

ОТЗЫВ

научного руководителя на кандидатскую диссертацию Соболева Кирилла Владимировича «Магнитные и транспортные свойства МАХ-фазы $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ » («Magnetic and transport properties of $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ MAX-phase») по специальности 1.3.12 – Физика магнитных явлений.

Соболев Кирилл Владимирович поступил в аспирантуру Балтийского Федерального Университета имени Иммануила Канта в 2017 году, сразу после чего приступил к работе над своим диссертационным исследованием на базе Лаборатории Новых Магнитных Материалов. Соболев К.В. трудоустроен с 2017 года в Лаборатории Новых Магнитных Материалов, трансформированной в 2020 году в Научно-Образовательном Центре «Умные Материалы и Биомедицинские Приложения» БФУ им. И. Канта. За время работы в Лаборатории и НОЦ Соболев К.В. проявил себя как трудолюбивый, инициативный и заинтересованный в проведении комплексных исследований и получении качественных научных результатов сотрудник.

За время обучения в аспирантуре Соболевым К.В. были изучены и освоены такие методы синтеза, характеристики и исследования материалов, как: дуговая и индукционная плавка, магнетронное напыление, рентгеновская компьютерная томография, рентгеноструктурный анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрия, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионная спектроскопия, атомная/магнитная/пьезоэлектрическая силовая микроскопия; освоены физические принципы и отработана методика исследований с учетом специфики материала, работа над созданием и исследованием которого проводилась в рамках работы над диссертацией. Освоенные методы создания и исследования материалов Соболев К.В. использует не только для решения научных задач по направлению разработка, создание и исследование МАХ-фазы $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$, но также для проведения работ по другим проектам коллектива. Таким образом, Соболев К.В. в настоящий момент является сложившимся специалистом в области синтеза и характеристики функциональных материалов, а также исследования их свойств, в том числе, магнитных.

Приобретённые компетенции позволили Соболеву К.В. в ходе подготовки диссертации самостоятельно разработать, оптимизировать и испытать протокол получения объёмных образцов МАХ-фаз состава $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ в фазово-чистом виде и с достижением высоких степеней легирования (до 18.3 ат.%), чего ранее не было достигнуто специалистами из других научных групп. Для этого им была использована методика дуговой плавки с последующей очисткой материала в кислотных растворах; данные подходы были выбраны на основе глубокого понимания специфики исследуемых образцов. При помощи разработанного протокола

были получены и охарактеризованы несколько серий образцов МАХ-фаз состава $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$, также были комплексно исследованы магнитные свойства данного соединения, до и после химического травления примесных фаз. По результатам проведённого исследования был впервые определён тип магнитной структуры МАХ-фазы $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$, показано влияние примесных фаз на магнитный отклик образцов, прослежено изменение магнетизма в МАХ-фазе с ростом концентрации легирующей примеси (марганца). Соболев К.В. впервые доказал, что данное соединение является парамагнитным во всём исследованном диапазоне концентраций марганца.

Личный вклад автора в синтез экспериментальных образцов, исследование их структурных и магнитных свойств является определяющим, т.к. большая часть экспериментов и обработка результатов были проведены непосредственно им. Постановка цели и задач диссертационной работы, построение плана проведения экспериментальных исследований были выполнены по инициативе и непосредственном участии Соболева К.В. на основе проведённых поисковых исследований и обширного анализа литературных данных. Результаты работы имеют прикладное значение, т.к. могут быть использованы при дальнейшем синтезе других четверных, легированных МАХ-фаз и определении их магнитных свойств.

За время работы над диссертацией Соболевым К.В. было выиграно 3 гранта по написанным им заявкам: грант мобильности РФФИ «Изучение свойств хром- и марганец-основанных МАХ-фаз при помощи рентгеноструктурного анализа, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии», грант мобильности Российско-Немецкого Научного Центра G-RISC «Изучение высокотемпературных магнитных свойств МАХ-фаз состава $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ и изготовление тонкоплёночных структур состава $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ методом PLD» и грант «Умник» Фонда Содействия Инновациям Российской Федерации «Разработка пористого фильтровального материала путём газовой обработки МАХ-фазы для высокотемпературной сухой очистки воздуха». Результаты исследований Соболева К.В. по теме диссертационной работы были представлены на 9 международных конференциях в устной и стендовой форме.

Полученные в ходе работы над диссертацией результаты были опубликованы в 4 высокорейтинговых статьях в журналах, индексируемых базами данных WoS и Scopus (1 статья – Q2, 3 статьи – Q1).

Кроме того, Соболев К.В. был научным руководителем двух студентов БФУ им. И. Канта (1-2 и 3-4 курсы бакалавриата), под его руководством был успешно защищён бакалаврский диплом по теме «Изучение влияния легирования элементами из группы переходных металлов на свойства МАХ-фаз состава Cr_2AlC и Ti_3AlC_2 ». Также Соболевым К.В. читался курс лекций и проводился курс лабораторных работ в рамках «Введения в специальность» модульной магистерской программы «Функциональные наноматериалы и современные

технологии», разрабатываемой на базе НОЦ «Умные Материалы и Биомедицинские Приложения».

Таким образом, Соболев Кирилл Владимирович является специалистом в области физики магнитных явлений, способным передавать знания своим ученикам и ставить новые научные задачи. Представленная диссертационная работа «Магнитные и транспортные свойства МАХ-фазы $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{AlC}$ » соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в разделе 2 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете», а ее автор – Соболев Кирилл Владимирович, несомненно, достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 (01.04.11) – Физика магнитных явлений.

Даю согласие на передачу и обработку своих персональных данных.

Директор Научно-Образовательного Центра
«Умные Материалы и Биомедицинские Приложения»,
доцент Института физико-математических наук
и информационных технологий,
Федерального Государственного Автономного
Образовательного Учреждения Высшего
Образования «Балтийский федеральный
университет имени Иммануила Канта»,
кандидат физико-математических наук

В.В. Родионова
01.03.2022

236000, Калининград, ул. Гайдара-6,
Телефон: +7-900-3468482,
E-mail: vvrodionova@kantiana.ru