

УДК 669-153.76

## **К вопросу о сфероидизации карбидов в стали**

Студентка группы МТ-08м Лобкова Ю.В.  
Научные руководители – Алимов В.И., Георгиаду М.В.  
Донецкий национальный технический университет  
г.Донецк

Целью настоящей работы являлось аналитическое исследование возможности сфероидизации избыточных карбидов в матрице твердого раствора. Достигнуть этого можно двумя основными путями - выделением сферических частиц из пересыщенного твердого раствора и трансформацией различных видов пластинчатых структур в сферу.

Анализ возможности получения сфероидизированных карбидов можно провести, исходя из математической зависимости Томсона-Фрейндлиха [1]. Изначально эта зависимость применялась в коллоидной химии при характеристике коллоидных высокодисперсных систем для определения адсорбции на твердых искривленных поверхностях [2]:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{C_r}{C_\infty} = \exp\left(\frac{2\sigma v}{rkT}\right), \quad (1)$$

где  $r$  — радиус средней кривизны поверхности раздела фаз,  $\sigma$  — межфазное поверхностное натяжение,  $v$  — молярный объём жидкости или твёрдого тела,  $P$  - давление пара,  $C_r$ ,  $C_\infty$  - концентрация раствора около плоской и радиальной поверхностей,  $k$  — газовая постоянная.

Для шарообразных частиц  $r$  по абсолютной величине равен их радиусу [3].

Т. к. значения  $P$  и  $C_r$ ,  $C_\infty$  различны для частиц разных размеров или для участков поверхностей, имеющих впадины и выступы, зависимостью (1) определяет направление переноса вещества (от больших значений  $P$  и  $C_r$ ,  $C_\infty$  — к меньшим) в процессе перехода системы к состоянию термодинамического равновесия. Вследствие этого крупные капельки или частицы растут за счет испарения (растворения) более мелких, а неровные поверхности сглаживаются за счёт растворения выступов и заполнения впадин.

В применении к процессам сфероидизации зависимость (1) преобразована и имеет несколько другой вид:

$$r = \frac{2\gamma V}{kT \ln \frac{C_r}{C_\infty}}, \quad (2)$$

где  $C_r$  — концентрация раствора около межфазной границы с радиусом  $r$ ;  $C_\infty$  - концентрация раствора около плоской границы;  $\gamma$  - поверхностная энергия на границе раздела фаз (энергия Гиббса);  $V$  – атомный объём;  $k$  – газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура [4].

Опираясь на эти зависимости, можно провести анализ возможности образования сферических карбидов при распаде пересыщенного твердого раствора (мартенсита, верхнего и нижнего бейнита), происходящего при нагреве, а также путем трансформации пластины цементита (карбида) в перлите в сферу.

Для упрощения рассмотрения вариантов получения сферических частиц разработали блок-схему, которая может быть использована как для прогнозирования фазово-структурных превращений в сплавах, так и для коррекции действующих технологических процессов термообработки.