

ОЦЕНКА РАСТВОРИМОСТИ КАРБИДОВ V, Nb, Ti ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ НАГРЕВЕ СТАЛИ

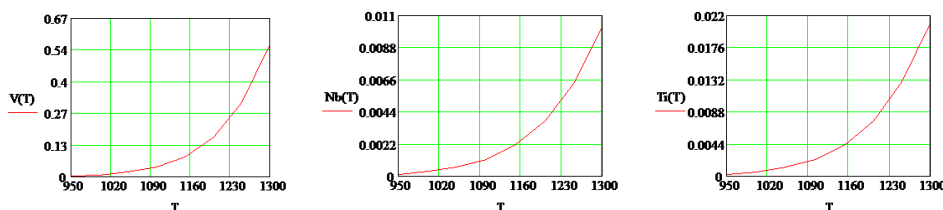
Шаров В.Е., Рябикина М.А.

Приазовский государственный технический университет
287642, г. Мариуполь, ул. Университетская, д. 7

Мелкое зерно аустенита обуславливает дисперсность ферритной структуры, высокую прочность и вязкость стали. Для успешного прогнозирования размера зерна аустенита при нагреве стали под прокатку важно определить степень растворимости в аустените карбидов и нитридов легирующих элементов V, Nb, Ti. Ее выражают уравнениями:

$$\lg(Me \cdot X) = A - \frac{B}{T},$$

где Me – массовая доля V, Nb или Ti в твердом растворе; X – массовая доля углерода или азота; T – абсолютная температура (К); A и B – константы для конкретного соединения. Использование уравнений позволяет точно «настроить» режим нагрева, чтобы избежать чрезмерного роста зерна аустенита. Когда карбиды остаются нерастворенными, они работают как «замки», сдерживая границы зерен (эффект Зенера). Как видно из рисунка, карбиды ванадия обладают минимальной стабильностью, ниобия – средней и титана – максимальной.



Расчетные кривые растворимости V, Nb, Ti в MathCad

Интенсивное растворение карбидов наблюдается в середине крутого подъема кривой растворимости, для V это **850–1050 °С**. Nb эффективно сдерживает рост зерна до **1050–1150 °С**, идеален для контролируемой прокатки. Ti практически нерастворим в аустените при нагреве под прокатку.

Использование полученных зависимостей позволяет научно обосновать температурный режим нагрева стали под прокатку, при котором достигается оптимальный баланс между переходом микролегирующих элементов в твердый раствор и сохранением нерастворенных карбидных частиц для эффективного сдерживания роста зерна аустенита. Поскольку ванадий обладает высокой растворимостью, графический анализ в Mathcad помогает точно определить критическую точку полного растворения фаз, за пределами которой исчезает барьер для собирательной рекристаллизации, что критически важно для обеспечения мелкозернистой структуры, высокой прочности и вязкости готового металлопроката.