

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Симич-Лафицкого Ненада Драгановича

«Симметрично допустимые структурные модели образования

карбидных фаз в сталях и сплавах»,

представленную на соискание

ученой степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Механизмы фазовых превращений в кристаллических веществах, в частности сталях и сплавах, вызывают значительный интерес на протяжении длительного времени и были исследованы в огромном числе работ. Но до сих пор нет достаточно универсального описания механизмов превращения кристаллических структур, которое было бы полностью обосновано теоретически и всесторонне подтверждено экспериментально. Диссертационная работа Н.Д. Симич-Лафицкого посвящена изучению и моделированию механизмов фазовых превращений в сталях и сплавах с участием карбидных фаз. Это несомненно актуальная научная проблема, имеющая большое теоретическое и практическое значение, и, что особенно следует отметить, автор разрабатывает её, используя новейшие научные подходы. Неудивительно поэтому высокая степень обоснованности полученных автором научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, а также их достоверность и новизна. Непосредственной целью работы является разработка трехмерных структурных моделей образования и превращений карбидных фаз в сталях и сплавах сульфидов, оксидов и карбидов в единое комплексное включение.

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения.

Во введении подробно обосновывается актуальность работы, отмечаются проблемы, стоящие перед диссертантом, определены цели и задачи работы, личный вклад автора, а также перечислены положения, выносимые на защиту. Первая глава содержит подробный научный обзор существующих структурных моделей фазовых превращений, которые разрабатывались на протяжении многих десятилетий. Она демонстрирует широкую эрудицию автора и знание самых современных работ и методов исследования.

Во второй главе диссертации представлены методики исследования. Новизна диссертации заключается в использовании локальной теоремы кристаллографии (теорема Делоне), согласно которой трехмерный кристалл рассматривается как результат взаимодействия конечных энергетически выгодных строительных единиц, например координационных полиэдров. Данная теорема является теоретической основой диссертации.

Третья глава посвящена моделированию атомистической структуры границ двойников и дефектов упаковки ГЦК структуры, механизмов полиморфного превращения ГЦК \leftrightarrow ГПУ, образования дефектов упаковки и двойников. Представлены результаты моделирования границы двойников и дефектов упаковки. Показано, что такая структура границы дефекта упаковки хорошо объясняет неоднородность содержания углерода по объему частицы карбида. Впервые описан механизм взаимного превращения ГЦК \leftrightarrow ГПУ, который одновременно является и механизмом образования двойников и дефектов упаковки.

Четвертая глава посвящена рассмотрению проблемы взаимного превращения аустенит \leftrightarrow цементит и изучению связи ориентационных соотношений аустенит/цементит со структурой рассматриваемых фаз. Разработана модель механизма взаимного перехода аустенит \leftrightarrow цементит, который оказался и механизмом образования зародыша. Модель хорошо

согласуется с экспериментальными данными по ориентационным соотношениям аустенит-цементит и впервые объясняет происхождение этих соотношений. Показано, что ромбоэдр (структурообразующий кластер аустенита), являющийся частью структуры цементита, ориентирован по отношению к единому кристаллу цементита, как и аустенит по отношению к цементиту.

Пятая глава посвящена изучению и моделированию механизма образования карбидов тугоплавких металлов типа МС (где $M=V, Nb, Ti$), выделяющихся на фронте превращения аустенит \rightarrow феррит при горячей прокатке микролегированной низкоуглеродистой листовой стали. Показано, что во всех наблюдающихся случаях выделения частиц механизм их образования включает стадию формирования 9-вершинников Бернала, являющихся структурным элементом цементита.

В шестой главе представлена модель строения промежуточного слоя в комплексных неметаллических включениях, образующихся при горячей прокатке листов низкоуглеродистой микролегированной стали. Сформулированы закономерности симметрично-допустимого образования сростков неметаллических фаз в сталях, также сформулирован структурно-геометрический критерий запрета на образование сростка неметаллических фаз.

По диссертации Н.Д. Симич-Лафицкого у меня возникли следующие критические замечания.

1. На стр. 62 вместо “антикубооктаэдр ГП-структуры” было бы лучше употребить термин “гексагональный кубооктаэдр”.
2. На стр. 63 утверждается: “Эти трансформации единым образом описываются алгебраическими линейными группами перестановок (группы Галуа). Впервые группы Галуа для описания структуры молекулы фуллерена были применены Konstant [136]”. Упомянуть группы Галуа не следовало бы, т.к.

- они здесь не используются. Поэтому более точно: “Эти трансформации единым образом описываются алгебраическими линейными группами. Впервые такие группы для описания структуры молекулы фуллерена были применены Konstant [136]”.
3. На стр. 101 написано: “Согласно [89], все полиморфные превращения в металлах определяются перестановками вершин 11-атомного триангулированного кластера, а сами перестановки определяются линейными проективными группами $PSL(2,7)$ и $PSL(2,11)$ ”. На самом деле не все полиморфные превращения в металлах, а лишь полиморфные превращения в плотноупакованных металлах, аппроксимируемых линейными объединениями 7-вершинных объединений 4-х правильных тетраэдров. В этом месте стоило бы добавить, что некристаллографические, неточечные группы $PSL(2,7)$ и $PSL(2,11)$ – это проективные специальные линейные группы, при этом группа $PSL(2,7)$ определяет симметрию особого 7-вершинного объединения 4-х правильных тетраэдров, а группа $PSL(2,11)$ определяет объединение по грани двух таких кластеров в 11-вершинный кластер.
 4. На стр. 102 сказано: ”7-вершинный комплекс октаэдр+тетраэдр”. Мне кажется, что более точно было бы использовать термин одношапочный октаэдр.

Указанные замечания носят скорее технический характер и не снижают высокую ценность диссертации. Результаты диссертации Н.Д. Симич-Лафицкого опубликованы в высокорейтинговых журналах и апробированы на научных конференциях. Сам Н.Д. Симич-Лафицкий стал уже вполне сложившимся учёным, способным вести самостоятельную научную работу. Диссертация написана ясно и на высочайшем современном уровне, имеет очевидное теоретическое и практическое значение, удовлетворяет всем

требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Н.Д. Симич-Лафицкий, несомненно, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Главный научный сотрудник отдела теоретических исследований
Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН
доктор физико-математических наук по
специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Дмитриенко Владимир Евгеньевич

Дата: 27 января 2020 г.

Автор отзыва согласен на обработку персональных данных.

Адрес места работы:

119333, г. Москва, Ленинский проспект, д. 59, Института кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, тел. +7 (499) 135-63-11, адрес электронной почты office@crys.ras.ru.

Подпись сотрудника Института кристаллографии им. А.В. Шубникова Федерального научно-исследовательского центра "Кристаллография и фотоника" Российской академии наук В.Е. Дмитриенко удостоверяю.

Учёный секретарь ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН к.ф.м.н.

Л.А. Дадинова