

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВО

«Национальный исследовательский
Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарёва»

доктор профессор

П.В. Сенин

2023 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Национальный
исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва» на диссертационную работу

Белозерова Юрия Сергеевича

«Получение особо чистого железа карбонильным методом и установление
изотопного эффекта в его свойствах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия

Диссертационная работа Белозерова Ю.С. посвящена получению
железа особой чистоты из его пентакарбонила железа и исследованию
свойств различных изотопных разновидностей железа.

Актуальность работы

Природное железо, содержит 4 стабильных изотопа: ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe , ^{58}Fe в соотношении, равном 5.845; 91.754; 2.119; 0.282 ат.% соответственно. Свойства природного железа достаточно хорошо изучены. В отличие от природного железа, свойства отдельных изотопов железа, напротив, мало изучены. В то же время этот вопрос важен как для фундаментальной науки, так и для практики. Технический ресурс природного железа в настоящее время практически исчерпан. Те свойства, которые обеспечивает природное железо в технике, уже не могут быть превзойдены.

В настоящее время изотопное обогащение железа происходит в форме его карбонила. Такой способ обуславливает наличие в изотопно обогащенном железе примесей углерода и кислорода. Эти примеси, даже в малой концентрации, способны влиять на свойства железа, затрудняя выстраивание связи свойств конкретного образца железа с его изотопным составом. В связи с этим, тема диссертационной работы Белозерова Ю.С., посвященная разработке методики получения особо чистого железа карбонильным методом, а также исследованию различий в свойствах изотопов железа, имеет методологическую ценность, и, безусловно, является актуальной как в научном, так и в практическом плане.

Новизна научных положений

В диссертации Белозерова Ю.С. изложены результаты исследований в областях технологий получения железа особой чистоты и собственно исследование изотопного эффекта в свойствах железа.

Очистка железа от примесей происходит на таких стадиях процесса, как синтез карбонила железа, его перегонка и отжиг карбонильного железа в потоке водорода. Если в случае синтеза карбонила и при отжиге железа очистка происходит за счет образования соответствующих химических соединений, то перегонка является процессом, основанным на распределении примесей между жидкостью и паром. Коэффициенты распределения являются важной характеристикой эффективности данной стадии, поэтому автор совершенно справедливо уделяет внимание их определению.

В работе Белозерова Ю.С. впервые установлена зависимость ряда свойств железа от его изотопного состава. Исследованы такие свойства, как, параметр кристаллической решетки железа, линейный коэффициент теплового расширения (ЛКТР), параметры фазового перехода α -железо – γ -железо и магнитные свойства железа, включающие в себя удельную намагниченность насыщения и гистерезисные свойства. Однозначно изотопный эффект установлен для ЛКТР, температуры и кинетических

параметров фазового перехода, удельной намагниченности насыщения и индукции насыщения.

Практическая значимость работы

В диссертационном исследовании представлена методика получения особо чистого железа, пригодная для работы с изотопно чистым железом.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных методов исследования, воспроизводимостью экспериментальных данных.

Сведения о различиях в свойствах изотопов железа могут послужить основой для создания на их основе изделий с уникальными характеристиками.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации, представленной Белозеровым Юрием Сергеевичем, является общепринятой. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части и обсуждения результатов (три главы), заключения, списка литературы. Работа изложена на 117 страницах машинописного текста, включает 22 рисунка, 29 таблиц. Список цитируемой литературы включает 151 наименование.

Первая глава является обширным аналитическим обзором литературы в области объекта исследования. Рассмотрено влияние примесного и изотопного состава на свойства железа, проведен анализ результатов по очистке железа, достигаемых различными методами.

Во второй главе изложены методики синтеза и разложения карбонила железа, примененные в данной работе. Отдельно отмечена важность высокого выхода продукта и недопущения загрязнения продуктов изотопами железа. Сочетанием карбонильного метода и отжига в водороде удалось достигнуть чистоты получаемого железа не менее 99.98 масс.%, при этом содержание углерода на уровне 10^{-4} и кислорода на уровне 10^{-3} масс. % позволяет использовать данную технологию для получения надежных сведений об изотопных эффектах.

В третьей главе описывается очистка железа от примесей дистилляцией его карбонила. Получен карбонил с содержанием примесей всех металлов ниже предела обнаружения аналитического метода, примесей углеводородов менее 0.01 масс. %. Различными способами, в том числе с использованием оригинальной методики, определены коэффициенты распределения 23 определяемых в карбониле примесей между жидкой и паровой фазой, коэффициенты диффузии для примесей хрома, кобальта и вольфрама.

В четвертой главе изучаются и сравниваются свойства железа различного изотопного состава. В работе сопоставлены свойства образцов природного изотопного состава, а также изотопов ^{56}Fe и ^{57}Fe . Измерения предваряет сравнение примесного и структурного состояния исследуемых образцов. Исследованы параметр кристаллической решетки железа, линейный коэффициент термического расширения, параметры фазового перехода α -железо – γ -железо, удельная намагниченность насыщения и гистерезисные параметры образцов. Получены достоверные сведения о различии коэффициентов термического расширения изотопов ^{56}Fe и ^{57}Fe , зависимости параметров фазового перехода от величины параметра изотопического беспорядка, зависимости магнитных характеристик железа от изотопного состава. Магнитные свойства разделены на структурно-зависимые (коэрцитивная сила и остаточная магнитная индукция) и структурно-независимые (удельная намагниченность насыщения и индукция насыщения). Вывод о зависимости свойств последних от изотопного состава сделан на основании близости их примесного состава.

Воспринимая положительно содержание диссертации в целом, необходимо отметить вопросы, требующие комментариев:

1. В третьей главе в разделе 3.2.2. на странице 57 приводится информация о примесях элементов, концентрирующихся в легкой фракции пентакарбонила железа. Высказаны предположения о молекулярной форме

примесей бора и никеля. В какой форме в пентакарбониле железа может находиться примесь титана?

2. В третьей главе в разделе 3.1.2. в таблице 3.2. единицей измерения концентрации примесей в исходном пентакарбониле железа указаны «ррт масс.», а в разделе 3.2.2. в таблице 3.4. те же значения приводятся с единицей измерения концентрации «масс. %». В какой из таблиц указана верная единица измерения?

3. В четвертой главе в разделе 4.4 в таблице 4.9 приводятся значения магнитных характеристик образцов железа. Какова погрешность определения данных значений? Не могут ли различия значений быть связаны с погрешностью эксперимента?

Сделанные замечания носят частный характер и не умаляют достоинства и высокую оценку диссертации Белозерова Ю.С. В целом, задачи, поставленные в начале работы, решены в достаточной степени.

Диссертация является законченным научным исследованием выполненным по актуальной тематике. Автореферат и публикации, включенные в список работ по теме диссертации, в полном объеме отражают ее содержание, давая возможность специалисту понять суть и значимость выполненных исследований.

На основании вышесказанного считаю:

- диссертационная работа Белозерова Ю.С. по актуальности, научной новизне, уровню и значимости полученных результатов, их достоверности, обоснованности выводов является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся решения задач установления зависимости свойств железа от его изотопного состава – важной задачи фундаментальной науки.

- диссертационная работа полностью отвечает требованиям к кандидатским диссертациям, изложенным в положении о присуждении ученых степеней № 842 в актуальной редакции. Автор – Белозеров Юрий

Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. – неорганическая химия.

Диссертация и автореферат Белозерова Ю.С. «Получение особо чистого железа карбонильным методом и установление изотопного эффекта в его свойствах» обсуждены, а отзыв заслушан на заседании кафедры неорганической и аналитической химии Института научёмких технологий и новых материалов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва (протокол № 4 от 27.03.2023 г.).

Заведующий кафедрой неорганической
и аналитической химии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
к.х.н., доцент

 Александр Викторович Долганов

Адрес: ул. Большевистская, д. 68, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия,
430005

Тел: +7 (8342)29-05-48

Электронная почта: dolganov_sasha@mail.ru

Шифр специальности: 02.00.03 - Органическая химия

Электронная почта: dolganov_sasha@mail.ru

Тел: +7 (951)052-44-57

Контактная информация:

Большевистская ул., д. 68, г. Саранск, Республика Мордовия, 430005,
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва»

(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)

Тел: +7 (8342) 24-48-88

Электронная почта: rector@adm.mrsu.ru

