

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Мильковой Дарьи Александровны «Разработка аморфных магнитомягких материалов на основе железа с высоким содержанием металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата кандидата технических наук по специальности

2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертационная работа Мильковой Дарьи Александровны посвящена разработке аморфных магнитомягких сплавов на железо-кобальтовой и железо-никелевой основах с повышенным содержанием металлов.

В диссертационной работе получены следующие результаты, представляющие научную и практическую значимость: 1) установлено, что в сплавах $(\text{Fe}_{0,5}\text{Ni}_{0,5})_{76-80}\text{B}_{11-12}\text{P}_{4-5}\text{Si}_3\text{Nb}_{0-3}\text{Cu}_{0-1}$ легирование ниобием до 2 ат.% эффективно с целью снижения коэрцитивной силы и сохранения высокой намагниченности насыщения около 0,98 Тл. Добавка ниобия повышает термическую стабильность сплавов при первичной кристаллизации ГЦК фазы, что обусловлено низкой скоростью диффузии и малой растворимостью ниобия в ГЦК фазе. Установлено, что формированием наноразмерной ГЦК фазы (FeNi) снижает уровень магнитных свойств, из-за малой объемной доли этой фазы и высокой плотности двойников в ее структуре; 2) установлены концентрационные зависимости стеклообразующей способности сплавов $(\text{FeCo})_{80-85}\text{B}_{14-19}\text{Si}_1$ и $(\text{FeCo})_{83-85}\text{B}_{13-15}\text{Si}_1(\text{C,P})_1$. Предельное содержание металлов в составах FeCoBSi и с малой добавкой углерода, до которого обеспечивается формирование полностью аморфной структуры, составляет 84 ат.%. Малая добавка; фосфора вместо бора в составе сплавов $(\text{FeCo})_{83-85}\text{B}_{13-15}\text{Si}_1\text{P}_1$ приводит к увеличению стеклообразующей способности материалов, аморфное состояние достижимо в сплавах при содержании металлов до 85 ат.% включительно; 3) установлены закономерности процессов кристаллизации. Кристаллизация эвтектического типа характерна материалам $(\text{FeCo})_{80}\text{B}_{19}\text{Si}_1$. Процесс кристаллизации сопровождается

формирование эвтектики (α -(Fe,Co)+Fe₃B) с последующим распадом метастабильного борида (Fe₃B) на стабильный (Fe₂B). У материалов трех систем при содержании металлов 82-85 ат.% происходит изменение типа кристаллизации с эвтектического на первичный. При температурах первой экзотермической реакции наблюдается формирование твердого раствора α -(Fe,Co) из аморфной фазы, в диапазоне температур второго превращения происходит формирование стабильного борида Fe₂B; 4) установлено, что добавление фосфора вместо бора в сплавах (FeCo)₈₃₋₈₅B₁₃₋₁₅Si₁P₁ способствует повышению термической стабильности к кристаллизации при температуре отжига ($T_{х1}$ -80), что связано с низкой растворимостью фосфора в α -(FeCo) и низкой скоростью диффузии в аморфной матрице по сравнению с бором, обусловленной большим размером атома фосфора.

По автореферату диссертационной работы можно сделать следующие замечания, а также возникают вопросы: 1) в тексте автореферата присутствуют стилистические ошибки и неверное использование терминов и единиц измерений из физики магнитных явлений; 2) в автореферате полностью отсутствует описание выбора легирующих элементов, автору следовало бы во введении определить роль использования выбранных атомов внедрения и/или замещения; 3) из текста автореферата не ясно, каким образом аттестовался элементный состав полученных быстрозакаленных лент, каким образом контролировалось содержание углерода и фосфора в образцах, а так же не указаны режимы получения данных лент, в то же время параметры закалки в значительной степени влияют как на предельный процент металлов в аморфных образцах, так и на получаемые магнитные свойства.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы в целом. Достоверность полученных данных подтверждается согласованностью с существующими теоретическими оценками и ранее опубликованными экспериментальными данными. Результаты диссертационной работы неоднократно представлялись на российских и

международных конференциях, были опубликованы в 2 печатных работах, входящих в международные базы данных Web of Science, Scopus, получен 1 патент РФ.

Содержание автореферата диссертации позволяет утверждать, что представленная работа выполнена на высоком научном уровне и является завершённой. По актуальности, новизне, практической значимости и полученным результатам она соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – Милькова Дария Александровна - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Даю свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Мильковой Д.А.

кандидат физико-математических наук,

старший научный сотрудник кафедры магнетизма

Московский государственный университет

им. М.В. Ломоносова



Карпенков Дмитрий Юрьевич

11 июня 2025 г.

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1,

Ленинские горы, д. 1, стр. 2, физический факультет

МГУ им. М.В. Ломоносова

Телефон: +7 915 437 22 12

e-mail: KarpenkovDY@my.msu.ru

