

*Канд. техн. наук, доцент Ершов В.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

КРИСТАЛЛОГЕОМЕТРИЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЦЕМЕНТИТА В АУСТЕНИТ

Запропоновано механізм перебудови кристалічних ґрат цементиту в ґрати аустеніту. Показано, що вихід атомів вуглецю із цементитної фази приводить до стимуляції процесу утворення аустеніту.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Известно, что большинство методов термического упрочнения и разупрочнения предполагает нагрев сталей и сплавов до аустенитного состояния. Однако механизм превращения перлитной структуры сталей в аустенит изучен слабо, а , именно, он определяет получение мелкого начального зерна металлического материала и , следовательно, влияет на комплекс его механических свойств.

Анализ исследований и публикаций.

В работе [1] авторы наблюдали образование кристаллов аустенита в пластинах первичного цементита белого чугуна. Было замечено, что аустенитные кристаллы возникают внутри цементитных пластин и ориентируются параллельно боковым граням цементитного кристалла.

Пластинчатая форма высокотемпературной фазы заставляет предположить возможность образования аустенита из цементита посредством сдвиговых процессов в кристаллической решетке. Стимулом для сдвигов может быть отток атомов углерода в ферритную фазу при нагреве.

В последующих работах автора [2,3] было исследовано явление аустенитизации цементита при отводе атомов углерода во внешнюю среду, представленную разнообразными металлами (Fe. Ti. Ni).

Постановка задачи.

Целью настоящей работы является поиск возможного механизма перестройки кристаллической решетки цементитной фазы (сложная ромбическая решетка) в аустенитную (гранцентрированная кубическая решетка), при этом нужно учесть ориентационную связь сопрягающихся объемов.

Изложение материала и его результаты.

Еще в ранних исследованиях Мейла, Баррета и Смита, а затем и Слизвика [4], было указано на схожесть в расположении атомов железа плоскости (113) аустенита и плоскости (001) цементита. Слизвик предложил схему атомной структуры цементита в виде чередующихся гексагональных сеток А, В, С, слегка сдвинутых одна относительно другой (рис.1)

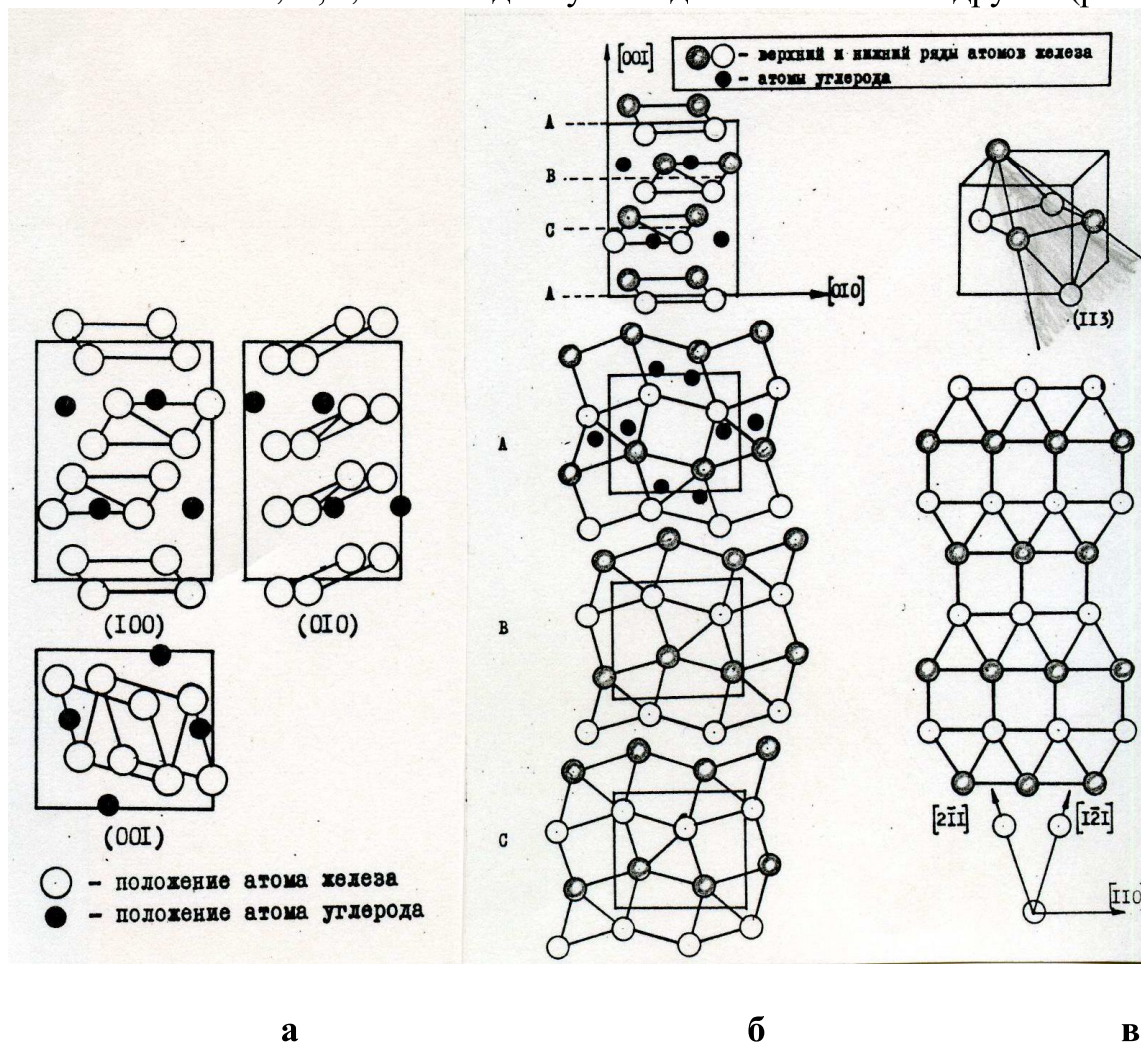


Рисунок 1 – Три проекции кристаллической решетки цементита (а), сетки атомов его слоевого строения (б) и строение атомной плоскости (113) аустенита (в).

Из рис.1 видно, что правильные гексагональные сетки аустенита встречаются и в цементите, при этом их позиции повторяются в цементите через один ряд в направлении $[010]$. Если представить когерентную связь решеток аустенита и цементита при превращении, то сама перестройка может быть представлена как сдвиг атомов железа во всех сетках А, В, С цементита в направлении $[100]$.

Схема перестройки атомной структуры цемента в аустенит представлена на рис. 2.

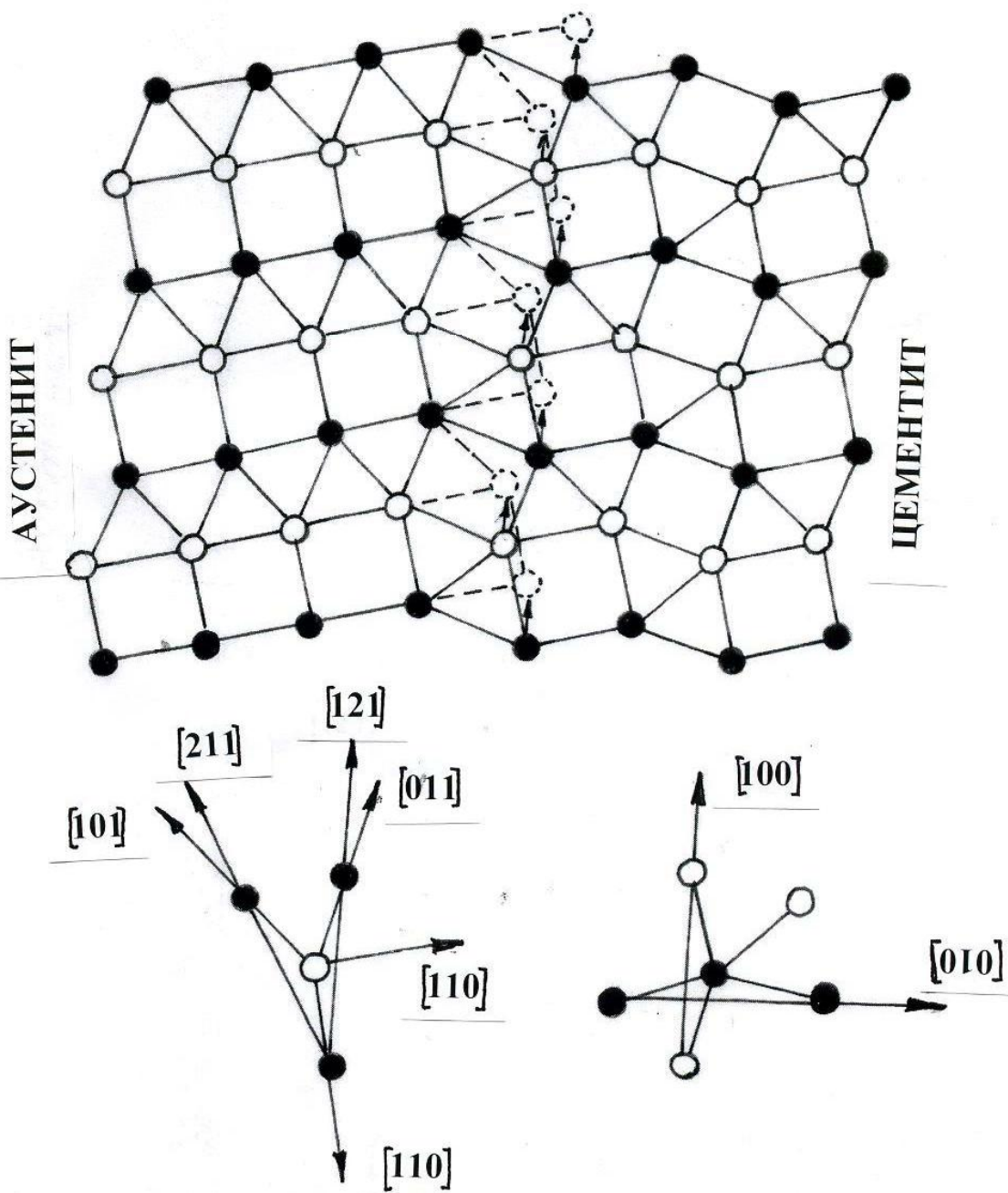


Рисунок 2 – Схема перестройки атомной структуры плоскости (010) цемента в структуру атомной плоскости (113) аустенита с указанием ориентировок в сопрягающихся фазах.

Учитывая смещение в цементитной решетке атомных слоев А,В и С друг относительно друга, перестроечный сдвиг не может быть однородным. В этом случае движение атомов на межфазовой границе можно представить сложным неоднородным смещением, которое инициируется выходом атомов углерода из кристаллической решетки цементита.

Действительно, атом углерода в решетке цементита сильно изменяет расстояние между атомами железа [4] и, соответственно, между атомными слоями. Так, по данным работы [5], между слоями А и В, А и С это расстояние равно 0.23 нм, а между В и С – всего 0.213 нм. Следовательно, выход атома углерода из решетки цементита должен вызвать движение атомов железа в позиции, отвечающие наиболее близкой по структуре упаковке атомов – ГЦК.

При высоких температурах, достаточно близких к точке Ас1, ферритная фаза увеличивает растворимость углерода и насыщается им за счет цементитной фазы, что стимулирует образование аустенита в мономерном слое цементита.

Переориентация в расположении атомов при переходе от цементита к аустениту дает возможность формально вычислить параметр решетки образующегося аустенита. Для кристаллографического направления [121] в аустените $a = 2 a_{\gamma} / \sqrt{6} = 0.369 \text{ нм}$; для направления [110] - $a = b_{\gamma} / \sqrt{2} = 0.360 \text{ нм}$; для направления [123] - $a = 2 c_{\gamma} / \sqrt{14} = 0.360 \text{ нм}$. Эти значения периодов решетки γ – твердого раствора близки к реальным [3].

Полученные значения параметров сдвига при перестройке решетки цементита в аустенит делают возможным запись матрицы соответствия в виде:

$$\begin{vmatrix} H \\ K \\ L \end{vmatrix}_A = \begin{vmatrix} 111 \\ 212 \\ 103 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} h \\ k \\ l \end{vmatrix}_C$$

где НКL – индексы направлений в аустените, а hkl – в цементите.

Полученная матрица соответствия близка к реальным значениям ориентационных соотношений, полученных в работе Кутелия [6].

Выводы и направления дальнейших исследований.

Полученные результаты позволяют утверждать, что в цементитной фазе, при растворении ее мономерных слоев, может осуществляться процесс образования аустенита .

Дальнейшие исследования должны раскрыть пространственный механизм сдвига в сопрягающихся решетках цементита и аустенита.

Предложен механизм перестройки кристаллической решетки цементита в решетку аустенита. Показано, что выход атомов углерода из цементитной фазы приводит к стимуляции процесса образования аустенита.

It is the method of reformation of lattice of cementite into austenite lattice. Output of carbon atoms from cementite phase results in stimulation of the process of austenite formation is shown

Библиографический список.

1. Бунин К.П., Ершов В.М. О превращении цементита в аустенит // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 1976, - №5, - С. 50 – 52.

2. Ершов В.М. Высокотемпературное рентгеновское исследование превращения цементита в аустенит. // *Физика металлов и металловедение.* – 1983, том 55, вып. 3. – С. 605-607.

3. Ершов В.М. Высокотемпературное рентгеновское исследование процесса аустенитизации железо-углеродистых сплавов. // *Физика металлов и металловедение.* – 1982, том 54, вып. 6. С. 1147-1152.

4. Sleeswyk A.W. The Crystallography of the Austenite – cementite Transition. // *Philosop. Mag.* – vol. 13, 1966, №126. S. 1223 – 1238

5. Григорович В.К. – Электронное строение и термодинамика сплавов железа. – М.: Наука. 1970. С. 202.

6. Кутелия Э.Р. О кристаллографических соотношениях решеток аустенита и цементита. // *Физика металлов и металловедение.* – 1969, том 28, вып. 28. С. 883.