



№ 1
2011

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ
И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Научный журнал



Издательство ИрГТУ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ
Научный журнал
№ 1, 2011**

Издательство Иркутского государственного технического университета

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Евстафьев Сергей Николаевич, д.х.н., проф.

Заместители главного редактора

Верхотуров Василий Владимирович, д.б.н., проф.

Лозовая Татьяна Сергеевна, к.б.н., доц.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бегунов Альберт Иванович, д.т.н., проф.

Воронов Владимир Кириллович, д.х.н., проф.

Дадашев Мирали Нуралиевич, д.т.н., проф.

Корчевин Николай Алексеевич, д.х.н., проф.

Немчинова Нина Владимировна, д.т.н., доц.

Непомнящих Александр Иосифович, д.ф.-м.н., проф.

Рогожин Василий Васильевич, д.б.н., проф.

Саловарова Валентина Петровна, д.б.н., проф.

Ульянов Борис Александрович, д.т.н., проф.

Цыренов Владимир Жигжитович, д.б.н., проф.

Чхенкели Вера Александровна, д.б.н., проф.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство ПИ №ФС77-47900 от 22 декабря 2011 г.

Учредитель ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет

Ответственный за выпуск: Верхотуров В.В.

Адрес редакции:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, ауд. Е-211

E-mail: biochem@istu.edu

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЧЕСКИЙ И НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Шмидт Ф.К., Титова Ю.Ю., Белых Л.Б., Гомбоогийн Мягмарсурэн Активации связи В–F в системе $Ni(PR_3)_4-BF_3 \cdot OEt_2$ и каталитическая димеризация пропилена в ее присутствии	4
Титова Ю.Ю., Белых Л.Б., Ратовский Г.В., Шмидт Ф.К. Гидрирование нафталина в присутствии каталитических систем на основе бис(ацетилацетоната) кобальта и трибутилфосфина	9
Андреев И.Е. Синтез 2,4-динитрофенилгидразонов дилиденциклоалканонов	15
Матвеева А.А. Синтез и строение потенциально биологически активных азолохиназолонов на основе илиденциклогексанонов и аминоказолов	18
Раскулова Т.В., Тютрин Е.Г., Демина А.А. Новые депрессорные присадки к топливам на основе высокомолекулярных соединений	20
Покровская М.А. Особенности радикальной сополимеризации стирола и аллилглицидилового эфира	23
Некрасова Е.В., Даткова Е.А., Димова Л.М. Влияние гексанитрокобальтата и тетрафенилбората натрия на ионообменные свойства фосфата олова (IV)	26
Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н. Новые полимерные системы с комплексообразующими свойствами	31
Лобачев А.А., Новиков М.С., Озеров А.А., Бухайт Р.У. Синтез и противовирусные свойства в отношении ВИЧ-1 новых метилированных производных 1-(бензилоксиметил)-5-(ариламино)урацила	35
Бисикало А.Л. Синтез, состав и свойства биомосов	37
Боева М.К., Аминова Н.А., Ильтуганов А.Я. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах нитрат неодима-нитрат тетраметиламмония (динитрат гидразина)-вода	42

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Во Дай Ту Влияние pH и температуры на ионообменную способность глинистых минералов ряда месторождений Иркутской области	47
Мягчилов А.В., Гончаренко О.Э., Соколова Л.И., Горовой П.Г., Дмитренко П.С. Выделение и идентификация флавоноидов из соцветий серпухи венценосной <i>Serratula coronata</i> L. (Asteraceae)	51
Акимов Д.В. Получение изотопнообогащенного металлического свинца, его очистка и дообогащение	54
Джевага Н.В. Флотационное извлечение катионов иттрия и иттербия из водных растворов	58
Долганова И.О. Развитие подхода к моделированию процессов нефтепереработки на примере алкилирования бензола этиленом	62
Тигунцева Н.П., Каницкая Л.В., Евстафьев С.Н. Состав водорастворимых соединений надземной части одуванчика лекарственного <i>Taraxacum officinale</i>	68
Яковлева А.А., Чыонг Суан Нам Изучение адсорбционной способности исходного и модифицированного талька к канифоли	72

ПРИКЛАДНАЯ БИОХИМИЯ И BIOTEХНОЛОГИЯ

Саловарова В.П., Мелентьев В.А., Берсенева О.А. Использование отходов делигнификации для глубинного культивирования ксилотрофных грибов	78
Чхенкели В.А., Глушенкова Т.В., Горяева Н.А., Чхенкели Л.Г., Калинович А.Е. Оптимизация получения биологически активной субстанции на основе гриба-ксилотрофа <i>Trametes pubescens</i> (Shumach.:Fr.)Pilat	82
Чхенкели В.А., Глушенкова Т.В., Дзюба Н.Ф., Горяева Н.А., Чхенкели Л.Г., Калинович А.Е., Дульцева Т.М. Перспективы применения препарата на основе гриба-ксилотрофа рода <i>Trametes</i> для профилактики бактериальных инфекций у цыплят	88
Минеев Г.Г., Минеева Т.С. Биометаллургические процессы извлечения золота из нестандартного сырья	94
Гончиг Г. Изучение влияния многокомпонентного рассола на функционально-технологические свойства монгольской баранины с целью повышения потребительских свойств готовых изделий	100
Короткова А.А. Новые функциональные продукты из козьего молока, обогащенного биодоступным йодом и селеном	102
Санданов А.А., Цыренов В.Ж., Островский Д.Н. Микробиологический синтез 2-С-метил-D-эритрит-2,4-циклодифосфата	108

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Кузьмина М.Ю., Кузьмин М.П. Электрохромные свойства оксидов титана	113
Гузеева Т.И., Леонова Л.А., Крикуненко А.С. Модификация поверхности и свойств титана медицинского назначения химическим травлением	118

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕССЫ

Свиридов Д.П., Семёнов И.А., Ситников Д.Н., Романовский А.А., Ульянов Б.А., Засухин Е.П. К расчету ультразвукового диспергатора для измельчения частиц твердого материала в водной среде	124
Семёнов И.А., Ульянов Б.А., Ситников Д.Н. Экспериментальная оценка коэффициентов активности компонентов бинарных смесей ацетон-вода и метанол-вода по концентрационным зависимостям поверхностного натяжения	128

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ

Гунич С.В., Янчуковская Е.В. Технология микроволновой карбонизации органических компонентов твердых бытовых отходов	132
Белозерова Р.Х., Шабанова А.В. Эколого-аналитическая оценка состояния городских водоемов г. Самары	135
Белозерова Р.Х., Шабанова А.В. Разработка методики оценки и сравнения уровня загрязненности городских водоемов с использованием шкалы Харрингтона	140
Захарьева Ю.И., Верещагин А.Л. Усиление фитотоксичности системного гербицида наноконцентрациями природных органических кислот	143
Мелкозеров В.М., Вельп А.Я., Бежелева А.В., Лапушова Л.А., Марьянчик Д.И., Васильев С.И. Результаты исследования эксплуатационных характеристик технических промывочных жидкостей для очистки нефтезагрязненных почв	145

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Колесникова Н.В., Данилов М.Б., Старцева А.А. Влияние белково-жировых суспензий с овощными наполнителями на функционально-технологические свойства котлетного фарша	149
Гомбожапова Н.И., Брянская И.В., Данилов М.Б., Медведева Е.Н. Влияние арабиногалактана на свойства рассолов для деликатесных мясопродуктов	150
Лескова С.Ю., Брянская И.В. Создание майонеза для здорового питания	152
Забалуева Ю.Ю., Колесникова Н.В., Федорова Т.Ц. Сравнительная характеристика пищевой ценности фруктовых чипсов	153
Павлова С.Н., Федорова Т.Ц. Использование дикоросов Бурятии при производстве плодово-ягодных соков	155
Самофалова Л.А., Сафронова О.В. Изучение морфологических особенностей клеток <i>B. bifidum</i> при культивировании на соевом молоке из прорастающих семян	156
Иванова Г.В., Кольман О.Я. Новые виды мучных кондитерских изделий пониженной калорийности	157
Иванова Г.В., Кольман О.Я. Новые пищевые технологии в производстве продуктов питания	159
Хазарадзе Н.Т., Гвинианидзе Т.Т., Габриадзе Т.Т., Цуцкиридзе Н.Р. Целебные свойства экстракционного масла чайного листа	161
Хазарадзе Н.Т., Каркашадзе Н.Н., Гвинианидзе Т.Т., Габриадзе Т.Т. Разработка технологии мази на основе экстракционного масла чайного листа	163
Кузнецова Е.Г. Исследование возможности применения холодильной технологии и оборудования для замораживания <i>Allium victorialis</i> L.	165
Татарникова Е.А. Функциональные мучные кондитерские изделия с арабиногалактаном: проблемы и перспективы	168
Молокова К.В., Привалова Е.А. Сбраживание модельного сусла повышенной концентрации в условиях периодического вакуумирования	169
Болдашевский А.В. Взаимодействие фторбензальдегида с цитизином в условиях микроволнового облучения	172
Макаренко Е.В. Перспективы применения зерна яровой пшеницы Иркутской области в прикладной биотехнологии	174

3. Дисплеи / под ред. Ж. Панкова; пер. с англ. под ред. А.Г. Филиппова. М. : Мир, 1982. 320 с.
4. Электрохромные материалы и индикаторы на их основе: обзор // Радиоэлектроника за рубежом. Информационный бюллетень. 1983. Вып. 7 (979). С. 1–10.
5. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов. 2-е изд., испр. М. : Высшая школа, 2000. 528 с.
6. Морачевский А.Г. Термодинамика расплавленных металлических и солевых систем. М. : Металлургия, 1987. 240 с.
7. Электрохимические методы исследования в термодинамике металлических систем / Морачевский А.Г. [и др.]. М. : ИКЦ Академкнига, 2003. 336 с.
8. Кузьмина М.Ю. Электрохромные свойства оксидов титана // Фундаментальная электрохимия и электрохимическая технология : тезисы докл. VII Международного Фрумкинского симпозиума. Ч. 2 (Москва, 23–28 окт. 2000 г.). М., 2000. С. 591–592.
9. Kuzmina M.Ju. Titanium Anodic Oxidation in Molten Salts // Electrochemistry and Surface Technology: abstracts at International Conference and Exhibition, 200th Birthday of Professor Moritz Jakob (Moscow, Russia, June 4–8, 2001). М., 2001. P. 174–175.
10. Эффективные технологии при переработке редкометалльного сырья и материалов / Анфилогова Л.А. [и др.] // Известия ВУЗов. Цветная Metallургия. 2005. № 2. С. 17–21.
11. Кузьмина М.Ю. Электрохромный эффект в тонких пленках оксида титана // Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств : материалы докл. науч.-практ. конф. (Иркутск, 29–30 апр. 2008 г.). Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2008. С. 76–78.
12. Кузьмин М.П., Кузьмина М.Ю. Изменение параметров оксидных пленок TiO_2 при длительной работе модельной электрохромной ячейки // Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств : материалы докл. науч.-практ. конф., апр. 2010 г. Иркутск, 2010. С. 169–171.
13. Кузьмина М.Ю., Кузьмин М.П. Явление электрохромного эффекта в тонких пленках оксида титана // Вестник ИрГТУ. 2011. № 2 (49). С. 136–142.
14. Кузьмина М.Ю., Кузьмин М.П. Коэффициент контраста титанового электрохромного электрода // Вестник ИрГТУ. 2011. № 8 (55) С. 139–143.
15. Sunseri C., Di Quarto F., Di Paola A. Kinetics of coloration of anodic electrochromic films of $WO_3 \cdot 2H_2O$ // J. Appl. Electrochem. 1980. V. 10. № 5. P. 669–675.
16. Okzuku T., Hirai T. An electrochromic display based on titanium dioxide // Electrochim. Acta. 1982. V. 27. № 9. P. 1263–1266.
17. Лачин В.И., Савёлов Н.С. Электроника : учеб. пособие. 8-е изд. Ростов н/Д : Феникс, 2010. 704 с.
18. Электротехнический справочник / Корякин-Черняк С.Л. [и др.]. СПб. : Наука и Техника, 2009. 464 с.
19. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М. : Мир : Бином ЛЗ, 2003. 592 с.
20. Юркинский В.П., Махалова М.Ю. (Кузьмина М.Ю.), Морачевский А.Г. Исследование пассивации титана в расплаве KNO_3-NaNO_3 // Электрохимия. 1986. Т. 22. № 12. С. 1658–1660.
21. Эл
22. Электрохимическое окисление тантала и титана в нитратных расплавах / Юркинский В.П. [и др.] // ЖПХ. 1988. Т. 61. № 1. С. 54–60.

ELECTROCHROMIC PROPERTIES OF TITANIUM OXIDES

M.Y. Kuzmina, M.P. Kuzmin

It is shown that oxide layers formed by electrochemical oxidation of titanium in nitrate melts possess electrochromic properties. The paper studies the electro-optical properties of oxide films on titanium. The optimal oxidation conditions and melt composition ensuring the obtaining of TiO_2 with high electrochromic parameters are determined. To receive the highest contrast ratio ($K = 7-8$) anodic oxidation must be carried out in nitrate melts of alkali metals with the addition of KF ($Cm(KF) = 0,01-0,04$ mol/kg) at the temperature of $625 \pm 10K$, voltage of $20 \pm 5V$ and process time in potentiostatic mode of 5–12 minutes. The possibility to create an electrochromic indicator device on the basis of titanium oxide is demonstrated.

Fig. 3. Tabl. 2. Sources 21.

Keywords: transition metals; oxidation; current-voltage curves; electrochromism, electrochromic materials, electrochromic indicators (displays); contrast rate.

УДК 546.82

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СВОЙСТВ ТИТАНА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ ТРАВЛЕНИЕМ

Т.И. Гузеева, Л.А. Леонова, А.С. Крикуненко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
krikunenko_anna@mail.ru

Исследованы составы химических травителей для титана на основе минеральных кислот (соляной, серной и фосфорной) с добавлением активатора фторида аммония. Определен и оптимизирован состав для селективного травления титана марки ВТ1-0 на основе фосфорной кислоты и фторида аммония.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: травление, селективный травитель, полирование, микрорельеф, съём металла.

ВВЕДЕНИЕ

Титан обладает высокой коррозионной устойчивостью и уникальными технологическими свойствами, что делает его незаменимым при изготовлении деталей, контактирующих с агрессивными средами. Титан широко используется в медицине для изготовления инструментов, имплантатов и эндопротезов благодаря высокой механической прочности, твердости, коррозионной стойкости и биоинертности. Низкая плотность титана, в сочетании с вышеперечисленными свойствами, делают его незаменимым в травматологии и ортопедии.

Основной проблемой при имплантации является обеспечение сцепления костной ткани с металлом. Для увеличения площади контакта, обеспечения стерильности необходимо осуществлять предварительную подготовку поверхности титановых имплантатов перед внедрением в кость.

В медицине для подготовки титановых изделий в основном используют пескоструйную обработку и/или напыление тонкого переходного слоя. Однако данными методами не всегда удается получить поверхность титана требуемого качества.

Целью работы являлось исследование процесса травления титана и разработка составов селективных травителей для титана, позволяющих регулировать толщину травленного слоя и формировать рельеф на поверхности с необходимой шероховатостью.

Критериями выбора травителя для титана являлись следующие параметры травления (скорость, степень травления, съём металла), микрорельеф поверхности после химической обработки и состав остаточного поверхностного слоя после травления.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводили на технически чистом титане сплава ВТ1-0, содержащем % мас.: Ti – 98,61–99,7; Fe – до 0,18; C – до 0,07; Si – до 0,1; O – до 0,12 [1].

Для изучения процесса травления титана использовали травители на основе соляной (HCl), серной (H₂SO₄), фосфорной (H₃PO₄) кислот концентрацией 1–8 М с добавлением в качестве активатора раствора фторида аммония в количестве (0,1–0,4 М). Время контакта образца с травителем составляло 5–50 мин.

Образцы титана (10×10×1) перед химическим травлением обезжиривали при кипячении последовательно в двух порциях тетрахлорида углерода, взвешивали и помещали в травитель на определенное время. Необходимое время травления устанавливали в предварительных экспериментах.

По окончании травления образец промывали тремя порциями дистиллированной воды, сушили в кипящем изопропиловом спирте.

Степень травления определяли гравимет-

рическим методом по результатам взвешивания образца до и после травления и рассчитывали по формуле:

$$\alpha = \frac{m_0 - m_\tau}{m_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m_0 – начальная масса образца титана, г; m_τ – масса образца в момент времени, т.

Кроме этого степень травления определяли атомно-эмиссионным методом на приборе серии iCAP6300 Duo, массу травленного материала рассчитывали по формуле:

$$m_\tau = C_{Ti} \cdot V_{p-pa}, \quad (2)$$

где m_τ – масса образца в момент времени τ , г; C_{Ti} – концентрация иона титана в травильном растворе после операции травления, г/л; V_{p-pa} – объем травильного раствора, л.

Скорость травления и съём металла находили по уравнениям:

$$V = \frac{\Delta m}{\tau S \rho}, \quad (3)$$

где V – скорость травления, мкм/мин; Δm – разность масс образца до и после травления, г; τ – время травления, мин; S – площадь пластины, см²; ρ – плотность титана, 4,5 г/см³.

$$h = \frac{\Delta m}{S \rho} \text{ или } h = V \cdot \tau, \quad (4)$$

где h – высота травленного слоя (съём металла), мкм.

Морфологию поверхности титана, шероховатость и химический состав поверхностных слоев исследовали, соответственно, на металлографическом микроскопе «МЕТАМ РВ-22», атомно-силовом микроскопе ACM NtegraAuge и Оже-спектрометре «Шхуна-2».

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Процесс травления характеризуется протеканием последовательно-параллельных реакций: окисление поверхности материала, образование плёнки продуктов реакции, растворение продуктов реакции и носит сложный характер. В зависимости от соотношения компонентов один и тот же травитель может быть полирующим или селективным [2]. Основными количественными параметрами травления являются: скорость травления, степень травления, съём металла, которые зависят как от состава травителя, так и от времени травления. Исследования зависимости скорости (степени) травления от состава травителя и времени проводили гравиметрическим методом определением массы образца до и после травления.

Установлено, что в исследуемых растворах кислот степень травления возрастает с увеличением концентрации кислоты. Зависимость степени травления от концентрации фторида аммония (NH₄F) имеет не столь тривиальный характер. Так до концентрации NH₄F равной 0,2 моль/л степень травления возрастает с увеличением concentra-

ции активатора, а затем уменьшается. Вероятно, при концентрациях фторида аммония выше 0,2 моль/л скорости образования пленки и её растворения становятся соизмеримыми, а в некоторых случаях скорость растворения продуктов реакции становится меньше. Это особенно характерно для травителей на основе фосфорной кислоты, содержащих NH_4F , так как в этих растворах степень травления титана линейно возрастает до предельного значения.

Была исследована зависимость степени травления титана в различных кислотных травителях от времени.

На рис. 1 представлены результаты экспериментов по определению степени травления

титана в кислотных травителях разного состава в зависимости от концентрации кислоты и фторида аммония.

Из зависимостей (рис. 2) установлено, что оптимальное время травления составляет 15–30 минут.

Результаты микроскопического анализа были сопоставлены с данными, полученными гравиметрическим методом по методике [3], и сведены в табл. 1.

Микроскопическим анализом установлено, что глубина ямок травления титана в используемых смесях (с NH_4F) варьируется от 4 до 6 мкм, а диаметр ямок травления в зависимости от кислоты составляют 20–40 мкм. Наибольший размер ямок

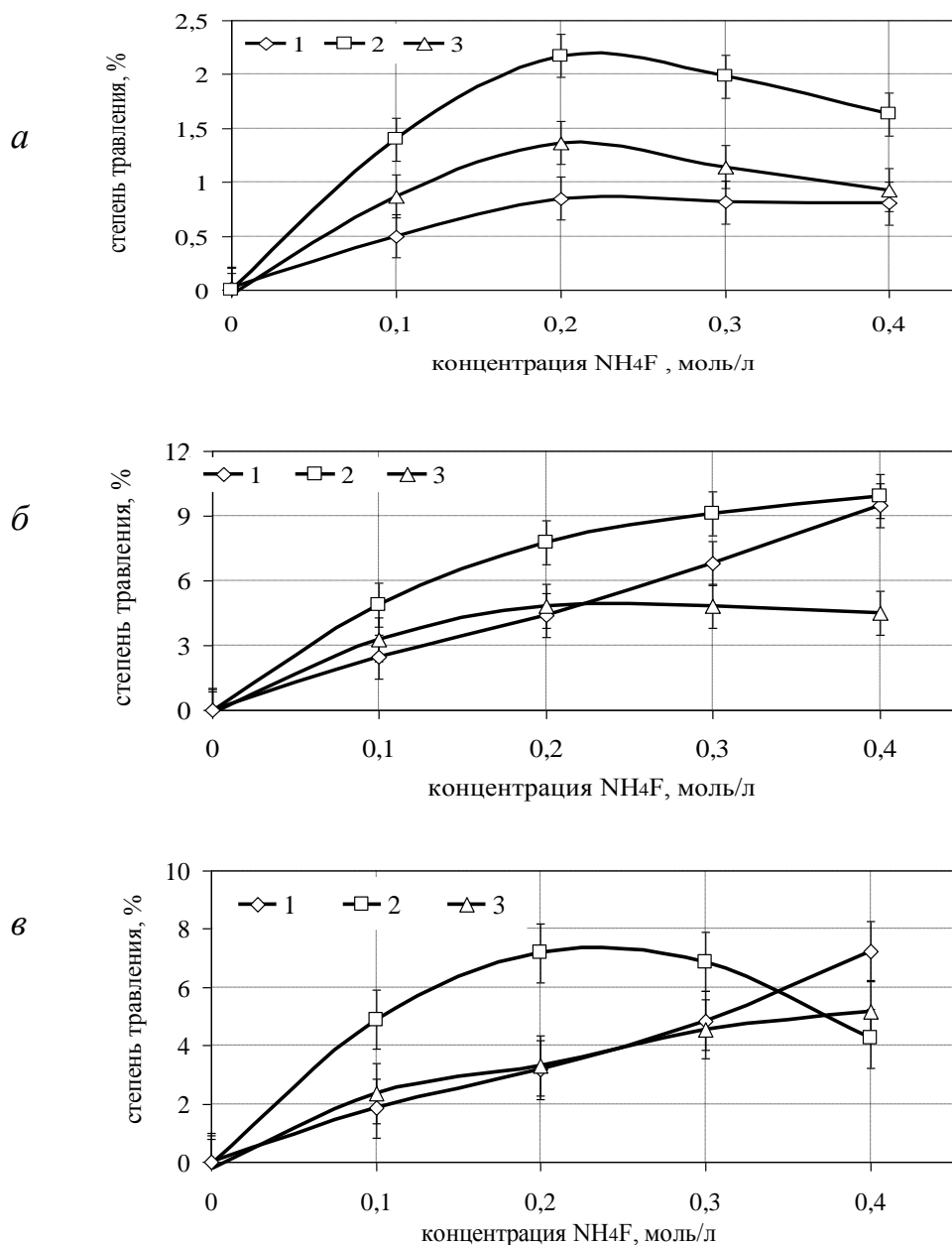


Рис. 1. Зависимость степени травления сплава титана ВТ1-0 в растворах H_3PO_4 (а), HCl (б), H_2SO_4 (в) от концентрации NH_4F и концентрации кислот, моль/л: 1 – 8; 2 – 5,5; 3 – 3. Время травления 15 мин, температура раствора 25 °С

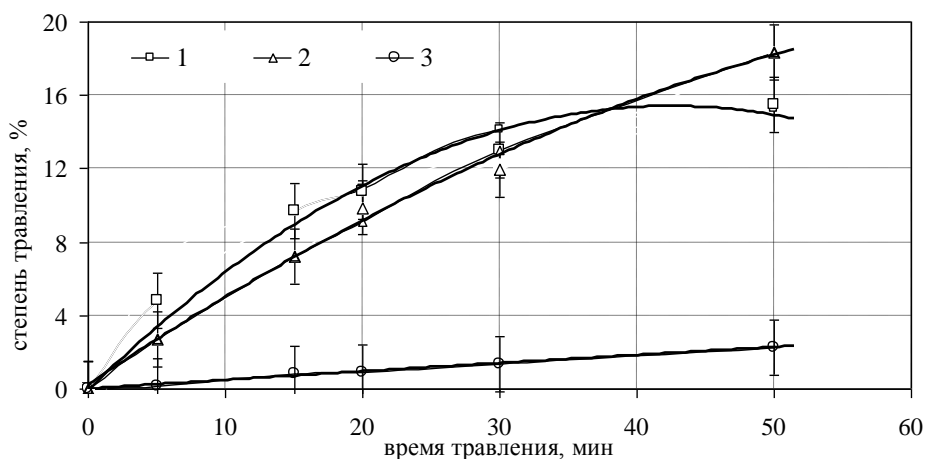


Рис. 2. Зависимость степени травления образцов титана от времени в травителях состава: кислота : фторид аммония – 8 М : 0,4 М: 1 – H₂SO₄; 2 – HCl; 3 – H₃PO₄. Температура раствора 25 °С

Таблица 1

Результаты исследования по травлению титана BT1-0 в растворах различных кислот (С_{кислоты} = 8 М) в присутствии фтор-иона С_{NH4F} = 0,4 моль/л

Состав травителя, моль/л	Степень травления α, %	Скорость травления V _t , мкм/мин		Съём металла, мкм		Размеры ямок травления, d/h, мкм
		весовой метод	атомноэмиссионный метод	весовой метод	атомноэмиссионный метод	
H ₃ PO ₄ : NH ₄ F	1,55	0,078	0,085	0,0035	0,0038	20/4
H ₂ SO ₄ : NH ₄ F	15,48	0,802	1,071	0,0361	0,0482	40/6
HCl : NH ₄ F	18,37	0,756	1,118	0,0340	0,0503	30/4

Примечание: время травления – 50 мин.

травления характерен для травителей на основе серной кислоты.

Скорость травления и соответственно съём металла, определенные гравиметрическим и атомно-эмиссионным методом различны. Следует отметить, что определение концентрации титана в растворе дает более точные результаты. Это различие косвенным образом подтверждает образование труднорастворимой пленки продуктов окисления на поверхности титана, поэтому значения скорости травления, определенное гравиметрическим методом имеет заниженное значение. Скорость травления титана в соляной и серной кислотах на порядок больше, чем в фосфорной, хотя морфология травленной поверхности существенно не отличается. Экспериментально было установлено, что минимизировать скорость травления возможно в растворах H₃PO₄ концентрацией 8 моль/л. Повышение концентрации фосфорной кислоты с одновременным снижением количества фтор-ионов в составе травителя является предпочтительным для обработки титановых имплантатов перед помещением в живой организм.

Микроструктура титана после обработки в травителе на основе фосфорной кислоты представлена полиэдрическими зёрнами. BT1-0 является однофазным сплавом, зёрна которого имеют различную кристаллографиче-

скую ориентацию (рис. 3), и поэтому на поверхности исследуемого образца зёрна срезаются по разным кристаллографическим плоскостям, которые травятся неодинаково [6].

После травления поверхность образца имеет сложный рельеф, характеризующий строение металла. Таким образом, в структуре монометалла путём травления можно выявить и наблюдать дефекты внутрикристаллического строения – дислокации, точки выхода которых на поверхность образца после травления принимают вид так называемых ямок травления треугольной или прямоугольной формы (рис. 3). На рис. 4 приведена профилограмма образцов титана, а также 3D-моделирование атомно-силовых микроскопических изображений, полученных после травления в фосфорнокислых растворах с фторидом аммония. Получение образцов с развитой поверхностью будет способствовать лучшему сцеплению титана с костной тканью.

Был проведен анализ поверхностного слоя образцов титана после травления в травителе на основе фосфорной кислоты с использованием Оже-спектроскопии и обнаружено, что на поверхности металла после его травления присутствует фосфор. Это подтверждает присутствие фосфатных групп на поверхности титана после травления. Наличие фосфатных

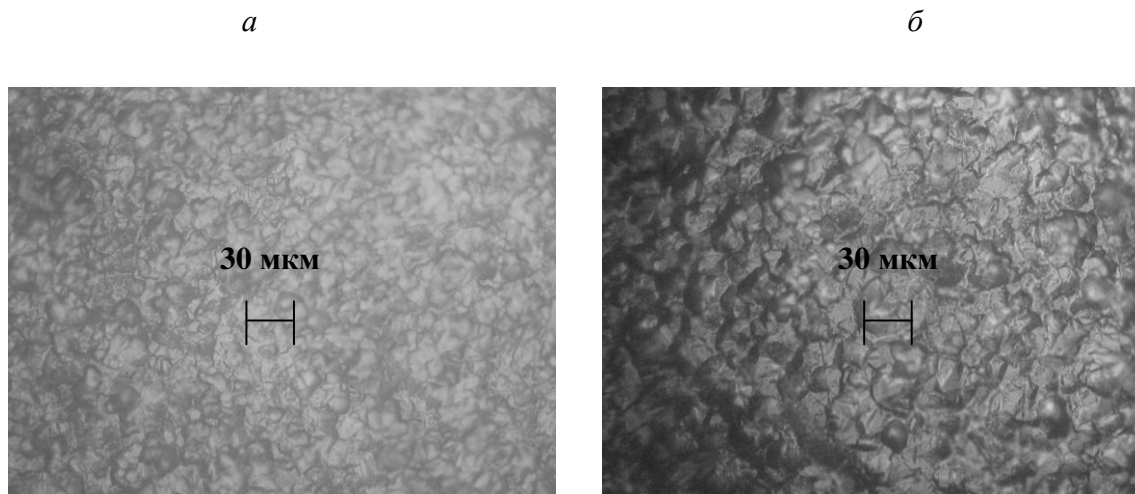


Рис. 3. Микрофотографии поверхности титана VT1-0 до (а) и после травления (МЕТАМ РВ-22, $\times 200$) в растворе H_3PO_4 (б) в присутствии фтор-иона $C_{NH_4F} = 0,4$ моль/л: Температура раствора $25^\circ C$, время травления 50 мин

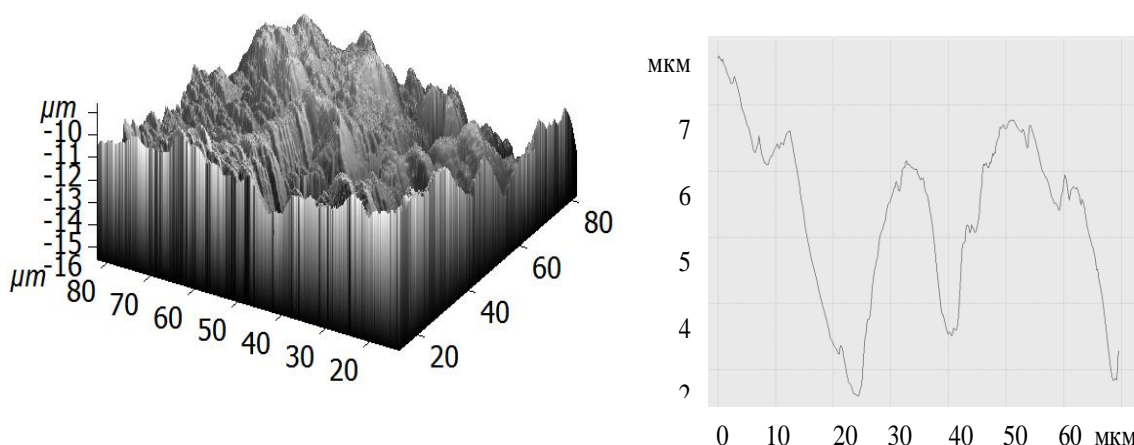


Рис. 4. Поверхности образцов титана VT1-0 после травления. 3D-модель изображения АСМ-анализа и профилограмма в смеси $NH_4F : H_3PO_4 = 0,4 : 8$ моль/л

групп в составе остаточного слоя также будет способствовать прочной связи металла с костью.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы травители для титана на основе минеральных кислот с добавлением фторида аммония. Установлено, что травители на основе H_2SO_4 и Cl обладают высокой скоростью (степенью) травления.

2. Разработан и оптимизирован состав для селективного травления титана VT1-0 на основе фосфорной кислоты и фторида аммония состава $H_3PO_4 : NH_4F = 0,4 : 8$ моль/л, которая позволяет создавать микрорельеф (до 8 мкм) и остаточный слой после травления, содержащий фосфатные группы на поверхности титана, необходимый для сродства к кальций-фосфатным покрытиям и лучшей интеграции в костную ткань.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидельников А.И. Сравнительная характеристика группы титана, используемых в производстве современных дентальных имплантатов // Инфо-Дент. 2000. № 5. С. 10–12.
2. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/eng_rus/328140.
3. Крикуненко А.С., Лелюк О.А., Леонова Л.А. Химическое травление титана. // Сборник трудов Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Новые материалы. Создание, структура, свойства-2009» (Томск, 8–11 сент. 2009),

Томск, 2009. С. 129–131.

4. А.с. 1436774 СССР, МКИ⁴ H 01 L 21/306. Травитель / Н.А. Богатырева, Т.И. Гузеева, Т.С. Папина, И.Н. Стукалова (СССР). № 4120874/31-25; Заяв. 17.09.86; Оpubл. 08.07.88.

5. Усова В.В., Плотникова Т.Н., Кушакевич С.А. Травление титана и его сплавов. М. : Металлургия, 1984. 128 с.

6. Беккерт М.Н. Справочник по металлографическому травлению. М. : Металлургия, 1979. 340 с.

MODIFICATION OF THE SURFACE PROPERTIES OF MEDICAL TITANIUM BY CHEMICAL ETCHING

T.I. Guzeeva, L.A. Leonova, A.S. Krikunenko

The chemical compositions of titanium etchants based on mineral acids (hydrochloric, sulfuric and phosphoric) with the addition of ammonium fluoride activator are investigated. The composition for the selective VT1-0 titanium etching on the base of phosphoric acid and ammonium fluoride is defined and optimized.

Fig. 4. Tabl. 1. Sources 6.

Keywords: etching, selective reagent, polishing, micro-relief, metal removal.