

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Гамова Павла Александровича «Математическое описание роста кристаллов при нанокристаллизации аморфных сплавов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.06.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» и 02.00.04 – «Физическая химия»

1. Актуальность избранной темы.

Актуальность работы связана с повышением в настоящее время требований к качеству применяемых в электротехнике материалов и, в связи с этим, с использованием нанокристаллических материалов, обладающих высокими магнитоэлектрическими свойствами. В связи с этим существует потребность в прогнозировании формирования при термообработке аморфного сплава структуры нанокристаллических материалов, определяющей комплекс его магнитных свойств.

Экспериментальное изучение и подбор параметров процесса связаны с большими материальными и временными затратами, с постановкой большого числа экспериментов. Кроме того, экспериментальное изучение процесса роста кристаллов в аморфных сплавах в реальном времени затруднено малыми размерами кристаллов, высокой температурой и скоростью процесса. Возможность предварительного расчета параметров роста нанокристаллов в тех или иных условиях может существенно сократить объем экспериментов, упростить подбор оптимальных состава конкретного сплава и режима его термообработки. Существующие методы теоретического описания процесса роста кристаллов при кристаллизации аморфных сплавов имеют ряд существенных упрощений, значительно искажающих реальную картину процесса. Необходимо более детальное изучение процесса роста кристаллов, одновременно учитывающее тепловые и диффузионные процессы в аморфном сплаве и растущем кристалле, тепловые и химические процессы на границе кристалл–аморфная фаза и др. Именно решению этих задач уделено наибольшее внимание в рассматриваемой работе.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснование положений, выводов и рекомендаций базируется на полученных в диссертации математической модели, соответствии расчетных и экспериментальных результатов, касающихся роста кристаллической структуры в аморфной матрице.

3. Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная новизна диссертации П.А. Гамова заключается в получении ряда новых расчётных и экспериментальных данных, позволяющих прогнозировать влияния различных физико-химических параметров на скорость роста кристаллов. В работе прослежено изменение состава аморфной и кристаллических фаз в процессе роста кристаллов, выделены стадии и даны объяснения механизма роста.

Наибольший интерес, на мой взгляд, представляет разработанная автором математическая модель, основанная на общих положениях равновесной и неравновесной термодинамики, позволяющая описывать рост кристалла в различных условиях, в частности, при изменении содержания компонентов обеих фаз, при различных режимах термообработки (варьируя температуру и скорость нагрева системы).

Достоверность результатов и выводов диссертации базируется на согласующихся собственных расчетных и экспериментальных результатах, данных других исследователей, а также на использовании современных методов исследования и оборудования (растровая микроскопия, микрорентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализы и т. д.).

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Созданные математическая модель и компьютерная программа позволяют избегая значительного объема натуральных экспериментов проводить новые работы по изучению кристаллизации различных аморфных сплавов.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенности.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, 6 приложений и содержит 185 страниц машинописного текста, 21 рисунка, 8 таблиц.

В первой главе дается оценка состояния вопроса кристаллизации в аморфных сплавах при термообработке, делается вывод о больших упрощениях в теоретических исследованиях этого процесса, искажающих истинную картину, и ставится задача получения математического описания роста кристаллов при нанокристаллизации аморфных материалов на примере сплава 5БДСР.

Во второй главе проведено экспериментальное исследование роста кристаллов в сплаве 5БДСР, позволившее получить количественные и качественные данные, характеризующие нанокристаллизацию аморфного материала, и сформулировать принципы, заложенные в основу модели роста кристаллитов.

Третья глава посвящена теоретическому изучению роста частиц новой фазы в аморфном сплаве.

В четвертой главе на основе полученных уравнений построена математическая модель роста наночастиц новой фазы и создана соответствующая компьютерная программа. Выполненные расчеты показали качественное соответствие результатов теоретическим представлениям. Разработанная модель и созданная программа позволяют прогнозировать получение нанокристаллической структуры в сплавах различного состава. Показано, что, изменяя содержание ниобия и варьируя режимом термообработки можно управлять структурообразованием в сплаве 5БД

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

К достоинствам диссертационной работы, безусловно, следует отнести:

- Разработанную математическую модель роста нанокристаллитов в аморфном сплаве, позволяющую прогнозировать структурообразование и управлять этим процессом;

- Использование современного исследовательского оборудования и методик, позволивших получить новые научные знания. Вместе с тем, при отсутствии принципиальных возражений по использованным методам анализа, сделанным выводам и обобщениям, следует отметить имеющие место недостатки работы:

1. Получение нанокристаллической структуры осуществляется главным образом для формирования определенного комплекса магнитных свойств. В работе подробно рассмотрен процесс роста нанокристалла с возможностью прогнозирования его конечного размера. В то же время никакого анализа влияния этого процесса на магнитные свойства сплава не приведено.

2. Известно, что в процессе роста кристалла скорость продвижения его границ по различным граням отличается. В модели не учитывается подвижность границ, предопределяющая изменение скорости роста, а принимается, что рост кристалла во всех направлениях происходит с одинаковой скоростью.

3. В модели коэффициент диффузии компонентов не зависит от химического состава, однако в подобных многокомпонентных системах влияние различных элементов может оказать на него решающее значение.

4. В работе не освещены особенности развития кристаллизации в условиях нарастающего торможения миграции границ за счет отеснения поверхностно активных элементов (кальций, магний и др.), изменяющих поверхностную энергию границ и, как следствие, уменьшающих потери на перемагничивание.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученой степени.

В целом диссертация Гамова Павла Александровича на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи прогнозирования роста кристаллов при нанокристаллизации аморфных сплавов. Она содержит ряд новых расчётных и экспериментальных данных, позволивших обосновать и использовать технологические приёмы и процессы, а в итоге решить поставленную задачу.

Отмеченные выше недостатки не ставят под сомнение результаты работы.

Содержание работы достаточно полно раскрыто в печатных работах, в том числе в изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией РФ. Автореферат в полной мере соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Гамова П.А. содержит новые теоретические результаты, ряд научных обобщений и выводов, которые позволили решить важную

проблему – создать общую математическую модель роста кристаллов при кристаллизации аморфных сплавов. Она соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Гамов Павел Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.06.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» и 02.00.04 – «Физическая химия».

Официальный оппонент,
начальник научно-внедренческого центра
ЗАО «Ферросплав»
к.т.н.

 Пащенко С.В.

Подпись Пащенко С.В. заверяю.
Начальник отдела кадров



454048, г. ЧЕЛЯБИНСК, ул. СУЛИМОВА, д. 75
Тел.: +7 (351) 261-88-78
E-mail: paschenko@ferrosplav-chel.ru