

УДК 621.785.53:669.018.584

РАЗМЕЩЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ АТОМОВ B_{12} В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ γ -FE И ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПРОКАЛИВАЕМОСТЬ СТАЛЕЙ

Арестов Виталий

*Магистр 2 года**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: В. С. Крапошин,**доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Положительное влияние малых добавок бора на структуру и свойства сталей давно и хорошо известно [2]. Влияние бора на прокаливаемость достигается при очень малой величине добавки, близкой к 10^{-6} атомных долей. При столь малых добавках бора достигается эффект, равноценный добавке 1 % Mn [4]. Уже давно исследования сталей, легированных бором, позволили сделать обобщения: бор не влияет на протекание перлитного превращения, если оно уже началось, и не сдвигает окончание превращения в низколегированных сталях. В легированных сталях бор замедляет образование доэвтектидного феррита вследствие снижения скорости формирования зародышей, поэтому сильно тормозится превращение в перлитной области [2].

Общепринято, что бор способствует преимущественно сдвиговому превращению аустенита, замедляет превращение основных фаз — феррита, гранулярного бейнита, сдвигает область на диаграмме распада переохлажденного аустенита вправо, тем самым облегчая образование мартенсита. Вследствие этого, в частности, для получения бейнитной структуры в экономно-легированной стали класса прочности X120 ее дополнительно микролегируют бором [3], что способствует снижению критических точек (температур начала ферритного и бейнитного превращения) на 50 °С. По результатам исследований особенностей распределения бора в стали X120 установлено, что этот элемент находится в свободном состоянии (в твердом растворе по границам зерен), в виде сегрегации на межфазных границах по периферии бейнитных колоний, не связан в нитриды и оксиды бора, что делает эффективным его введение в стали данной категории в количестве 0,0015 – 0,002 % [5].

В качестве модели растворения бора в решетке аустенита предлагается геометрическая структура, полученная пересечением четырех икосаэдров и последующим замещением общего тетраэдра на икосаэдр B_{12} [1].

Геометрические и химические особенности кластера на рис. 1 позволяют считать их общей причиной наблюдаемого влияния малых добавок бора на размер зерна, прокаливаемость и другие технологические характеристики стали. Кластер B_{12} стабилен, поэтому он будет тормозить миграцию зерен и распад аустенита на ферритно-перлитную смесь, поскольку оба процесса предполагают распад икосаэдрического кластера B_{12} и изменение конструкции его оболочки. В пользу стабильности всего кластера на рис.1 свидетельствуют два обстоятельства.

1. Распространенность кластера в соединениях с разной природой химической связи ($Al_{13}Cr_4Si_4$, Ti_2Ni , Th_6Mn_{23}).
2. Конструкция кластера точно совпадает с трехмерной проекцией фрагмента четырехмерного Платонова тела, собранного из пяти правильных тетраэдров по граням вокруг общего ребра [6].

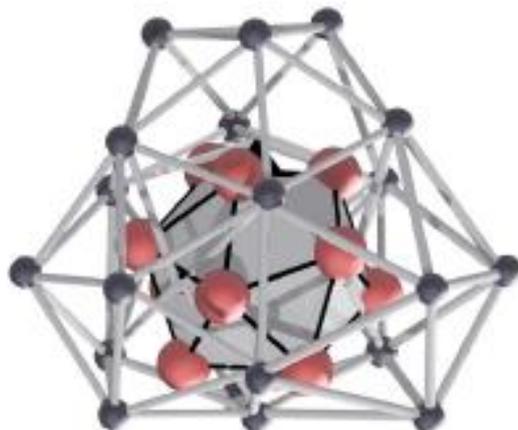


Рис. 1. Размещение икосаэдрического кластера B_{12} на месте пересечения четырех икосаэдров [1].

Литература

1. Крапошин В.С., Талис А.Л., Каменская Н.И., Арестов В., Зайцев А.И. Размещение коллективных атомов B_{12} в кристаллической структуре γ -Fe и влияние бора на прокаливаемость стали // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2018г. №2.С. 5-13.
2. Гудремон Э. Специальные стали: Т. 2. М.: Металлургия, 1966. 1274 с.
3. Ueno M., Inoue T. Distribution of boron at austenitic grain boundaries and bainitic transformation in low carbon steels // *Transaction ISIJ*. 1973. V. 13. P. 210 – 217.
4. Asahi H. // *ISIJ International*. 2002. V. 42. P. 1150 – 1155.
5. Симбухов И. А. Разработка химического состава, технологии термомеханической обработки высокопрочной стали категории прочности X120 (K90) для труб магистральных газопроводов высокого давления / *Дисс. ... канд. техн. наук*. ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина, М., 2014.
6. Coxeter H. S. M. *Regular polytopes*. New York: Dover, 1983. 321 p.