

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГОУ ВО

«Саратовский государственный
технический университет
имени Гагарина Ю.А.,
к.т.н., доц.

Петров Д.Ю.
04 2019 г.



ОТЗЫВ ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» на диссертационную работу **Ильиновой Татьяны Николаевны «Кристаллизация, механические и коррозионные свойства аморфных металлических сплавов Fe_{80,2}P_{17,1}Mo_{2,7} и Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5}»,** представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела

1.Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Она включает введение, пять глав, выводы и список цитируемой литературы. Работа изложена на 91 странице, содержит 35 рисунков, 4 таблицы, библиографию из 125 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы проведенного исследования, сформулированы цель и задачи работы, положения, выносимые на защиту, показаны ее научная новизна и практическая значимость, изложены сведения об апробации результатов, публикациях, объеме и структуре диссертации.

Первая глава представляет собой обзор литературы и посвящена изложению основных представлений о структуре аморфных сплавов, фазовых превращениях, активируемых термической обработкой, механических и коррозионных свойствах аморфных и кристаллических сплавов. Описаны возможные механизмы деформации аморфных сплавов. Обзор отражает

современное состояние соответствующей области науки, на основе анализа данных литературы сформулирована цель диссертационной работы.

Во второй главе охарактеризованы объекты и методы исследования, методы кристаллизации аморфных сплавов. В качестве объектов исследования выбраны аморфные сплавы на основе феррофосфора, природнолегированного Mo, Mn, V, Si, C, склонные к аморфизации. Исследование структурных превращений проводили методами рентгеновской дифрактометрии, просвечивающей электронной микроскопии, мессбауэровской спектроскопии. Коррозионные свойства оценивали методом анализа i , E – кривых и гравиметрически. Механические свойства оценивали метода динамического наноиндентирования и одноосного растяжения. Используемые автором методы обеспечивают достоверность результатов.

В третьей главе приведены результаты изучения структурных изменений, активируемых термической или фотонной обработкой. Показано, что исходные сплавы имели аморфную структуру. Увеличение температуры отжига или дозы энергии определяло переход метастабильных фаз в равновесные, увеличение доли кристалличности сплава. В результате обеих видов обработки основной кристаллической фазой для всех исследуемых сплавов стала фаза Fe₃P, что соответствует диаграмме состояния Fe - P. Показана эффективность фотонной обработки по сравнению с термической, поскольку время обработки в данном случае на два порядка величины меньше.

В четвертой главе проведен сравнительный анализ изменения механических свойств в результате кристаллизации фотонной или термической обработкой. Показано, что для всех исследованных систем структурные превращения определяют немонотонное изменение механических свойств, максимальная величина твердости характерна для структуры, представляющей собой аморфно-кристаллический композит, содержащий порядка 20% аморфной матрицы. Автором предложен механизм пластической деформации аморфных сплавов, исходя из полученных экспериментальных данных (доли пластической деформации исходного аморфного и кристаллизованного сплава в работе наноиндентирования). Показана эволюция свойств в зависимости от скорости нагружения индентора.

Пятая глава посвящена исследованию коррозионной стойкости аморфных сплавов, сплавов после структурной релаксации, кристаллизованных и со сформированными зонами локальной деформации. Показано, что отжиг при дозах энергии, приводящих к структурной релаксации, повышает коррозионную стойкость, о чем свидетельствуют величины бестоковых потенциалов и токов

коррозии. Кристаллизованные сплавы менее стойки к действию агрессивной среды 0,1М Na₂SO₄. Аморфный сплав Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5} демонстрирует склонность к пассивации, что проявляется в образовании плато на вольтамперограмме. Наличие зон локальной деформации приводит к многократному увеличению скорости коррозионных процессов.

В заключении отражены основные результаты выполненной работы, сформулированы выводы.

Диссертационная работа Ильиновой Т.Н. представляет собой завершенное научное исследование влияния фазового состава, механических и коррозионных свойств на последовательных стадиях кристаллизации аморфных сплавов состава Fe_{80,2}P_{17,1}Mo_{2,7} и Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5} в результате термической и фотонной обработки.

По объему и структуре работа соответствует требованиями ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

2. Актуальность темы исследования.

Диссертационная работа Ильиновой Татьяны Николаевны «Кристаллизация, механические и коррозионные свойства аморфных металлических сплавов Fe_{80,2}P_{17,1}Mo_{2,7} и Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5}» представляет собой законченное научное исследование, направленное на получение знаний о закономерностях структурных превращений и их корреляции с механическими и коррозионными свойствами аморфных металлических сплавов на основе железа. Аморфные металлические сплавы – новый перспективный класс материалов, характеризующихся относительно высокими величинами твердости, пластичности и хорошей коррозионной стойкостью. Аморфные сплавы на основе железа являются магнитомягкими материалами. Один из способов модификации свойств сплавов – их термическая обработка. В то же время в ряде работ показана эффективность кратковременной фотонной обработки. Эффект фотонной обработки (ФО) в активации твердофазных процессов проявляется в ускорении синтеза, снижении температурных порогов образования фаз. Установление механизма пластической деформации – важная фундаментальная задача. В отличие от кристаллических материалов, пластическая деформация которых определяется процессами зарождения, движения, взаимодействия дислокаций, природа пластической деформации аморфных сплавов остается слабо изученной.

Конкретная цель работы состояла в установлении структурных превращений в аморфных сплавах Fe_{80,2}P_{17,1}Mo_{2,7} и Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5} в

результате термической или фотонной обработки и их корреляции с механическими и коррозионными свойствами.

Тема диссертационной работы Ильиновой Т.Н. актуальна, соответствует Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (индустрия наносистем); ее результаты вносят вклад в развитие современной химии твердого тела. Актуальность темы данной работы подтверждается поддержкой Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 13-03-97523-р_центр_a, № 17-03-01140-а).

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации

Положения, выносимые на защиту, теоретически обоснованы и экспериментально доказаны. Выводы и заключения основаны на большом объеме экспериментальных результатов, соответствуют содержанию работы и не противоречат литературным данным. Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов определяется совокупностью использованных современных методов исследований и высокой воспроизводимостью полученных результатов.

4. Научная новизна результатов диссертационного исследования

Основные научные результаты, полученные в работе Ильиновой Татьяны Николаевны, отвечают критерию новизны и заключаются в том, что:

- Установлены структурные превращения аморфных сплавов в результате действия термической или фотонной обработки, показана высокая эффективность последнего вида обработки, проявляющаяся в ускорении процесса кристаллизации.
- Показан немонотонный характер изменения механических свойств сплавов, в частности - твердости, модуля упругости, пластичности, по мере увеличения температуры или дозы энергии излучения.
- Отмечено повышение коррозионной стойкости аморфных сплавов после обработки дозой энергии излучения, не приводящей к кристаллизации.
- Предложен механизм пластической деформации аморфных материалов, заключающийся в межклластерном проскальзывании.
- Дано объяснение восстановления доли пластической деформации основанное на идентичности структурного мотива аморфного и кристаллизованного сплава.

5. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы определяется возможностью использования исследованных сплавов на основе феррофосфора в качестве замены дорогостоящих сплавов типа Finemet и Metglass, как обладающих аналогичными

механическими и коррозионными характеристиками. Для изученных сплавов установлены оптимальные режимы обработки, показана высокая эффективность фотонной обработки.

6. Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов

Полученные Т.Н. Ильиновой научные результаты могут быть рекомендованы для использования в высших учебных заведениях: Воронежский государственный университет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина, Кубанский государственный университет, Воронежский государственный университет инженерных технологий, а также в иных организациях, связанных с исследованиями и разработками в области созданиях функциональных материалов, а также в учебном процессе учреждений системы высшего образования.

7. Замечания, дискуссионные положения и спорные вопросы по диссертационной работе

1. Недостаточно четко обоснован выбор температурного и временного режимов термообработки, оказывающих существенное влияние на возникновение и динамику дислокаций в структуре аморфных сплавов при их последующем пластическом деформировании, а также на процессы фазо- и структурообразования. В выводах приводится только сравнительный анализ того, что практически равная доля кристалличности и одинаковый фазовый состав достигнуты при термической обработке за время на два порядка величины больше, чем при фотонной.

2. Не показана роль внутренних напряжений, возникающих в исследуемых ленточных образцах при термообработке, на определяемые механические свойства материалов.

3. В работе отсутствует объяснение ускоренной кристаллизации при фотонной обработке аморфных сплавов.

4. Выводы о перераспределении примесей в результате частичной кристаллизации не подтверждены данными элементного анализа.

5. В диссертационной работе имеются грамматические, пунктуационные ошибки и опечатки.

Сделанные замечания, однако, не отражаются на общей высокой оценке проведенного автором исследования.

8. Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям ВАК Минобрнауки России

Оценка качества оформления работы

Диссертация правильно и аккуратно оформлена, содержит большое количество экспериментальных данных и иллюстративного материала. Выдержанна логическая последовательность изложения. Форма представления результатов исследования соответствует принятым стандартам.

Публикации

Результаты работы представлены в журналах, рекомендованных ВАК (3 статьи): «Неорганические материалы» (2 статьи), «Металлы» (1 статья), а также – опубликованы в трудах различных Международных и Всероссийских конференций (11 публикаций).

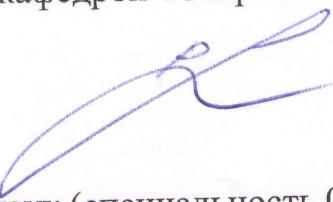
Диссертационная работа Ильиновой Т.Н. отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание проведенного исследования достаточно полно отражено в имеющихся публикациях и представлено в докладах на научных конференциях. Полученные результаты соответствуют заявленной цели и поставленным задачам. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

В диссертационной работе Ильиновой Т.Н. содержится решение задачи, имеющей важное теоретическое и практическое значение, она вносит вклад в развитие представлений химии твердого тела. Диссертация Ильиновой Татьяны Николаевны является актуальным научным исследованием.

Диссертационная работа Ильиновой Татьяны Николаевны «Кристаллизация, механические и коррозионные свойства аморфных металлических сплавов Fe_{80,2}P_{17,1}Mo_{2,7} и Fe_{76,5}P_{13,6}Si_{4,8}Mn_{2,4}V_{0,2}C_{2,5}» соответствует п.п. 5, 7, 8 и 9 паспорта специальности 02.00.21 – химия твердого тела и удовлетворяет требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. постановления Правительства РФ от 28.08.2017г.), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела.

Отзыв о диссертации Т.Н. Ильиновой обсужден и одобрен на заседании объединенного научного семинара по химии твердого тела, нанотехнологиям и наноматериалам ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» 25 марта 2019 года, протокол № 2/2019

Доктор технических наук (специальность 02.00.05 – Электрохимия)
доцент, заведующий кафедрой «Сварка и металлургия»

 Родионов Игорь Владимирович

Доктор химических наук (специальность 02.00.04 – физическая химия)
профессор, директор физико-технического института,

 Гороховский Александр Владиленович

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»
410054, г.Саратов, ул. Политехническая, 77
Телефон: +7(8452) 99-87-00
E-mail: ftf@sstu.ru

28.03.2019