

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный  
исследовательский университет «МЭИ»

В.К. Драгунов

« 14 » 07 2021 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на диссертационную работу **Нгуена Тиена Хиена** «Получение Fe-Co-Ni нанопорошков для создания магнитных материалов и спеченных изделий с улучшенными механическими свойствами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (металлургия)**

В настоящее время нанопорошки на основе Fe, Co и Ni находят применение в качестве катализаторов, наполнителей радиопоглощающих покрытий, модифицирующих добавок для улучшения механических и функциональных свойств изделий и т.д. Основным методом, позволяющим получать недорогие нанопорошки металлов высокой чистоты для использования в промышленности является химико-металлургический.

Однако зависимость свойств изделий от размера частиц и состава нанопорошков в ряде случаев исследована недостаточно, что ограничивает их применение. Особенно это актуально для создания новых магнитных материалов. Кроме того, возможности применения нанопорошков Fe, Co и Ni в виде наполнителей для композитных материалов и в качестве модифицирующих добавок для порошковой металлургии до сих пор еще недостаточно изучены.

Поэтому разработка способов получения однокомпонентных и многокомпонентных нанопорошков металлов с заданными размерами и морфологией и исследование свойств материалов на их основе **актуальны** как для внедрения металлических нанопорошков в производство, так и для углубления теоретических исследований с целью выявления связи между их размером, составом и свойствами.

Таким образом, диссертационная работа Нгуена Т.Х. на тему «Получение Fe-Co-Ni нанопорошков для создания магнитных материалов и спеченных изделий с улучшенными механическими свойствами» является **актуальной как в научном, так и в прикладном аспектах.**

**Научная новизна работы** определяется полученными соискателем новыми результатами, среди которых наибольший интерес представляют следующие:

- Установлены зависимости коэрцитивной силы от размеров частиц нанопорошков Fe, Co и Ni, полученных химико-металлургическим методом при одном и том же температурно-временном режиме процесса металлизации.
- Выявлены закономерности изменения магнитных свойств Fe-Co-Ni наноконпозиций в зависимости от состава и температуры восстановления.
- Определены параметры процессов спекания и измерены механические свойства полученных материалов для образцов микронных порошков Fe и Co, модифицированных нанопорошков Fe, Co и Ni при использовании методов искрового плазменного спекания и холодного прессования с последующим спеканием.

**Практическая значимость** работы заключается в определении диапазона изменения магнитных свойств нанопорошков Fe, Co и Ni при изменении размера частиц, что необходимо для получения материалов с заданными магнитными характеристиками; определением условий получения и состава Fe-Co-Ni наноконпозиций, имеющих широкий потенциал применения в качестве наполнителей для магнитных резин, защиты ценных бумаг от подделок, а также в устройствах, использующих принцип магнитного сцепления, а также определении составов, режимов и способов обработки модифицированных нанопорошками Fe, Co и Ni микронных порошков с целью улучшения механических характеристик спеченных изделий на их основе.

Диссертация Нгуена Т.Х. состоит из введения, 5 глав, основных результатов, выводов и списка литературы из 186 наименований. Основная часть работы изложена на 118 страницах, содержит 39 рисунков, 11 таблиц, 20 формул и 2 приложения. Все главы диссертации взаимосвязаны, представленный материал логично изложен и структурирован.

**Во введении** диссертации обоснована актуальность выбранной темы работы, сформулирована цель, и поставлены задачи исследования, а также приведены научная новизна, практическая значимость полученных результатов и основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** автором представлен аналитический обзор литературы по методам получения наноматериалов, в том числе обладающих магнитными свойствами. Рассмотрена возможность использования магнитных нанопорошков и нанокompозиций системы Fe-Co-Ni в ряде областей науки и техники.

**Во второй главе** описаны методики получения нанопорошков, используемых в качестве объекта исследования, а также способы и режимы получения спеченных образцов с добавками нанопорошков металлов. Также приведены методы исследования и используемое оборудование.

**Третья глава** посвящена изучению влияния поверхностно-активных веществ на дисперсность и магнитные свойства нанопорошков Fe, Co и Ni.

**В четвертой главе** приведены результаты исследования процессов, протекающие в ходе металлизации Fe-Co-Ni нанокompозиций, фазового состава и магнитных свойств образующихся соединений.

**Пятая глава** содержит результаты исследования применения нанопорошков Fe, Co и Ni в качестве модификаторов улучшения механических свойств изделий, полученных методом порошковой металлургии.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и полностью отражает основные научные и практические результаты диссертационного исследования.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием комплекса современных методов исследования.

В целом диссертационная работа Нгуена Т.Х. представляет собой законченный комплекс исследований, обладающий теоретическим интересом и практическим значением, и вносящий достаточный вклад в материаловедение и нанотехнологии.

Результаты и выводы, полученные в диссертации, могут быть **рекомендованы к использованию** в научно-исследовательских и технологических организациях, ведущих работы по производству нанопорошков ферромагнитных металлов железа, никеля, кобальта и композитных материалов на их основе для новых технологий и процессов в различных отраслях промышленности, в частности в металлургии. Кроме того, полученные экспериментальные результаты и теоретические положения также могут быть применены в качестве учебных материалов в курсах лекций по материаловедению и наноматериалам.

#### **Общие замечания**

Тем не менее, данная диссертация не лишена определенных изъянов. К наиболее важным замечаниям относятся следующие:

1. Для регулирования дисперсности нанопорошков автор применял поверхностно-активные вещества на стадии осаждения. Известно, что некоторые примеси даже в малых количествах могут изменять магнитные свойства материалов. Химический состав конечных продуктов исследован методом энергодисперсионной спектроскопии, который в ряде случаев не позволяет оценивать содержание примесей с высокой точностью. Хорошо бы было бы применить альтернативный метод с возможностью определения элементов на уровне ниже 0,01 %.

2. В работе показано, что изменение плотности кобальтовых спеченных изделий, полученных искровым плазменным спеканием, происходит через максимум, который приходится на температуры 700 и 800°C. Повышение температуры до 900°C приводит к значительному снижению плотности материала, однако дальнейшее увеличение температуры спекания до 1000°C снова приводит к увеличению плотности спеченных образцов. В работе нет объяснения данному явлению.

3. Пятая глава диссертация посвящена исследованию влияния добавок нанопорошков на свойства спеченных изделий. Автор предполагает, что введение нанопорошков может в некоторых случаях изменить механизм спекания. Однако, никаких доказательств в работе не представлено.

Сделанные замечания ни в коей мере не уменьшают высокой оценки проведенных исследований и не снижают принципиальной ценности результатов работы.

Текст диссертации изложен в надлежащем стиле и оформлен в соответствии с установленными требованиями. Полученные результаты свидетельствуют о высокой профессиональной квалификации соискателя. Сделанные выводы достаточно аргументированы, в полной мере отражают полученные экспериментальные данные и их обсуждения, находятся в соответствии с существующими теоретическими представлениями.

Основные результаты исследования опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 6 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК / Scopus / WoS и 8 тезисов докладов в сборниках научных конференций.

Результаты и выводы, полученные в диссертации, могут быть рекомендованы к использованию в научно-исследовательских и технологических организациях, ведущих работы по производству нанопорошков ферромагнитных металлов железа, никеля, кобальта для новых технологий и процессов в различных отраслях промышленности, в частности в металлургии. Кроме того, полученные экспериментальные результаты и теоретические положения также могут быть применены в качестве учебных материалов в курсах лекций по материаловедению и наноматериалам.

## Заключение

Диссертация Нгуена Т.Х. является завершенной научно-квалификационной работой, имеет научную новизну и практическую значимость. Полученные автором результаты достоверны, выводы основаны на полученных данных и являются обоснованными. Результаты работы опубликованы в авторитетных рецензируемых журналах.

По актуальности темы, научной новизне, практической значимости полученных результатов, а так же по объему выполненных исследований и личному вкладу соискателя диссертационная работа Нгуена Т.Х. «Получение Fe-Co-Ni нанопорошков для создания магнитных материалов и спеченных изделий с улучшенными механическими свойствами» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (металлургия).

Диссертация Нгуена Т.Х. рассмотрена на семинаре кафедры Технологии металлов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», протокол № 21 от 14.07.2021.

## Данные ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14.

Тел.: +7 495 362-75-60, E-mail: universe@mpei.ac.ru

Зав. кафедрой Технологии металлов  
профессор, доктор технических наук



Драгунов В.К.



*Держись удостоверение*

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УЧРЕЖДЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ  
# 0000000000

