

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Уржумцева Андрея Николаевича  
**«ВЫСОКОКОЭРЦИТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ  
ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ НАНО- И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ НА  
ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА  $Nd_2Fe_{14}B$  И  $Sm_2Co_{17}$ »**, представленной на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 - физика  
магнитных явлений

- Актуальность работы

Интерметаллическое соединение  $Nd_2Fe_{14}B$  и многокомпонентные сплавы типа  $Sm(Co, Fe, Zr, Cu)_z$  являются основой для производства современных постоянных магнитов. На протяжении многих лет эти вещества интенсивно исследуются с целью выяснения физики магнитного гистерезиса и практического использования полученных экспериментальных и теоретических результатов. В настоящее время принципиальные знания о высококоэрцитивном состоянии таких веществ хорошо сформулированы при анализе экспериментальных данных для модельных объектов. В то же время, детальные знания физики магнитного гистерезиса для промышленных материалов требуют специальных исследований и, принимая во внимание практическую важность рассматриваемых материалов, такие исследования, выполненные, в частности, в настоящей работе, несомненно, являются актуальными.

- Научная новизна

В диссертации исследованы образцы отечественных спеченных магнитотвердых сплавов производства предприятия ООО «ПОЗ-Прогресс» (г. Верхняя Пышма) на основе соединения  $Nd_2Fe_{14}B$  следующих марок: N35, N48 и N48SH, а также образцы на основе сплава  $Sm(Co_{0,796-x}Fe_{0,177}Cu_xZr_{0,027})_{6,63}$ , где  $x = 0,078$  (образец А) и  $x = 0,117$  (образец Б). Также исследованы образцы нанокристаллических сплавов Nd-Fe-B производства широко известной на мировом рынке фирмы Magneten Ltd марки MQA-38-14.

Показано, что для конкретных неодимовых магнитов процесс перемагничивания может происходить в основном в режиме либо задержки смещения доменных стенок или же по сценарию задержки зародышеобразования.

При изучении образцов на основе сплава  $Sm(Co_{0,796-x}Fe_{0,177}Cu_xZr_{0,027})_{6,63}$  показано, что их основное магнитное состояние существенно различно в зависимости от способа размагничивания. Используя известную феноменологическую модель Кондорского с дополнительным учетом магнитостатического взаимодействия, который выполнен именно в настоящей работе, показана возможность корректного количественного описания экспериментальных данных.

- Практическая значимость

Предложенная в работе оригинальная методика обработки экспериментальных данных может иметь практическую значимость для оценки механизмов перемагничивания промышленно выпускаемых редкоземельных магнитов.

- Качество изложения и оформления материала.

В целом качество изложения и оформления материала можно оценить положительно.

- Критические замечания.

В качестве замечаний следует указать на следующее:

1. В работе изучено только два состава магнитов  $\text{Sm}(\text{Co}_{0,796-x}\text{Fe}_{0,177}\text{Cu}_x\text{Zr}_{0,027})_{6,63}$  с  $x = 0,078$  и  $0,117$ . На основании исследования процессов переметалличивания только этих магнитов в п. 3 «Заключения» сделан необоснованно обобщающий вывод для широкого ряда составов пятикомпонентных сплавов  $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Zr})_z$  о том, что основным механизмом формирования высококоэрцитивного состояния в этих нанокристаллических сплавах является задержка формирования зародыша переметалличивания. Этот вывод противоречит результатам многочисленных публикаций в мировой литературе.
2. В п. 4 «Заключения» некорректно употребляется терминология, описывающая ячеистую нанокристаллическую структуру сплавов  $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Zr})_z$ . Вместо термина «ячейка» основной фазы  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  употребляется термин «зерно». Вместе с тем хорошо известно, что «ячейка» основной фазы  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$  имеет размер около 100 нм, а размер «зерна» в магнитах  $\text{Sm}(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Cu}, \text{Zr})_z$  составляет 50-70 мкм, в литых же сплавах может достигать 5-7 мм.

Выполненная работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, полностью удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в УрФУ». Высказанные замечания не влияют на общий высокий научный уровень представленных в диссертационной работе результатов. Считаю, что Уржумцев Андрей Николаевич имеет все основания для присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 - физика магнитных явлений.

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
ферромагнитных сплавов ИФМ УрО РАН  
кандидат физ.-мат. наук,

*АВ*

Александр Васильевич Королев

06 декабря 2022 г.

Почтовый адрес: 620108, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

Тел.: (343) 3783643

E-mail: korolyov@imp.uran.ru



Подпись Королева А.В.  
главную специализацию общего отдела  
Королев М.Н. Кудряшова  
« 06 » 12 20 22 г.