

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Пасынкова Александра Юрьевича «Моделирование эволюции структуры и фазового состава низколегированных сталей с карбонитридным упрочнением при аустенитизации и горячей деформации», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности физика конденсированного состояния - 01.04.07.

Диссертационная работа А.Ю. Пасынкова посвящена теме описания эволюции гетерофазной структуры сложнолегированных сплавов, в частности микролегированных сталей с карбидными и нитридными включениями. Проблема, которой посвящена работа имеет как фундаментальное, так и практическое значение. Диссертационная работа направлена на развитие методов компьютерного моделирования эволюции полидисперсных ансамблей карбонитридных частиц в многокомпонентной многофазной системе, при учете зарождения и роста выделений вторых фаз, в условиях аустенитизации и горячей деформации, что безусловно делает ее *актуальной*.

Сложной задачей является проведенное диссертантом построение термодинамического описания такой многокомпонентной системы как Fe-V-Nb-Ti-C-N-Al-Cr-Mn-Ni-Si, и последующее построение кинетического описания эволюции набора полидисперсных ансамблей выделений в указанной системе на всех стадиях процесса: от зарождения и роста до растворения и коагуляции; предсказание размеров зерен, содержащих дисперсные частицы; расчет изменения структуры аустенита и состояния карбонитридных выделений при горячей деформации и рекристаллизации с учетом взаимного влияния карбонитридных выделений. Поэтому *очевидно обоснованным* при решении этих задач является выбор автором CALPHAD-метода в качестве базового, поскольку он позволяет использовать, полученные независимым путем, термодинамические параметры для компонент сплава.

Как следует из автореферата представленная работа содержит *ряд новых результатов*, в частности:

1. Установлено, что наибольшее влияние на растворимость карбонитридов из рассмотренного набора легирующих элементов (Al, Cr, Mn, Ni и Si) оказывают Si и Al. Влиянием Cr, Mn и Ni на растворимость карбонитридов можно пренебречь.
2. Изучение совместной кинетики нескольких ансамблей выделений сложного состава в многокомпонентной системе на всех стадиях процесса

показало, что ход эволюции одного ансамбля частиц оказывает заметное влияние на ход эволюции другого ансамбля.

3. Новым является метод, позволяющий прогнозировать размер зерна аустенита в микролегированных сталях для случая, когда частицы вторых фаз являются единственным лимитирующим фактором роста зерна.

Научная ценность работы состоит, в частности, в обобщении существующих подходов на случаи многокомпонентных сплавов и разработке компьютерной программы DeformEvoPCE (зарегистрировано в Едином реестре российских программ для ЭВМ).

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного автором программного комплекса предприятиями металлургической промышленности.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что данная работа выполнялась в русле зарекомендовавших себя общепризнанных подходов и общим согласием результатов моделирования с экспериментальными данными.

Апробацию работы А.Ю.Пасынкова следует признать **вполне достаточной**: результаты были представлены и обсуждены на 9 Всероссийских и Международных конференциях, опубликованы в 8 статьях, рекомендованных ВАК России, автором получено 4 свидетельства о гос. регистрации компьютерных программ.

При прочтении автореферата возникли следующие замечания:

1. Построенные автором компьютерные модели опираются на использование нелинейных дифференциальных уравнений. В условиях многопараметрического характера моделей критическое значение может иметь устойчивость решений относительно вариации значений параметров. Из автореферата неясно проводился ли анализ устойчивости.
2. На стр.14 приведено предложение с некорректным согласованием: «При 1050°С их вклад становится уже не такой значительный,...»

Отмеченные замечания не снижают общей высокой оценки работы, которую можно характеризовать как законченное исследование, выполненное на современном уровне.

Диссертационной работе А.Ю. Пасынкова следует дать высокую оценку и признать, что она **соответствует специальности 01.04.07 – физика**

конденсированного состояния и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

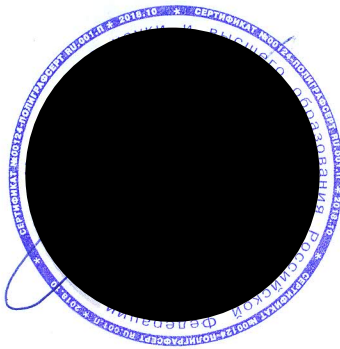
профессор кафедры Гидравлики
Института Строительства и Архитектуры
Уральского Федерального Университета
им. Б.Н. Ельцина (620002 Екатеринбург, ул. Мира, 19),
доктор физ.-мат. наук, профессор

 В.Л.Гапонцев

01 апреля 2019 г.



Подпись
заверяю



Начальник
Общего отдела УДИОВ
А. М. Косачёва

с отзывом ознакомлен.

Песыков А.Ю.

03.04.2018

