



Al-Farabi Kazakh National University

**Proceedings of the
10th International scientific conference
«Chaos and structures in nonlinear systems.
Theory and experiment»,
devoted to the 75th anniversary
of Professor Z. Zhanabaev**

Almaty 2017

**Proceedings of the 10th International scientific conference
«Chaos and structures in nonlinear systems. Theory and experiment»,
devoted to the 75th anniversary of Professor Z. Zhanabaev**

edited by
Zeinulla Zhanabaev, Akmaral Imanbayeva

CHAOS 2017 KAZNU
almaty kazakhstan

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

June 16-18, 2017

БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР. ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТ: 10-ші Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары (16-18 мауысым, 2017, Алматы, Қазақстан). – Алматы: Қазақ университеті. – 2017.

ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ: Материалы 10-ой Международной научной конференции (16-18 июня, 2017, Алматы, Казахстан). – Алматы: Қазақ университеті. – 2017.

CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS. THEORY AND EXPERIMENT: Proceedings of the 10th International scientific conference (June, 16-18, 2017, Kazakhstan, Almaty). – Almaty: Kazakh University. – 2017.
ISBN 978-601-04-2695-5



© Қазақ университеті



© Эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты



© Ашық түрдегі ұлттық нанотехнологиялық зертхана

ISBN 978-601-04-2695-5

**МАЗМУНЫ
TABLE OF CONTENTS**

Plenary reports

З. Жанабаев <i>Нелинейные фрактальные меры и информационная энтропия в физике хаоса</i>	4
A. Miroshnichenko <i>Binary systems with circumstellar envelopes</i>	10
V. Timoshenko <i>Formation, Properties and Applications of Ensembles of Silicon Nanocrystals</i>	16
A. Potarov <i>Общая постановка проблемы потенциальных возможностей фрактально-скейлинговых методов в радиофизике, радиолокации и в теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов</i>	17
Dynamical chaos and self-organization in astrophysics	
О.В. Захожай, В.А. Захожай, А.С. Мирошниченко, К.С. Куратов <i>Физические параметры протопланетного диска вокруг молодой звезды IRAS 22150+6109</i>	36
З.Ж. Жанабаев, А.С. Бейсебаева, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев <i>Классификация горячих звезд на основе информационно – энтропийного анализа</i>	40
З.Ж. Жанабаев, С.А. Хохлов, А.Т. Агишев <i>Бифуркационные режимы эволюции нелинейной фрактальной меры</i>	44
А.К. Морзабаев, Ш.Г. Гиниятова, Г.А. Шаханова, С.М. Сахабаева, В.С. Махмутов, В.И. Ерхов <i>Анализ вариаций космических лучей, зарегистрированные в январе-феврале 2017 года на детекторе CARPET(Astana)</i>	48
В.В. Дьячков, А.В. Юшков <i>Хаотизация и кристаллизация пространства-времени</i>	52
А.К. Куратова, А.С. Мирошниченко, К.С. Куратов, А.Ж. Наурзбаева, Н.Ш. Алимгазинова, А.Б. Манапбаева <i>Определение критериев и поиск звезд типа FS CMA</i>	55

А.Т. Temiraliyev, I.A. Lebedev, A.K. Danlybaeva <i>Stochastic dynamics of quark-gluon system</i>	50
В.А. Захожай <i>Описание процесса самоорганизации образования и эволюции звездных систем в статистической космогонии</i>	59
А.М. Рахметұллаева <i>Жұлдыз динамикасындағы хаос мәселесі</i>	64

Chaos and structures in condensed matter

К.С. Бактыбеков <i>Нелинейные фрактальные радиационные процессы в твердых телах</i>	70
В.С. Олешко, В.М. Юров <i>Фрактальная структура поверхностных слоев и эмиссия электронов из металлов</i>	75
А.И. Купчишин <i>Излучение позитронов в вакансионных дефектах</i>	78
Д.А. Куликов, А.А. Потапов, А.Э. Рассадин <i>Перенос фрактальных профилей и уравнение Кардара-Паризи-Цванга</i>	82
Б.Р. Нусупбеков, Д.Ж. Карабекова, А.К. Хасенов, А.Ж. Бейсенбек, Б.И. Казанкап <i>Исследование эффективности работы дробильно-измельчительного узла электроимпульсной установки</i>	87
Ж.Т. Исмаилов., К.М. Маханов <i>Технология получения пленок на основе графита и оксида алюминия</i>	92
З.Ж. Жанабаев, Т.Ю. Гревцева, Н.М. Джанишов, М.К. Ибраимов, С. Икрамова <i>Электрофизические свойства пористого кремния</i>	96
Х.А. Абдуллин, М.Т. Габдуллин, Д.В. Щур, Д.Г. Батрышев, Д.В. Исмаилов, Д.С. Керимбеков, Ж.Е. Аманов <i>Растворимость фуллерита в ароматических и других средах</i>	101
А. Даулетбекова, И. Маника, Н. Кирилкин, Р. Забелс, М. Байжуманов, А. Акилбеков, М. Здоровец, Г. Бекбауова <i>Люминесценция F₂ и F₃' центров вдоль ионного пути в кристаллах LiF, облученных ионами 12 МэВ ¹²C</i>	106

С.Л. Михайлова, О.Ю. Приходько, Е.С. Мухаметкаримов, К. Даутхан, С.Я. Максимова, Н.К. Манабаев, Г.А. Исмаилова <i>Влияние отжига на плазмонный резонанс в пленках $a\text{-Si:H} < \text{Ag} + \text{Ti} >$</i>	110
З.Ж. Жанабаев, В.Ю. Тимошенко, А.Ж. Турмухамбетов, Т.Ю. Гревцева, Р.Б. Асилбаева <i>Наномасштабная структура пленок пористого кремния</i>	113
А.И. Комаров, В.И. Комарова <i>Структура керамических микроплазменных покрытий, полученных на сплавах алюминия в электролитах-суспензиях с неоксидными наночастицами</i>	117
Ж.О. Мукаш, Л.В. Гриценко, А.Б. Кельдинова, С.Е. Кумеков, Х.А. Абдуллин <i>Исследование влияния термической и плазменной обработки на различные свойства iso слои на основе ZnO</i>	122
К.К. Диханбаев, В.А. Сиваков, А.И. Бондарев, Е. Шабдан, Е.Т. Таурбаев, Г.К. Мусабек <i>Электрические и резистивные характеристики пленки ZnO: Al на поверхности кремниевых нанонити</i>	126
А.К. Аймуханов, Н.Х. Ибраев, Т.М. Сериков <i>Исследование фотокаталитических свойств наноструктур TiO_2</i>	132
С.А. Дюсембаев, О.Ю. Приходько, Ж.К. Толепов, Н.Ж. Алмасов, С.Я. Максимова, К.А. Тауасаров, К.Д. Турманова <i>Технология получения и структура аморфных пленок GST, модифицированных висмутом, методом ионно-плазменного сораспыления</i>	137
Н.А. Воронова, А.И. Купчишин, А.А. Купчишин, В.М. Лисицын <i>О связи каскадно-вероятностной функции для стабильных частиц с уравнением Больцмана</i>	141
Е.Н. Еремин, В.М. Юров, А.Ш. Сыздыкова, С.А. Гученко <i>Поверхностное натяжение многоэлементных плазменных покрытий</i>	145
С.М. Манаков <i>Структура эпитаксиальных слоев арсенида галлия, выращенных на подложках из антимонида никеля</i>	149
К.К. Диханбаев, А.И. Бондарев, З.Ж. Жанабаев, А.М. Райымбек <i>Разработка и изготовление установки для исследования термоэффектов в полупроводниках</i>	152
В.М. Лисицын, Ж.Т. Карипбаев, Л.А. Лисицына, А.К. Даулетбекова, Г.С. Денисов, В. Ваганов, А.Т. Акилбеков, А.А. Мархабаева, Д. Мусаханов <i>Люминесценция кристаллов LiF с разным содержанием урана: и синтезом нанодфектов</i>	150

И.А. Воронова, А.И. Кунчишин, М.Н. Низов, В.М. Лисицын, К.Б. Тлебаев Исследование зависимости деформации политетрафторэтилена от времени при различных статических нагрузках	160
М.Л. Хейфец, П.А. Витязь, А.Л. Колмыков, С.А. Клименко, В.Т. Сенюгъ Физико-химический анализ неравновесных процессов синтеза наноструктурных конструкционных материалов и покрытий	162
В.С. Оленко, В.М. Юров Флуктуация контактной разности потенциалов при определении работы выхода электронов из конструкционных материалов ионизационным способом	165
З.Ж. Жаниябаев, К.К. Диханбаев, Е. Шабдан, А.С. Джурусбеков, А.А. Оразова Титан қыстығығы негізінде жасалған жұқа қабатты күш элементі	170
Т.Ә. Кокетай, А.К. Тусунбекова, А.С. Балтабеков, Х.Е. Қалдыркей, М.С. Кишишкын Қоспа иондарының калий сульфаты кристалдарының спектрлі-люминесцентті қасиеттеріне әсерін зерттеу	173
Г.К. Мусябек, Н.Е. Курумбай, Ж.Н. Бекмуршиева, К.К. Диханбаев, Г.Т. Шокобаев, Д.Ермухамед, А. Ыохман, В.А. Сиваков Получение пленок пористого титана методом электрохимического травления	176
А.И. Кунчишин, К.Б. Тлебаев Рентгеноструктурные исследования политетрафторэтилена	180
А.А. Кырыкбаева, А.Д. Мурадов, К.М. Мукашев, Г.Ш. Яр-Мухамедова Особенности изменения оптических свойств системы «полиимид – уба2си3об,7» подвергнутых γ-облучению	182
З.Ж. Жаниябаев, Е. Сагидолды, М.К. Ибраимов Наноразмерные кремниевые нитиеобразные структуры и их оптические свойства	186
Р.Х. Джаниябекова, Н.Х. Ибраев, Е.В. Селиверстова Структурные и оптические свойства тонких пленок оксида графена, допированного азотом	191
И.И. Коваль, В.М. Юров, О.В. Крысина, А.Д. Тересов, С.А. Гученко Влияние сильноточного электронного пучка на структуру плазменных покрытий	195
Р.С. Кабилев, К.Т. Ермиганбетов, Л.В. Чиркова, К.М. Миханов, Г.А. Петренко Саморганизация в полупроводниковых приборах	199
В.И. Кубич, В.М. Юров, С.А. Гученко, О.Н. Завицкая Влияние термической обработки на трибологические свойства плазменных покрытий	203

Сонымен, максимумы 240К болатын $K_2SO_4-Co^{2+}$ кристалының жана термомиталандырылган люминесценция (ТҮЛ) шыңының сәулелендіру шыңы коспа иондарымен коздырылган матрицаның кемтіктік орталықтарының ыдырауымен немесе радиациялық-ынталандырылган коспа орталықтарының ыдырауымен байланысты болу мүмкін. Берілген радиациялық-ынталандырылган коспа орталықтары нысандарды сәулелендірген сон алынған жұту спектрлерін өлшеумен дәлелденеді.

Әдебиеттер

1. Ким Л.М., Кукетасев Т.А., Мусенова Э.К., Тагаева Б.С. Влияние полиморфных фазовых переходов на свойства примесных ионов таллия // Материалы 6-ой международной конф. по хаосу и структуре в нелинейных системах. Теория и эксперимент - Астана, 2008. - Б. 106-109
2. Шаршесев К. Новые оптические материалы на основе монокристаллов сложных соединений щелочных металлов. Монография. - Каракол: Полиграф. ИГУ им. К.Тыныстановы, - 2010. - 256 с.
3. Radhakrishna S. and Pande K.P. Optical and electrical properties of some sulphates doped with cobalt // Phys. Chem Sol. 1972. Vol. 34, № 8. P. 2037-2044.
4. Koketov T., Tussupbekova A., Baltabekov A., Tagayeva B., Ibrayeva A., Mussenova E. Optical studies of the absorption curves of KDP crystal // Book of abstracts. The 4th International Conference on the Physics of Optical Materials and Devices. - Budva, Montenegro, 2015 - P. 234.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ПОРИСТОГО ТИТАНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ

Г.К. Мусабек^{1,2}, Н.Е. Курумбай¹, Ж.Н. Бекмурзаева¹, К.К. Диханбаев¹, Шокобаева Г.Т.¹, Д. Ермухамед¹, А. Бохман³, В.А. Сиваков⁴

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Gauhar.Musabek@kaznu.kz

²Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, Алматы, Казахстан.

³Высшая школа им. Эрнста Аббе, Йена, Германия.

⁴Лейбниц Институт фотонных технологий, Йена, Германия

В настоящее время пористый титан и титановые сплавы различного состава становятся все более популярны в сфере изготовления ортопедических и стоматологических имплантатов, замещающих твердые ткани организма человека или их функции. Опытные пленки пористого титана были получены методом электрохимического травления поверхности титановых пластинок марки GR2, толщиной 0.1 мм. В качестве рабочего электролита был использован раствор на основе этилендиоксида $C_2H_4O_2:H_2O:NH_4F$ взятый в объемном соотношении 96%:3.5%:0.5% соответственно. Исследовалось влияние изменения напряжения анодирования и времени травления на структурно-морфологическую модификацию и морфологию поверхности образцов. В ходе исследований установлено, что увеличение напряжений при электрохимическом анодировании приводит к образованию более однородных по структуре слоев, а регулирование времени травления влияет на толщину пленок. Также с помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии показано, что предложенным нами методом можно получать достаточно чистые пленки пористого титана, с минимальным содержанием токсичных примесей.

Введение. В течение многих лет, твердые металлы и их сплавы широко используются для изготовления имплантатов, замещающих твердые ткани организма человека или их функции. Для улучшения твердых имплантатов в костной ткани, были разработаны материалы с пористой структурой [1]. Интерес, проявляемый к исследованию пористых пленок на основе титана, связан с их необычными физическими и химическими свойствами, такими как уни-

кальные свойства поверхности, сенсорные и оптические свойства, биологическая совместимость, механическая прочность [2]. В настоящее время для получения пористого титана используются различные методы: порошковый металлургический [3], химическое осаждение из растворов, электрофорез, плазменное распыление, метод пространственного наполнителя, электрохимическое травление [4, 5]. Многие из перечисленных методов являются сложными в исполнении и требуют использования дорогого в обслуживании вакуумного оборудования, что негативно влияет на себестоимость получаемых материалов. Материалы, применяемые в технических и биомедицинских областях должны быть прежде всего доступны, поэтому одним из наиболее доступных и простых в исполнении методов структурирования является электрохимическое травление. Полученные таким методом пленки пористого титана обладают интересной микроструктурой и отличными от объемной модификации физическими свойствами. Несомненными достоинствами данного типа структур является открытая пористость и достаточно узкое распределение пор по размерам [6, 7]. Однако, не так много исследований проведено по определению механизмов реакций электрохимического растворения титана, и особенностей формирования пористой структуры, влияния режимов получения, химического состава электролита и внешних факторов.

Традиционно используемые для электрохимического травления электролиты содержат соли токсичных элементов (сульфаты, хлориды и др.), что делает получаемый материал не применимым в биомедицинских целях. В связи с этим, основной целью работы являлась разработка методики получения слоев пористого титана методом электрохимического травления с использованием электролита на основе этиленгликоля и исследование структурных свойств опытных образцов.

Методика эксперимента

Опытные пленки пористого титана были получены методом электрохимического травления поверхности титановых пластин марки GR2, толщиной 0.1 мм. К качестве рабочего электролита был использован раствор на основе этиленгликоля $C_2H_6O_2:H_2O:NH_4F$ взятый в объемном соотношении 96%:3.5%: 0.5% соответственно. Исследовалось влияние изменения напряжения анодирования и времени травления на структурную модификацию и морфологию поверхности образцов. Так, напряжение анодирования изменялось в интервале 10 - 190 В, а времена травления - от 1 до 15 минут. Структурные свойства опытных образцов исследовались с помощью сканирующей электронной микроскопии на микроскопе Carl Zeiss ULTRA 55, FE-SEM. Также был исследован элементный состав пористых слоев методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX), с помощью EDX камеры сканирующего электронного микроскопа Bruker XFlash 6 30 SDD EDS.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведены снимки СЭМ поверхности опытных образцов пористого титана, сформированных на поверхности титановой металлической подложки при фиксированном времени травления, равном 3 минуты, и различных напряжениях анодирования. Из рисунка видно, что увеличение рабочего напряжения приводит к формированию более однородных пор на поверхности металлической подложки (рис. 1б). Также стоит отметить, что размер пор также становится практически одинаковым, обеспечивая узкий диапазон для распределения по размерам. Таким образом, можно предположить, что при относительно низких напряжениях анодирования скорость образования пор низкая, и поры образуются на центрах механических напряжений и вблизи поверхностных структурных дефектов. Отсюда следует образование рыхлой неоднородной структуры, представленной на рисунке 1а. Таким образом, экспериментально определено, что оптимальными рабочими напряжениями для формирования однородных структур исследуемых материалов, являются напряжения в интервале 100-175В.



Рис.

Кром
напряжени
напряжени
На ри
сформиров
ных времен
ления глав
пленки пор
как при тра

Рис.
электрохим

На ри
состава тип
поверхности
Из при
не титана, та
не превыша
туры и мин
примеси так
структурных

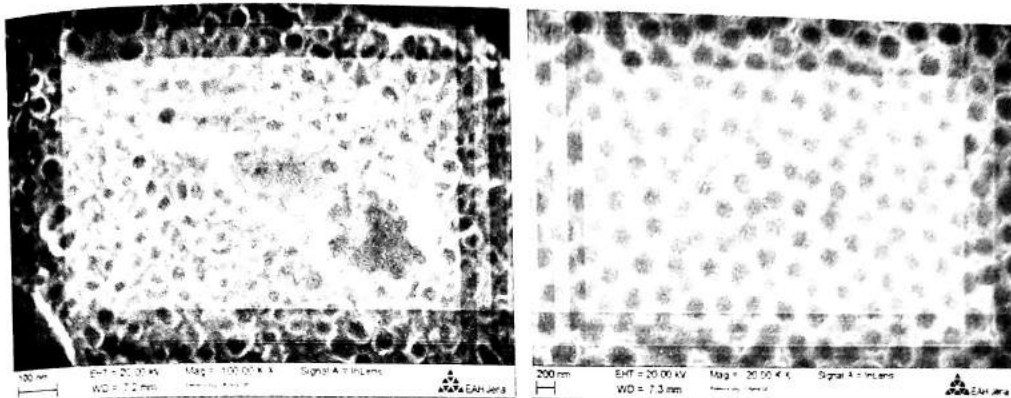


Рис.1. Изображения СЭМ поверхности образцов пористого титана, полученных электрохимическим анодированием в течение 3 минут при напряжении анодирования: а) 70В и б) 100 В.

Кроме того, величина напряжения анодирования влияет на средний размер пор, так, при напряжениях ниже 150 В формируются преимущественно поры с диаметрами 30-120 нм, а при напряжениях свыше 150 В наблюдалось образование пор с диаметрами 200-400 нм.

На рисунке 2 показаны снимки СЭМ поверхности опытных образцов пористого титана, сформированных при фиксированном напряжении анодирования, равном 150 В, при различных временах анодирования. Очевидно, что длительность процесса электрохимического травления главным образом влияет на толщину получаемых структур. Таким образом, толщина пленки пористого титана, полученного в течение 5 минут анодирования равна 450 нм, тогда как при травлении в течение 7 минут, толщина образца составила 680 нм.

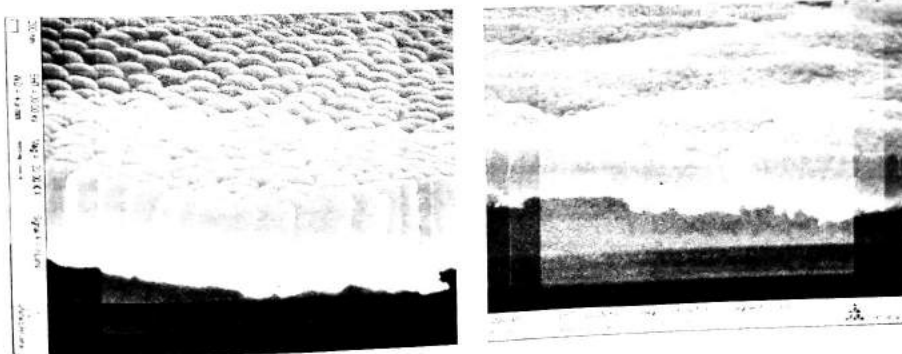


Рис. 2. Изображения СЭМ поверхности образцов пористого титана, полученных электрохимическим анодированием минут при напряжении анодирования 150 В в течение: а) 7 минут и б) 5 минут.

На рисунке 3 приведена диаграмма рентген дисперсионного распределения элементного состава типичной пленки пористого титана, полученной при электрохимическом травлении поверхности титановой подложки при напряжении анодирования 70 В в течение 7 минут.

Из приведенной диаграммы ясно, что образованная структура преимущественно состоит из титана, также присутствуют Si, Al, O, F, C и TiO₂ в очень малом процентном соотношении, не превышающем 2-3% от общего объема. Это говорит о высокой чистоте полученной структуры и минимальном уровне загрязнения различными примесями. Стоит отметить, что сами примеси также не являются токсичными. Таким образом, анализ результатов исследования структурных свойств и элементного состава слоев пористого титана, получаемых методом

электрохимического травления в электролите на основе этиленгликоля, позволяет называть данный материал перспективным для использования в биомедицинских применениях.

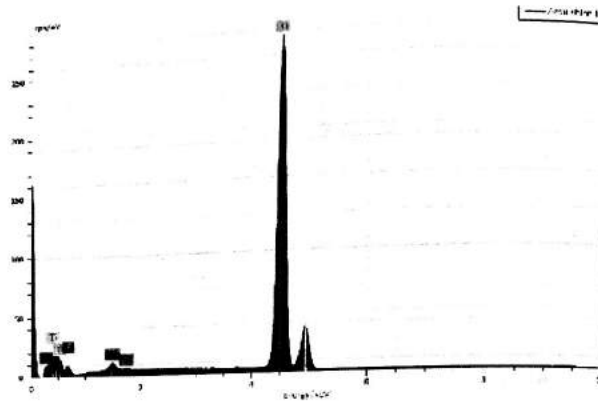


Рис. 3. Диаграмма энерго-дисперсной поверхности образца пористого титана, полученного электрохимическим анодированием в течение 7 минут при напряжении 70 В.

Заключение

Опытные пленки пористого титана были получены методом электрохимического травления поверхности титановых пластин марки GR2, толщиной 0.1 мм. В качестве рабочего электролита был использован раствор на основе этиленгликоля $C_2H_6O_2:H_2O:NH_4F$ взятый в объемном соотношении 96%:3.5%:0.5% соответственно. Экспериментально установлено, что увеличение значений напряжения при электрохимическом анодировании приводит к образованию более однородных по структуре слоев, а регулирование времени травления влияет на толщину пленок. Анализ элементного состава образцов пленок пористого указывает на то, что методом электрохимического травления в электролите на основе этиленгликоля можно получать достаточно чистые пленки пористого титана, свободные от вредных и токсичных примесей. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что структуры пористого титана, получаемые с применением электролита на основе этиленгликоля, являются перспективным материалом как для биомедицинских применения, так и для использования в технических устройствах.

Литература

1. Stok J., Lozano D., Chai Y. Ch., Yavari S.A., Bastidas Coral A. P., Verhaar J. A.N., Gomez-Barrena E., Schrooten J., Jahr H., Zadpoor A.A., Esbrit P., Weinans H. Osteostatin-coated porous titanium can improve early bone regeneration of cortical bone defects in rats // *Tissue engineering: Part A*. -2015, -V. 21, -No. 9 and 10, -P. 1495-1506.
2. Wen C.E., Yamada Y., Nouri A., Hodgson P.D. Porous titanium with gradients for biomedical applications // *Materials science forum*. - 2007, -V. 539-543, -P. 720-725.
3. Oh I.H., Nomura N., Masahashi N., Hanada S. Mechanical properties of porous titanium compacts prepared by powder sintering // *Scripta Mater*. - 2003, -V.49, -P. 1197-1202.
- 4 Li L, Kong Y, Kim K , Improved biological performance of Ti implants due to surface modification by micro-arc oxidation // *Biomaterials*. -2004, -V. 25(14), -P. 2867-2875.
5. Ryan G., Pandit A., Apatsidis D. P. Fabrication methods of porous metals for use in orthopedic applications // *Biomaterials*. - 2006, -V. 27, -P.2651-2670.
6. Pereira B. L., Tummeler P., Marino C.E.B., Soares P. C., Kuromoto N.K. Titanium bioactivity surfaces obtained by chemical/electrochemical treatments // *Revista materia*. - 2014, -V. 11530, -P. 16-23.
7. Tajima K., Hironaka M., Chen K. , Electropolishing of CP Titanium and Its Alloys in an Alcoholic Solution-based Electrolyte // *Dental Materials Journal*. - 2008, -V. 27(2), -P. 258-265.

РЕНТГЕНОСТРУКТУРА

А.И. Купчишин^{1,2}

¹Казахский национальный университет им. М.В. Ходоткина
²Казахский национальный университет им. М.В. Ходоткина
ankupchishin@mail.ru

Проведены рентгенографические исследования политетрафторэтиленовых пленок, связанные с трехмерной структурой.

Как известно, политетрафторэтилен (ПТФЭ) широко применяется в науке и промышленности. В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению объема производства ПТФЭ в странах с низким уровнем развития. Кальциевые добавки обеспечивают широкую область применения для него характерные свойства. Производство фторопласта на основе политетрафторэтилена химическим путем называется «органическим». Фторопласт гидрофобен, имеет низкие диэлектрические свойства. Ионной модификации ПТФЭ в результате действия пучков радиации. В данной работе рассмотрены ряды важных свойств ПТФЭ, возникающих в результате воздействия в области молекулярных модификаций. ПТФЭ зависят от его морфологии радиационных процессов, представляющих на основе ПТФЭ из модифицированных ультрадисперсных частиц, представляющих сферу изучения модификации ПТФЭ.

В данной работе рассмотрены ряды важных свойств ПТФЭ, возникающих в результате воздействия в области молекулярных модификаций. ПТФЭ зависят от его морфологии радиационных процессов, представляющих на основе ПТФЭ из модифицированных ультрадисперсных частиц, представляющих сферу изучения модификации ПТФЭ. В данной работе рассмотрены ряды важных свойств ПТФЭ, возникающих в результате воздействия в области молекулярных модификаций. ПТФЭ зависят от его морфологии радиационных процессов, представляющих на основе ПТФЭ из модифицированных ультрадисперсных частиц, представляющих сферу изучения модификации ПТФЭ. В данной работе рассмотрены ряды важных свойств ПТФЭ, возникающих в результате воздействия в области молекулярных модификаций. ПТФЭ зависят от его морфологии радиационных процессов, представляющих на основе ПТФЭ из модифицированных ультрадисперсных частиц, представляющих сферу изучения модификации ПТФЭ.