



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

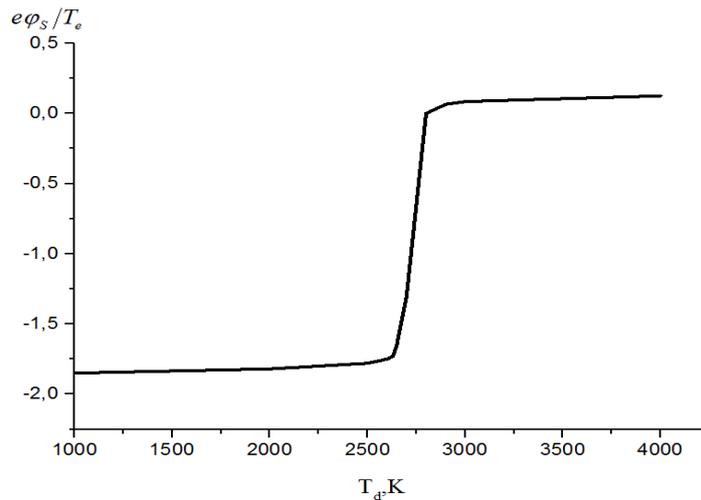
В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018



Сурет 2-  $T_e = T_i = 35eV$ ,  $n_e = n_i = 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  параметрлі плазмадағы тозанды бөлшектің тепе-тең потенциалының тозанды бөлшектің температурасына тәуелділігі

1-2 суретте термоядролық реакторда қабырғалық плазма параметрлері үшін электрондар мен иондардың жұтылуын, термоэлектронды эмиссия және екінші электронды эмиссияны есептегендегі тозанды бөлшектің тепе-тең потенциалы көрсетілген. Термоэлектронды эмиссия салдарынан тозанды бөлшектің бетінен электрондардың ыршып шығуына байланысты бөлшектің потенциалы өсе бастайды, содан кейін нольге тең болады да, таңбасын оңға ауыстырады.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Крауз В.И., Мартыненко Ю.В., Свечников Н.Ю., Смирнов В.П., Станкевич В.Г., Химченко Л.Н. Наноструктуры в установках управляемого термоядерного синтеза // УФН. - 2010. - Т.180.- №10. - С. 1055-1071.
2. Цытович В.Н., Винтер Дж. Пыль в установках управляемого термоядерного синтеза // УФН. - 1998. - Т. 168. - №8. - С. 899-907.
3. Фортов В.Е., Храпак А.Г., Храпак С.А., Молотков В.И., Петров О.Ф. Пылевая плазма // УФН. - 2004. - Т. 174.- №5. - С. 495-544.
4. Мартыненко Ю.В., Нагель М.Ю. Образование пыли в токамаке // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез.- 2009.- вып.3. - С.43-48.

УДК 535.8

#### ВЛИЯНИЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ АЛЬФА-ЧАСТИЦАМИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Байбекова Назерке Серікпайқызы**

Магистрант Международной кафедры ядерной физики, новых материалов и технологии ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
 Научный руководитель – Абланов М.Б.

Одним из направлений разработки новых конструкционных материалов для ядерных установок является нанесение защитных покрытий с высокой устойчивостью физических и механических свойств на воздействие ионизирующей радиации на существующие

конструкционные материалы. В частности, это относится к четвертому поколению ядерных реакторов, среди которых реакторы с жидкостными охлаждающими жидкостями и газоохлаждаемые реакторы считаются перспективными. Материалы таких реакторов могут быть открыты в дополнение к потоку нейтронов к высоким температурам и агрессивным средам [1]. **Основные достоинства реакторов четвертого поколения:**

1. Дают в 100-300 раз больше энергии, при одинаковом количестве топлива
2. Могут работать на существующих ядерных отходах
3. Более безопасные устройства.

Материалы под действием облучения испытывают структурные превращения, которые приводят к нежелательным изменениям свойств в эксплуатации. Наиболее сильное влияние оказывает нейтронное облучение. Влияние облучения  $\alpha$ -частицами, протонами, тем более легкими частицами и  $\gamma$ -излучения менее сильно. В связи с этим материалы, эксплуатирующиеся в условиях облучения, должны быть радиационно стойкими.

Радиационная стойкость - стабильность структуры и свойств в условиях облучения. Наибольшее влияние структурные изменения от облучения оказывают на механические свойства и коррозионную стойкость.

При облучении потоками частиц (нейтронов, протонов, электронов, альфа-частиц осколков деления) и жестким электромагнитным (гамма- и рентгеновским) излучением в материалах образуются структурные повреждения, называемые радиационными дефектами. Переданная материалу твердых тел энергия частиц или излучения частично расходуется на разрыв межатомных связей. Для образования, например, простейшего радиационного дефекта - пары Френкеля (вакансии и междоузельного атома) необходима энергия 14-35 эВ, превышающая пороговую. При облучении материалов частицами с энергией порядка мегаэлектронвольта смещаемым атомам передается энергия, на порядки более высокая по сравнению с пороговой. Смещаемый атом ускоряется, а его кинетическая энергия расходуется на ионизацию атомов, расположенных вдоль траектории движения. В результате образуется каскад радиационных дефектов [2].

Для исследования получения материалов с покрытиями используются разные методы экспериментов. Один из них метод магнетронного реактивного распыления.

Метод магнетронного реактивного распыления (MRS) — очень сложный технологический процесс, сочетающий в себе распыление в плазме металлической мишени и проведение химической реакции между распыленным материалом и реактивным газом, в том числе на подложке. Он позволяет в широком диапазоне управлять электрофизическими свойствами формируемой пленки. До сих пор процессы реактивного распыления изучены не до конца, хотя первая монография о реактивных процессах, принадлежащая В.Д. Вествуду, появилась в 1989 г. Управление этим процессом требует достаточно сложного контролирующего оборудования [3].

В процессе формирования тонких пленок при реактивном ионном распылении (магнетронное реактивное - это частный случай) обычно выделяют три стадии, которые вносят определенный вклад в процесс в целом и по-своему влияют на свойства формируемых пленок:

- распыление материала мишени,
- пролет распыленных атомов и кластеров к подложке,
- конденсацию на подложке и рост тонкой пленки.

При реактивном ионном распылении мишень бомбардируется как энергичными ионами, так и нейтральными атомами и молекулами инертного и химически активного газа, вследствие чего в общем случае происходит распыление материала мишени, внедрение ионов, а также адсорбция молекул газа на поверхности мишени. С учетом предположений, что атомы инертного газа адсорбируются слабо, а внедрение ионов в мишень при энергиях менее 1 кэВ незначительно, скорость распыления атомов мишени определяется как коэффициентом распыления материала мишени и плотностью потока ионов, так и

парциальным давлением реактивного газа, вероятностью прилипания и коэффициентом газового распыления. Присутствие кислорода или другого реактивного газа ведет к уменьшению скорости распыления. Если принять, что вероятность столкновения распыленных частиц с атомами рабочего и реактивного газа очень мала, то скорость роста тонкой пленки при реактивном ионном распылении определяется скоростями осаждения распыленных атомов и кластеров мишени на подложку. Стехиометрическим составом формируемой пленки можно управлять как изменением скорости осаждения (изменением плотности потока ионов, которая, в свою очередь, регулируется подаваемым на магнетрон напряжением), так и изменением парциального давления реактивного газа, причем давление газа на стехиометрию влияет в наибольшей степени [4].

У нитридов переходных металлов - очень высокая температура плавления. Некоторые нитриды плавятся или разлагаются при температурах выше 3000°C, а TaC имеет наивысшую из известных температур плавления - примерно 3983 °C (графит возгоняется при ~ 4000°C). Температуры плавления или разложения нитридов сравнимы с таковыми у чистых переходных металлов. Нитрид титана является технологически важным огнеупорным материалом, сочетающим физические свойства керамики и металла. Он широко используется в качестве защитного твердого покрытия для режущих инструментов или слоя металлизации в микроэлектронике. Однако проблема устойчивости свойств этих покрытий при облучении гораздо менее изучена. Это может помешать их использованию в качестве защитных покрытий в условиях, когда различные виды радиационного воздействия, например, являются одной из инертных матриц, предлагаемых для окружающего топлива в будущих системах с быстрым реактором с газовым охлаждением (GFR) [5,6].

Нитриды переходных металлов (TiZrN, TiCrN и др.) обладают высокой прочностью, коррозионной стойкостью и могут рассматриваться как перспективные. Однако устойчивость их свойств при облучении очень мало была исследована. В настоящей работе мы изучаем влияние низкоэнергетического облучения альфа-частицами на структуру и свойства многослойных покрытий на основе нитридов переходных металлов, поскольку эти покрытия демонстрируют высокие прочностные и антикоррозионные свойства [7]. Облучение альфа-частиц имитирует накопление гелия в конструкционных материалах за счет ядерных реакций при нейтронном облучении внутренних элементов реактора; криптон и ион ксенона имитируют облучение фрагментами деления ядерного топлива.

#### Список использованных источников

1. Мурти К. Л. и Чарит И., J. Nucl. Mater. 2008,383, 189-195 .
2. Гольцев М. В., Гольцев В. П., Гусакова С. В., Чаевский В. В, в Proc. из 7 Int. Conf. Взаимодействие
3. Радиация с твердыми телами, под редакцией Аникшика В. М. (БГУ, Минск, 2007), стр. 292-294.
4. Gavarini S., Toulhoat N., Peaucelle C., Martin P., Mende J. и Pipon Y., Nucl J.. Mater. 2007, 362, 364-373.
5. Углов В., Русальский Д. П., Злоцкий С. В., Севрюк А. В., Абадиас Г., Кислицын С. Б., Кадыржанов К. К., Горлачев И., Дуб С. Н, Серф. Пальто. Technol. 2010, 204, 2095 -2098.
6. Кислицын С., Горлачев И., Углов В.. Поверхностная структура покрытия Cr<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>N после облучения тяжелых ионов в
7. Структурные материалы для инновационной ядерной системы, Workshop Proc., Под редакцией OECD 2015, стр. 266-279.
8. Неклюдов И., Толстолуцкая Г., Проблемы радита. Sci. Technol. Phys. Radiat. Эфф. Radiat. Mater.Sci. 2003,83 (3), 3-14