

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Мильковой Дарии Александровны
«Разработка аморфных магнитомягких материалов на основе железа с высоким содержанием металлов»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»,
состоявшейся в НИТУ МИСИС 27.06.2025

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС
14.04.2025, протокол № 28.

Диссертация выполнена на кафедре металловедения цветных металлов НИТУ
МИСИС.

Научный руководитель – Базлов Андрей Игоревич, кандидат технических наук,
доцент кафедры металловедения цветных металлов НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС
(протокол № 28 от 14.04.2025 г.) в составе:

1. **Задорожный Владислав Юрьевич** - доктор технических наук, профессор кафедры
физического материаловедения НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. **Лилеев Алексей Сергеевич** - доктор физико-математических наук, профессор
кафедры физического материаловедения НИТУ МИСИС;

3. **Аронин Александр Семенович** - доктор физико-математических наук, главный
научный сотрудник лаборатории структурных исследований института физики твердого
тела РАН;

4. **Гундеров Дмитрий Валерьевич** - доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией, ведущий научный сотрудник лаборатории физики металлов
института физики молекул и кристаллов - обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского
федерального исследовательского центра Российской академии наук;

5. **Капуткин Дмитрий Ефимович** - доктор технических наук, профессор кафедры
физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный технический университет
гражданской авиации»;

В качестве **ведущей организации** утвержден Государственный научный центр
Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-
исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Установлено, что легирование ниобием (до 2 ат.%) сплавов системы Fe-Ni-B-P-Si-Nb-Cu эффективно влияет на снижение коэрцитивной силы и сохранение высокой намагниченности насыщения, а также повышает термическую стабильность этих сплавов;
- Определены предельные концентрации металлических элементов в составах сплавов Fe-Co-B-Si с малой добавкой углерода, позволяющие обеспечить формирование полностью аморфной структуры в случае предельного содержания металлов до 84 ат. %, а также с малой добавкой фосфора вместо бора, увеличивающей стеклообразующую способность материалов и достижение аморфного состояния при содержании металлов до 85 ат. %;
- Установлены закономерности процессов кристаллизации в сплавах системы Fe-Co-B-Si, для которых характерна кристаллизация эвтектического типа. Показано, что процесс кристаллизации в указанных сплавах сопровождается формированием эвтектики ($(\text{Fe}, \text{Co}) + \text{Fe}_3\text{B}$) с последующим распадом метастабильного борида (Fe_3B) на стабильный (Fe_2B).

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

- Определено влияние концентраций содержащихся в исследуемых сплавах металлических элементов на их магнитные свойства;
- Установлены концентрационные зависимости стеклообразующей способности сплавов на основе системы Fe-Co-B-Si;
- Изучены и изложены этапы процесса кристаллизации в исследуемых сплавах и последовательности сопровождающих их фазовых превращений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Разработаны сплавы на основе составов $(\text{FeCo})_{82-84}\text{B}_{15-17}\text{Si}_1$ и $(\text{FeCo})_{83-84}\text{B}_{14-15}\text{Si}_1\text{P}_1$ с добавлением фосфора, а также предложены режимы их термической обработки, обеспечивающие комплекс магнитных свойств: коэрцитивная сила (H_c) 6-17 А/м, намагниченность насыщения (M_s) 1,8-2,0 Тл, начальная магнитная проницаемость (μ) при 1 кГц $(3-13) \cdot 10^3$, и увеличенная стойкость к кристаллизации, что повышает технологичность их получения;
- Показано, что железокобальтовые составы обладают высокой термической стабильностью M_s до 500 К. Скорость снижения намагниченности насыщения (M_s) составляет $(3-12) \cdot 10^{-4}$ Тл/К в интервале температур 300–500 К. При частичной замене бора

на фосфор и углерод зависимость магнитной индукции от температуры (dM_s/dT) увеличивается и составляет $(8-13) \cdot 10^{-4}$ Тл/К и $(13-15) \cdot 10^{-4}$ Тл/К соответственно.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных исследований использовалось современное аналитическое и исследовательское оборудование и аттестованные методики с существенным количеством экспериментальных данных и их публикацией в научных журналах;
- испытания в рамках работы были выполнены в сертифицированных испытательных и аналитических лабораториях.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании целей и задач исследования, в разработке плана испытаний, проведении экспериментов и анализе полученных данных, формировании гипотез и выводов, написании тезисов и статей, обладающих научной новизной и практической значимостью.

Соискатель представил 2 опубликованных работы в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus, а также 1 патент РФ.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Мильковой Д.А. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основе комплексных теоретических и экспериментальных исследований в лабораторных условиях разработаны новые составы железокобальтовых и железоникелевых магнитомягких аморфных сплавов с улучшенными эксплуатационными характеристиками по сравнению с имеющимися аналогами. А также предложены обоснованные научные подходы технологических режимов получения этих сплавов, что имеет существенное значение для развития металловедения и электротехники.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Мильковой Дарии Александровне ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования Экспертная комиссия в количестве 5 человек из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – 5 чел., против – 0 чел., недействительных бюллетеней – 0.

Председатель Экспертной комиссии



В.Ю. Задорожный
27.06.2025 г.