет перлитное превращение, причем карбиды в составе перлита будут выделяться на ранее образовавшихся цементитных частицах, т.е. распад идет по несопроизвольному механизму. В результате образуется **зернистый перлит** – феррит с глобулярными частицами цементита.



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

3. Сталь заэвтектоидного состава

V2: степень переохлаждения выше, образуется больше зародышей карбидной фазы, они формируют цементитную сетку по границам аустенитного зерна. В структуре после превращения – перлит и карбидная сетка.

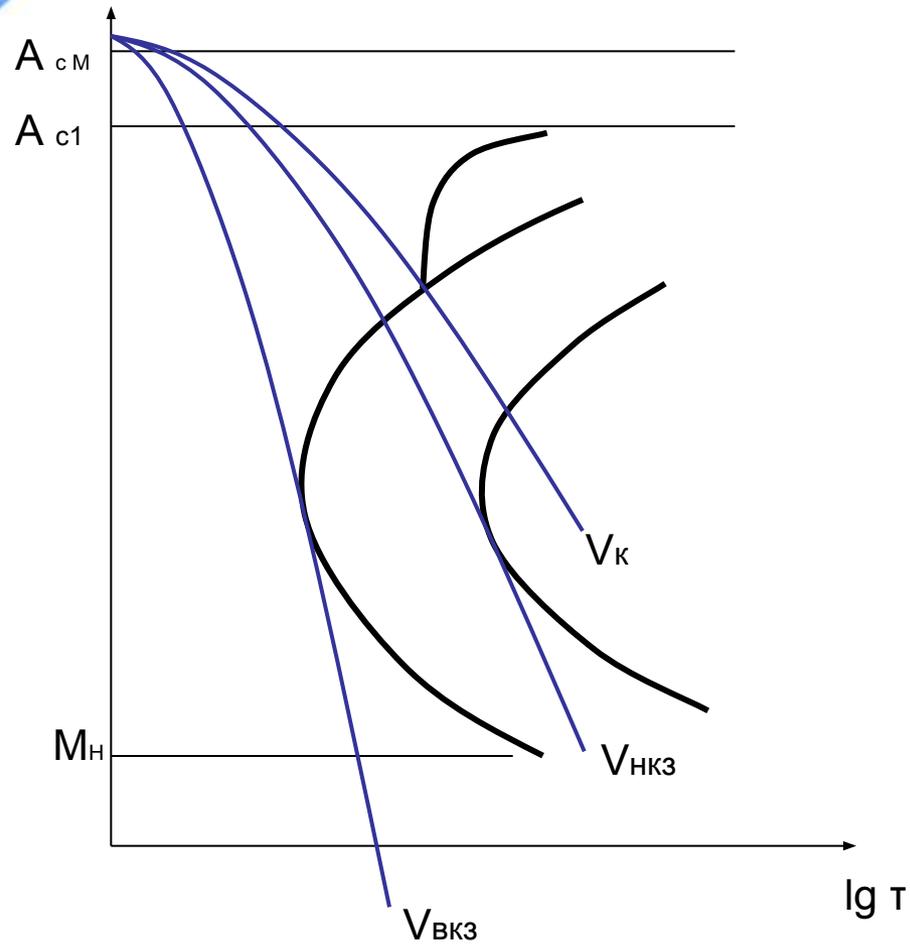


карбидная сетка



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

3. Сталь заэвтектоидного состава



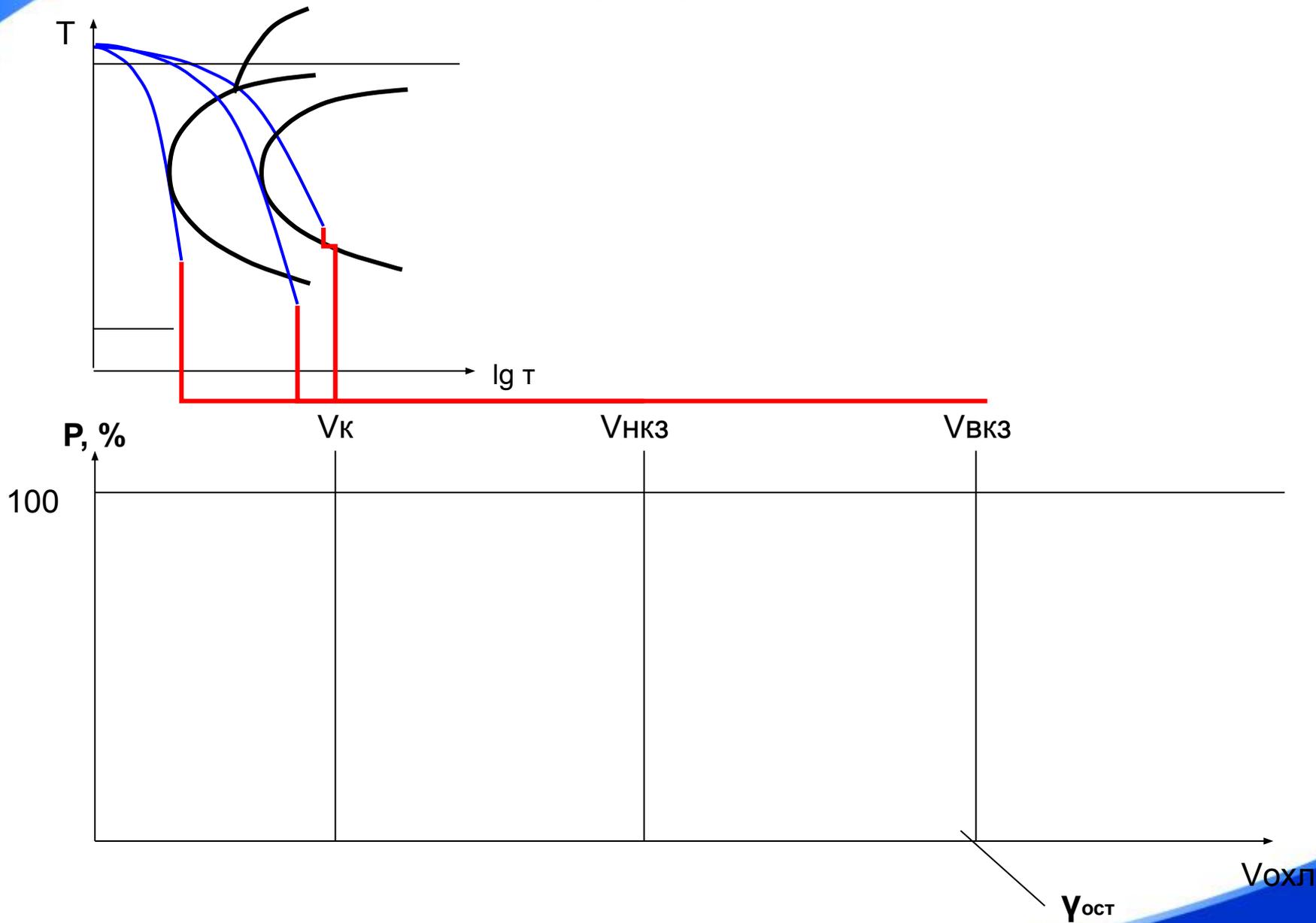
V_K : скорость подавления выделения избыточного цементита.

В структуре - перлит



Распад переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении

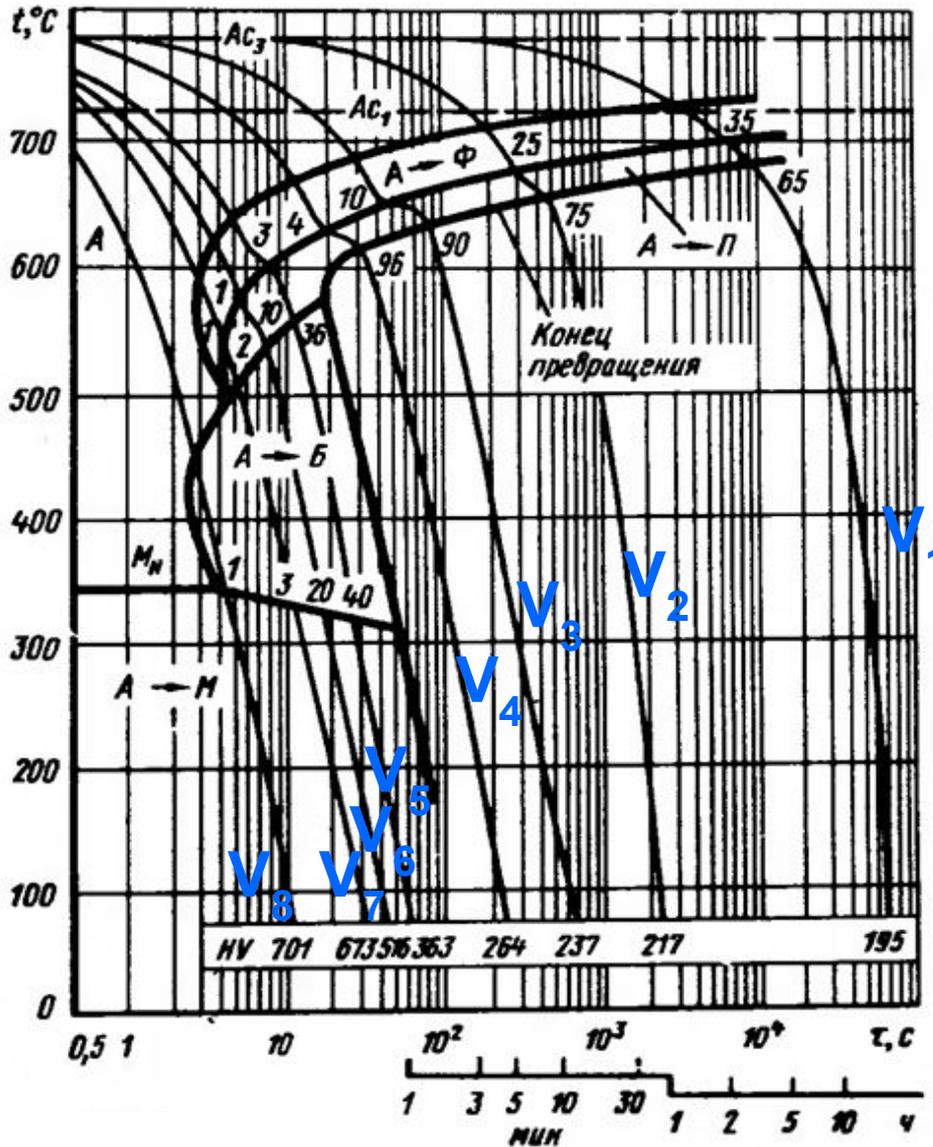
3. Сталь заэвтектоидного состава: структурное поле



Сталь 40 [5]

C	Si	Mn	Cr	Cu	A ₁	A ₃	M _H	t _H
0,44	0,22	0,66	0,15	0,02	735	780	350	1050

ТКД стали 40



Связь изотермической и термокинетической диаграмм

- Диаграммы распада переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении называются термокинетическими диаграммами распада переохлажденного аустенита.
- Если для сплава нет термокинетической диаграммы в справочнике, то $V_{вкз}$ может быть приблизительно рассчитана по данным изотермической диаграммы.

$$V_{вкз} = (A_{с1}(A_{с3}, A_{см}) - t_{max}) / 1,5 T_{max}$$

t_{max} - температура, при которой максимальна скорость распада.

T_{max} - время, соответствующее максимальной скорости распада.

1,5 – коэффициент, показывающий, что устойчивость переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении выше, чем при изотермическом распаде.

Металлографический метод

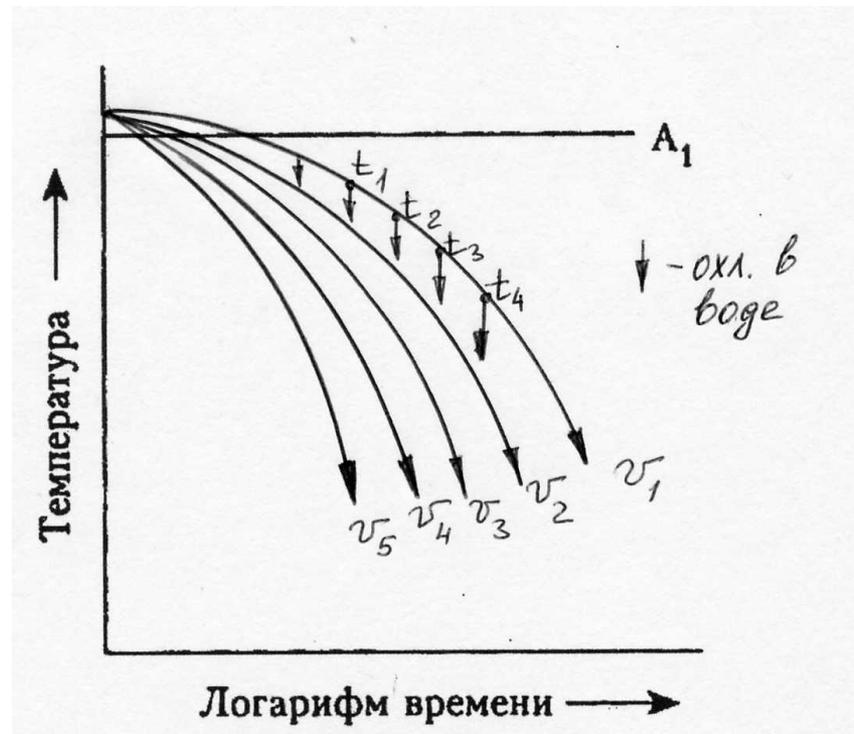
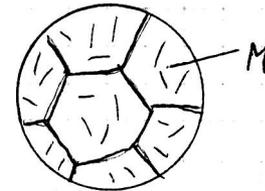


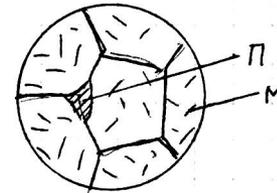
Схема построения термокинетической диаграммы распада переохлажденного аустенита структурным методом

Структура, формирующаяся при быстром охлаждении

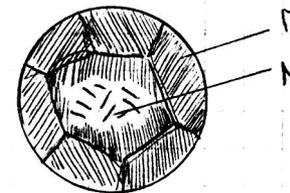
от температуры t_1 Термическая траектория V_1



от температуры t_2 Термическая траектория V_1



от температуры t_3 Термическая траектория V_1



от температуры t_4 Термическая траектория V_1

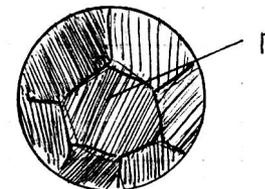


Схема термокинетической диаграммы распада переохлажденного аустенита

