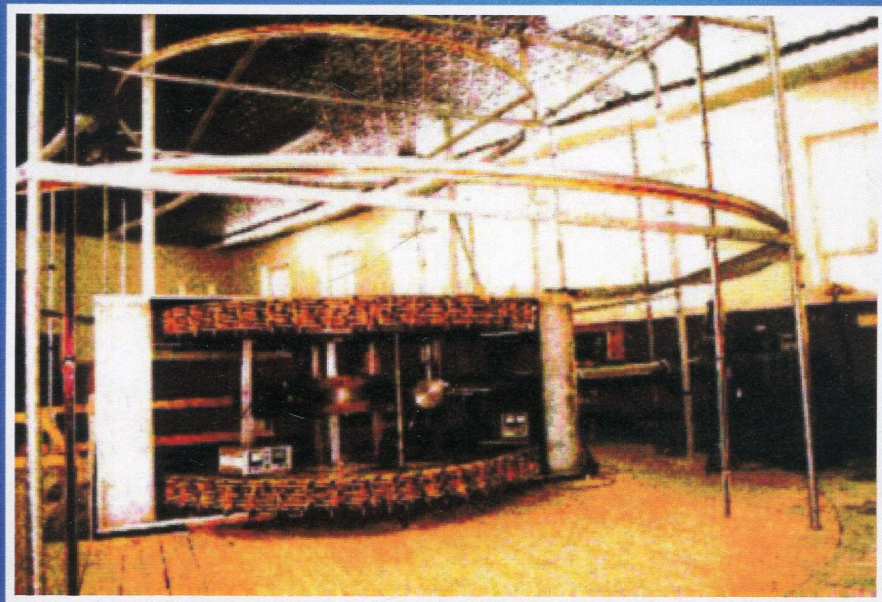


В. А. Трапезников, И. Н. Шабанова, А. В. Холзаков,
А. Г. Пономарёв, А. В. Мурин, Г. В. Сапожников

РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЖИДКИХ И АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ



**В. А. Трапезников, И. Н. Шабанова, А. В. Холзаков,
А. Г. Пономарев, А. В. Мурин, Г. В. Сапожников**

**РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ
ЖИДКИХ И АМОРФНЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Москва ♦ Ижевск

2011

УДК 538.915
ББК 22.371.21
Р 397

Работа поддержана
Ведомственной целевой программой
«Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 гг.)»,
грантом РФФИ № 09-08-00994-а

Печатается по решению Редакционно-издательского совета УдГУ

Трапезников В. А. [и др.]

Р 397 Рентгеноэлектронная спектроскопия жидких и аморфных металлических систем / В. А. Трапезников, И. Н. Шабанова, А. В. Холзаков, А. Г. Пономарев, А. В. Мулин, Г. В. Сапожников. — М.-Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», Институт компьютерных исследований, 2011. — 200 с.: ил.

В монографии рассматривается применение метода рентгеноэлектронной спектроскопии для исследования жидких и аморфных металлических систем. Основное внимание уделено вопросам изучения возможных структурных переходов в расплавах, релаксационных процессов, а также проблемы наследования электронной и атомной структуры расплавов металлическими сплавами в аморфном состоянии. Полученные результаты способствуют интерпретации данных рентгеноэлектронной спектроскопии и анализу кластерных наноструктур. Описывается разработка уникальных рентгеноэлектронных магнитных спектрометров: для исследования расплавов и сверхчувствительного 100-см спектрометра.

Предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей физических, химических, приборостроительных факультетов и инженеров, занимающихся вопросами исследований и анализа поверхностей неорганических материалов.

УДК 538.915
ББК 22.371.21

ISBN 978-5-4312-0073-1

© Коллектив авторов, 2011
© ФГБОУ ВПО «Удмуртский
государственный университет», 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
ГЛАВА 1	
Электронная и атомная структура металлов в жидком состоянии	9
1.1. Исследование электронной и атомной структуры жидкого никеля	9
1.2. Исследование электронной и атомной структуры жидкой меди	18
1.3. Изучение атомной и электронной структуры жидкого золота	22
1.4. Исследование электронной структуры расплава $Al_{86}Mn_{14}$	29
1.5. Кластерное строение поверхности сплавов $Zr_{60}Ni_{20}Ti_{20}$, $Al_{65}Cu_{20}Fe_{15}$ в аморфном, квазикристаллическом и жидком состояниях	33
1.6. Кластерное строение поверхности в квазикристаллическом и жидком состояниях сплава $Al_{65}Cu_{20}Fe_{15}$	38
Литература к главе 1	46
ГЛАВА 2	
Химическое строение аморфных металлических сплавов	50
2.1. Атомная и электронная структура аморфных сплавов	50
2.2. Влияние легирующих элементов и металлоидов на электронную структуру аморфных сплавов	55
2.3. Изменение состава поверхностных слоев АС при температурных воздействиях	62
2.4. Особенности химической связи элементов в поверхностных слоях аморфных сплавов на основе железа	65
2.5. Исследование электронной структуры аморфных сплавов Ti-Cu	70
Литература к главе 2	73
ГЛАВА 3	
Структурные переходы в металлических расплавах	78
3.1. Особенности исследования структуры металлических расплавов	78

3.2. Влияние концентрации и типа легирующего элемента на структурные превращения в расплавах Ni-X-B (X = Zr, Nb, Mo)	89
3.3. Температурное исследование химического строения поверхностных слоев расплава Ni ₈₁ P ₁₉	93
3.4. Исследование содержания структурных составляющих в поверхностных слоях расплава Ni-B в зависимости от температуры	96
3.5. Изучение состава и химической связи элементов в поверхностных слоях сплавов на основе Fe и Co при циклическом отжиге в твердом и жидком состояниях	98
Литература к главе 3	102
ГЛАВА 4	
Релаксационные процессы в металлических расплавах	107
4.1. Влияние легирования на релаксационные процессы в расплавах систем Ni-X-B (X = Mo, Nb, Zr)	107
4.2. Исследование релаксационных процессов в расплавах Ni-X (X = P, B)	111
4.3. Нестабильность расплавов Ni ₈₁ P ₁₉ , Ni ₈₂ B ₁₈ при изотермических выдержках вблизи температур структурных превращений	113
4.4. Исследование неустойчивости химического состава поверхностных слоев металлического расплава Ni ₈₄ P ₁₆ в широком интервале температур	115
Литература к главе 4	123
ГЛАВА 5	
Взаимосвязь аморфного и жидкого состояний в сплавах на основе элементов группы железа	125
5.1. Сравнительное исследование сплава Ni-P в аморфном и жидком состояниях	125
5.2. Сравнительное исследование сплава Co-Ni-Fe-Si-B в твердом аморфном и жидком состояниях	127
5.3. Влияние температуры расплава на поверхностную кристаллизацию сплава Fe-Cr-P-C	129
ГЛАВА 6	
Рентгеноэлектронное исследование наноструктур в модифицированных чугунах	132
Литература к главе 6	137

ГЛАВА 7

Развитие метода РЭС для исследования жидкого и аморфного твердого состояний	138
7.1. Рентгеноэлектронный магнитный спектрометр для исследования металлических расплавов ?	140
7.2. Развитие методики проведения эксперимента	144
7.3. Получение атомарночистых поверхностей	145
7.4. Влияние материала тигля на получаемые расплавы	146
7.5. Контроль состава поверхности (самодостаточность метода РЭС)	147
7.6. Выбор оптимальных скоростей нагрева в каждом эксперименте	148
7.7. Временные зависимости химического строения поверхностных слоев при изотермических выдержках. Отработка методики	150
7.8. Оптимизация параметров регистрации спектров	152
Литература к главе 7	153

ГЛАВА 8

Разработка и изготовление сверхвысокочувствительного 100-см электронного магнитного спектрометра	155
8.1. Вакуумная система 100-см электронного магнитного спектрометра	157
8.2. Системы компенсации внешнего магнитного поля 100-см электронного магнитного спектрометра	159
8.3. Энергоанализатор 100-см электронного магнитного спектрометра	162
8.4. Экспериментальное исследование формы магнитного поля 100-см магнитного спектрометра	174
8.5. Оптимизация параметров энергоанализатора 100-см электронного магнитного спектрометра	176
8.6. Система автокомпенсации	177
8.7. Система регистрации спектров	179
8.8. Система параллельной регистрации электронных спектров для импульсной электронной спектроскопии	183
8.9. Импульсная рентгеновская трубка	193
Литература к главе 8	197
Заключение	198