

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Ершова Николая Владимировича**
«ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ МАГНИТОМЯГКИХ
ЖЕЛЕЗОКРЕМНИСТЫХ СПЛАВОВ», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика
конденсированного состояния

Приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации определяют важность получения новых материалов, значимость создания технологий синтеза, базирующихся на результатах и достижениях фундаментальной науки. Система железо-кремний, сплавы и стали на ее основе имеют довольно глубокую историю теоретического и экспериментального изучения, обширный фактический материал о зависимости магнитных параметров (коэрцитивной силы, магнитной проницаемости, остаточной намагниченности) и зависимости анизотропии этих параметров от тепловой, термомеханической и термомагнитной (ТМехО и ТМО) обработки. Отсутствие экспериментально доказанных представлений о природе наведенной магнитной анизотропии (НМА) на микроскопическом уровне, на уровне локальной атомной структуры в сплавах железо-кремний явилось мотивацией исследований, выполненных в работе Н.В. Ершова. Понимание механизма НМА и владение определяющими НМА факторами, дает возможность эффективного целенаправленного управления магнитными характеристиками материалов на основе системы железо-кремний. Это, безусловно, определяет актуальность поставленных в работе целей и задач.

В работе на основе комплекса экспериментальных (прямых структурных, структурно-и локально-чувствительных методов) и теоретических исследований выполнен системный анализ формирования атомного упорядочения, локальных деформаций решетки, магнитных характеристик кристаллических сплавов железо-кремний (5 – 10 % Si) и нанокристаллических сплавов Fe-Si-Nb-Cu-B (0 – 13.5 % Si). С помощью прямого структурного метода – рентгеновской дифракции – были обнаружены анизотропные В2-типа кластеры, центрированные парой атомов кремния, расположенных на расстоянии вторых соседей в ОЦК решетке. Тем самым была подтверждена справедливость гипотезы направленного парного упорядочения примесных атомов кремния. Этот результат поддержан выводами, сделанными на основе независимых мессбауэровских исследований обсуждаемых сплавов. Экспериментальное изучение сопровождалось расчетами из первых принципов атомной структуры, ближнего порядка и локальных деформаций ОЦК решетки Fe-Si сплавов. Автором показано, что пары атомов кремния на расстояниях вторых соседей зарождаются в парамагнитном состоянии и наследуются при охлаждении благодаря образованию ими устойчивого комплекса с вакансией. При термомагнитной или термомеханической обработке происходит переориентация осей кластеров В2-типа, в результате чего возникает анизотропный ближний порядок, являющийся причиной проявления наведенной магнитной анизотропии. Изучение формирования таких ориентированных пар в зависимости от содержания кремния, магнитного состояния сплава, условий обработки позволило автору работы сформулировать представления о механизме формирования НМА в кристаллических сплавах железо-кремний.

Несомненным достоинством работы является выяснение возникновения наведенной анизотропии магнитных свойств при термомеханической и термомагнитной обработке в нанокристаллических сплавах Fe-Si-Nb-Cu-B, которые представляют собой более сложные,

гетерофазные материалы. Феноменологическая модель, предложенная автором работы, основана на анализе большого объема экспериментальной информации и дает убедительные объяснения зависимости наблюдаемых эффектов ТМО и ТМехО от концентрации кремния в сплаве, приложенной нагрузки, продолжительности отжига.

Понимание физических механизмов формирования магнитных свойств исследованных материалов является практически важным для разработки и совершенствования технологий получения магнитомягких материалов с оптимальным сочетанием их эксплуатационных свойств. Методологические подходы, развитые в работе, полезны для приложений к аналогичным задачам материаловедения, физики конденсированного состояния и физики магнитных явлений.

Следует отметить высокий уровень экспериментальной работы, согласованность полученных разными экспериментальными методами результатов между собой и непротиворечивость результатам других авторов, внутреннюю логику сделанных автором выводов. Все это в совокупности подтверждает их достоверность и справедливость.

Работа является завершенным исследованием, выполнена на высоком научном уровне. Объем полученных результатов, новизна, актуальность, практическая и научная значимость позволяют считать, что диссертация Ершова Н.В. «Закономерности формирования атомной структуры магнитомягких железокремнистых сплавов» отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации и установленным постановлением правительства российской федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

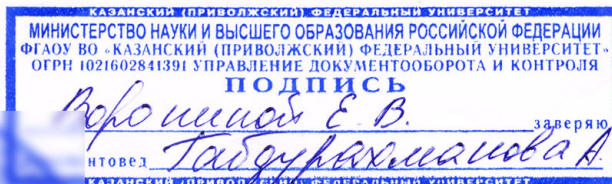
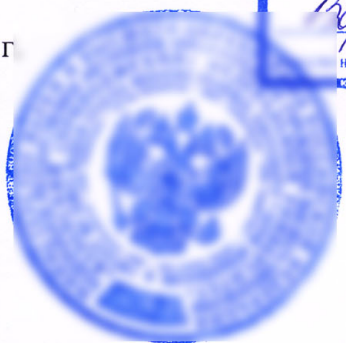
Воронина Елена Валентиновна
доктор физико-математических наук (специальность
01.04.11 – Физика магнитных явлений), доцент,

Казанский федеральный университет, Институт физики,
заведующий кафедрой физики твердого тела.

Адрес: 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18,
e-mail: Elena.Voronina@kpfu.ru, тел.: +7(843)233-74-68

Подпись заверяю

27 января 2020 г



*С отзывом одноклассника
/Н.В.Ершов/
30 января 2020 года*