ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/296

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ АТОМОВ, В ДЕФОРМИРОВАННОМ СПЛАВЕ Ti-6Al-4V ПРИ АНАЛИЗЕ СПЕКТРОВ УПРУГО И ДИСКРЕТНО РАССЕЯННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

¹Шулепов И.А., ^{2,3}Ломыгин А.Д., ^{2,3}Ботаева Л.Б., ²Лаптев Р.С., ¹Наркевич Н.А.,
²Кашкаров Е.Б., ²Сыртанов М.С.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*НИИ Томский политехнический университет, Томск*

³*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск*

При любой модификации твердого тела, будь то имплантация высокоэнергетических ионов, термическая обработка, деформация, легирование, изменяются энергетические состояния электронов атомов, составляющих твердое тело. Это связано с тем, что атомы меняют своё расположение в кристаллической структуре, изменяется химическое окружение атомов, деформируется кристаллическая структура по сравнению с исходным состоянием.

Известны работы [1], посвященные выявлению влияния модификации твёрдого тела на изменение формы спектров вторичных электронов, включая упруго и дискретно рассеянные электроны, а так же изменению этих спектров в зависимости от угла выхода вторичных электронов.

В данной работе ставилась задача выявления изменений электронной структуры сплава ВТ6 после продольно винтовой прокатки при температуре 1000°C. Образцы имели размеры 5x10 мм², толщиной 1 мм. Поверхность шлифовалась и полировалась до шероховатости по R_a = 0,05 мкм и промывались, с целью удаления загрязнений.

Спектры в форме N(E) получены на модернизированном оже-спектрометре 09-ИОС-10 в ИФПМ СО РАН. Энергия электронов 3 кэВ. Площадь анализируемой поверхности 100 x 100 мкм². С целью исключения случайной погрешности, регистрация спектров проводилась неоднократно, с перерывами в несколько дней. Спектры были получены как среднее из десяти. Погрешность отклонения формы и энергии спектров не превышала 1%. Фон моделировался и вычитался с использованием метода Ширли.

Для более детального анализа изменения спектров рассеяния, экспериментальные спектры были разложены на составляющие. Гауссианы были проинтегрированы, а результаты оформлены в виде таблицы, в таблицу сведены интенсивности, энергии пиков и величины потерь энергии составляющих спектров дискретно рассеянных электронов, энергия упруго рассеянных электронов.

Символами 1s, 2s обозначены линии спектров электронов рассеявших энергию на возбуждение одного и двух поверхностных плазмонов соответственно. Символами 1p, 2p, 3p обозначены линии спектров электронов рассеявших энергию на возбуждение одного, двух и трех объёмных плазмонов соответственно.

При сопоставлении результатов, приведенных на рисунке 1 и в таблице 1, следует, что происходит трансформация линий спектров, характеризующих потери энергии на объёмных и поверхностных плазмонах, в деформированных образцах, по сравнению с исходными. Интенсивность линий от деформированного образца выше, по сравнению с исходным.

Анализируя интенсивности линий в таблице, выявлено то, что увеличиваются интенсивности 1s, 2p и 3p, а другие интенсивности уменьшаются. Таким образом, можно сделать вывод, что при деформации происходит перестроение энергетических уровней электронов, а из-за этого изменяется энергия плазмонов. Скорее всего это связано с перестройкой кристаллической решётки при деформации, когда атомы меняют своё положение [2].

Рис. 1. а - пример разложения на составляющие спектра упруго и дискретно рассеянных электронов, энергия упруго рассеянных электронов приведена к нулю; б - составляющие спектров дискретно рассеянных электронов, исходное состояние ВТ6, в - составляющие спектров дискретно рассеянных электронов ВТ6, подвергнутого продольно винтовой прокатке при 1000⁰С

Таблица 1. Потери энергии первичных электронов и изменения интенсивностей при рассеянии на плазмонах

Исходный	Потери энергии дискретно рассеянных электронов					
	48,5	24,7	17,7	15,1	9,7	7,6
	Линии					
	3p	3p	2s	1p		1s
	Интенсивности пиков					
	0,21	0,24	0,12	0,66	0,26	0,5
Нормированы на сумму интенсивностей	0,11	0,12	0,06	0,33	0,13	0,25
Деформированный	Потери энергии дискретно рассеянных электронов					
	48,5	24,7	16,2	12,9	9,45	7,9
	Линии					
	3p	3p	2s	1p		1s
	Интенсивности пиков					
	0,51	0,53	0,07	0,2	0,02	1,1
Нормированы на сумму интенсивностей	0,21	0,22	0,03	0,08	0,008	0,45

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-19-00198 от 26.04.2018).

1. Паршин А.С. Спектроскопия неупруго отраженных электронов твердотельных наноструктур элементарных полупроводников, магнитных металлов и их соединений. Дисс. д-ра физ.-мат. наук. Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, 2017.
2. Панин В.Е., Шулепов И.А., Панин А.В., Перевалова О.Б., Власов И.В. Влияние наномасштабных мезоскопических структурных состояний, связанных с кривизной кристаллической решетки, на механическое поведение титанового сплава Ti-6Al-4V // Физ. мезомех. - 2019. - Т. 22. - № 6. - С. 14-23.- DOI: 10.24411/1683-805X-2019-16002