

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы
т.ғ.д., проф
Мерзадинова Г.Т. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**, т.ғ.д, проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Тогизбаева Б.Б.**, т.ғ.д., проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Сарсембаев Б.К.**, т.ғ.к., доцент
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф. (Жапония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Жапония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Қазақстан)
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемев Б.Б.	т.ғ.д. (Қазақстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Қазақстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Жапония)
Калякин В.Н.	т.ғ.д., проф. (АҚШ)
Колчун М.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Жапония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (АҚШ)
Чекаева Р.У.	а.к., проф. (Қазақстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Қазақстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Оңтүстік Корея)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 349 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет
Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.
№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген
Тиражы: 25 дана
Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief
Gulnara Merzadinova, Prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**, Assoc. Prof.
(Kazakhstan)

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof. (Japan)
Akitoshi Mochizuki	Prof. (Japan)
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Auez Baydabekov	Prof. (Kazakhstan)
Rahima Chekaeva	Prof. (Kazakhstan)
Der Wen Chang	Prof. (Taiwan (ROC))
Eun Chul Shin	Prof. (South Korea)
Hoe Ling	Prof. (USA)
Viktor Kaliakin	Prof. (USA)
Mihail Kolchun	Prof. (Slovenia)
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof.(Kazakhstan)
Tadatsugu Tanaka	Prof. (Japan)
Talal Awwad	Prof. (Syria)
Yoshinori Iwasaki	Prof. (Japan)
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering(Kazakhstan)
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof.(Kazakhstan)

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 349, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор
д.т.н., проф.
Мерзадинова Г.Т. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Жусупбеков А.Ж., д.т.н., проф. (Казахстан)
Тогизбаева Б.Б., д.т.н., проф. (Казахстан)
Сарсембаев Б.К., к.т.н. доцент (Казахстан)

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф. (Япония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Япония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Казахстан)
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф. (Казахстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемов Б.Б.	д.т.н. (Казахстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Казахстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Япония)
Калякин В.Н.	д.т.н., проф. (США)
Колчун М.Н.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Япония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (США)
Чекаева Р.У.	к.а., проф. (Казахстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Казахстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Южная Корея)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
№2(127)/2019**

МАЗМҰНЫ

<i>Байхожаева Б.Ұ., Абенова А.А.</i> Тағамдық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды мемлекеттік тапсырма	8
<i>Бейсенбі М.А., Ш.С. Мусабаева, Сатпаева А.К., Кусикова Н.М.</i> <i>m</i> кірістері және <i>n</i> шығыстары бар объектілердің орнықсыз және детерминделген бейберекетсіз режимдерін басқару	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Батыс Қазақстанда жүктерді түсіру ғимаратының құрылысында құрама темірбетонды қадаларды қолдану тәжірибесі	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздықова А.А.</i> «Каражыра» кен орны көмір күлін электрфизикалық өңдеу	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Азмед-Заки Д.Ж.</i> Мұнай ығыстыру есебін шешуге арналған бағдарламасын оңтайландыру	40
<i>Калыкин В.Н.</i> Анизотроптың топырақтың тұрақтылығы: кейбір маңызды мәселелердің қысқаша мазмұны	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Титан мен оның қорытпаларын плазмалық - электролиттік оксидтермен түрлендіру процесін зерттеу	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Үй-жайдың микроклиматты басқару пайдаланатын модельдерін талдауы	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Бөгеуілге орнықты кодтаудың сызықтық және параллель каскадты схемаларын жобалау және модельдеу	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Күкірт өндірісінің теормореакторы мен Клаус реакторының математикалық модельдерін гибридік тәсіл негізінде құру	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Алматы ЖЭО-1 де газ турбиналы қондырғысы арқылы Алматы қаласының экологиясын жақсарту	95
<i>Юсупова М.А.</i> Ферғана алқабындағы "еуропалық қалашықтағы" колониалдық қалақұрылысының ерекшеліктері (XIX ғ. соғы - XX ғ. басы)	100
<i>Чарски Й., Қуанышбаев Ж.М., Арпабеков М.І., Сүлейменов Т.Б.</i> Чехиядағы турбоагрегаттың жұмысы туралы алғашқы ақпарат	107

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№2(127)/2019

CONTENTS

<i>Bayhozhaeva B.U., Abenova A.A.</i> Quality assurance and food safety - an important State task	8
<i>Beisenbi M.A, Mussabayeva Sh.S., Satpayeva A.K., Kissikova N.M.</i> Control of unstable and determined chaotic modes of the object with m inputs and with n outputs	13
<i>Borgekova K.</i> Experience of using precast concrete joint piles in the construction of a Cargo offloading facility in West Kazakhstan	21
<i>Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Maslov N.A., Syzdykova A.A.</i> Electrophysical treatment of coal ash from the Karazhyra deposit	31
<i>Kassymbek N.M., Mustafin M.B., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.</i> Optimization of the program for solving oil displacement problem	40
<i>Kaliakin V.N.</i> Anisotropic Elasticity for Soils: A Synthesis of Some Key Issues	49
<i>Ramazanova Zh.M., Zamaliddinova M.G., Zhangabyly M.M.</i> Investigation of the process of modifying titanium and its alloys by plasma-electrolytic oxidation	64
<i>Sansyzybay L.Zh., Orazbayev B.B.</i> Analysis of existing models for control microclimate in premises	70
<i>Satybaldina D., Issainova A., Tashatov N., Dulatov N.</i> Design and simulation of the serial concatenated and parallel concatenated schemes for forward error correction	78
<i>Orazbayev B.B., Shangitova Zh.E., Orazbayeva K.N., Kassenova L.G., Zhanbirova G.A., Istayeva N.</i> Development of mathematical models of thermoreactor and Claus reactor of sulfur production based on hybrid method	87
<i>Tyutebayeva G.M., Aldiyarova A.N.</i> Improving the ecology of Almaty when using gas turbine installation at Almaty TPP-1	95
<i>Yusupova M.A.</i> Characteristics of the colonial town planning in "european cities" of fergana valley (end of 19 th – beginning of 20 th centuries)	100
<i>Carsky J., Kuanyshbayev Zh. M., Arpabekov M.I., Suleimenov T.B.</i> The first knowledge of operation of the turbo-roundabout in the Czech Republic	107

СОДЕРЖАНИЕ

	8
<i>Байхожжаева Б.У., Абенова А.А.</i> Обеспечение качества и безопасности продуктов питания – важное государственное поручение	
<i>Бейсенби М.А., Мусабоева Ш.С., Сатпаева А.К., Кисикова Н.М.</i> Управление неустойчивыми и детерминированными хаотическими режимами объекта с m входами и с n выходами	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Опыт применения составных железобетонных свай в строительстве сооружения разгрузки грузов в Западном Казахстане	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздыкова А.А.</i> Электрофизическая обработка золы угля месторождения «Каражыра»	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.</i> Оптимизация программы для решения задачи вытеснения нефти	40
<i>Калякин В.Н.</i> Анизотропная упругость грунтов обобщение некоторых ключевых вопросов	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Исследование процесса модифицирования титана и его сплавов плазменно-электролитическим оксидированием	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Анализ существующих моделей управления микроклиматом помещения	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Проектирование и моделирование последовательных и параллельных каскадных схем помехоустойчивого кодирования	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Разработка математических моделей терморектора и реактора Клауса производства серы на основе гибридного метода	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Улучшение экологии г.Алматы при использовании ГТУ	95
<i>Юсупова М.А.</i> Особенности колониального градостроительства в «европейских городах» Ферганской долины	100
<i>Чарски Й., Куанышбаев Ж.М., Арпабеков М.И., Сулейменов Т.Б.</i> Первые знания о работе турбонаддува в Чешской Республике	107

Ж.М. Рамазанова¹, М.Г. Замалитдинова¹, М.М. Жангабыл²

¹ АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (филиал),
Нур-Султан, Казахстан

² Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: zhanat2005@yandex.kz, kazncsm@yandex.ru, mardanzhangabylov@gmail.com)

Исследование процесса модифицирования титана и его сплавов плазменно-электролитическим оксидированием

Аннотация: Современное развитие космической техники зависит от уровня эффективности используемых материалов. При этом большую роль играет умение модифицировать и внедрять последние достижения науки. Исходя из этого, в статье освещен метод модифицирования титана и его сплавов с использованием плазменного электролитического оксидирования. Полученное оксидное покрытие обладает высокой адгезией к подложке, износостойкостью и высокой микротвердостью. Ведение процесса в импульсном режиме ПЭО позволяет получить увеличение износостойкости покрытия в 12 раз, микротвердости в 3.3 раза по сравнению с исходным материалом.

Ключевые слова: плазменно-электролитическое оксидирование, оксидное покрытие, трибологические испытания, модифицирование титана, электролитическое оксидирование.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-127-2-64-69>

Введение. Титан и его сплавы широко используются в ракетостроении и космической технике, внедряются в конструкцию обычных, дозвуковых, самолетов, так как высокая эффективность любого летательного аппарата определяется прежде всего снижением его массы при сохранении всех остальных высоких качеств: долговечности, надежности, экономичности. Однако используемые в качестве конструкционных материалов титан и его сплавы обладают ограниченным комплексом свойств, что не позволяет использовать их для создания перспективных изделий и модернизации существующих. Введение легирующих добавок значительно улучшает физико-механические свойства материала, однако это приводит к увеличению массы конструкции и удорожанию изделий [1-2]. Кроме того, получаемые композиционные материалы узкофункциональны.

В связи с этим представляет интерес процесс модифицирования поверхности материала с целью улучшения его физико-механических характеристик. В настоящее время для обработки поверхности вентильных металлов широко используется метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) [3-9].

Характерной особенностью ПЭО является участие в процессе формирования покрытия поверхностных микрозарядов, оказывающих весьма существенное и специфическое воздействие на формирующееся покрытие.

Полученные при микроплазменной обработке в растворах электролитов оксидные покрытия обладают высокой адгезией к подложке, коррозионной стойкостью, износостойкостью, жаропрочными, термостойкими свойствами [10-13]. Метод является экологически чистым в сравнении с традиционным методом анодирования.

Однако при реализации процесса ПЭО или микродугового оксидирования, осуществляемой с использованием стационарных и медленно меняющихся энергетических воздействий, существует проблема широкого практического использования метода. Последнее связано с тем, что при реализации процесса при стационарных режимах происходит большое потребление электроэнергии. Применение коротко-импульсного режима решает ряд проблем: позволит значительно улучшить качество получаемых оксидных покрытий, позволяет формировать покрытия с гораздо меньшими энергетическими затратами. В связи с этим развитие и проведение исследований получения многофункциональных покрытий методом ПЭО в энергосберегающем режиме является актуальной задачей.

Целью данной работы является получение оксидных покрытий на титане и его сплавах методом плазменного электролитического оксидирования и исследование их физико-механических свойств.

1. Основная часть. Для проведения исследования модифицирования поверхности титана и его сплава использовалась установка, состоящая из двухэлектродной электрохимической ячейки и источника питания.

Ячейка состоит из ванны, вспомогательного электрода из "маркл нержавеющей" стали и рабочего электрода – образца металла. Поверхность вспомогательного электрода в 50 раз превышала поверхность рабочего электрода. В качестве источника питания использовался импульсный источник питания «Корунд М0» тиристорного типа. Источник питания «Корунд М0» не серийного производства позволяет формировать чередующиеся положительные и отрицательные импульсы напряжения трапециевидной формы. При применении импульсов такой формы происходит максимально полное использование подаваемой энергии, при этом длительность паузы между импульсами достаточна, чтобы не происходил сильный перегрев приэлектродного слоя.

Технические данные блока питания следующие:

- 1 Выходное напряжение - импульсное двухполярное, частота ($50 \pm 0,5$) Гц.
- 2 Величина импульса положительного напряжения - (600 ± 60) В.
- 3 Величина импульса положительного тока - (800 ± 80) А.
- 4 Длительность импульса положительного тока - (250 ± 25) мкс.
- 5 Величина импульса отрицательного напряжения - (300 ± 30) В.
- 6 Величина импульса отрицательного тока - (44 ± 4) А.
- 7 Длительность импульса отрицательного тока - ($5 \pm 0,5$) мс.
- 8 Мощность, потребляемая от сети, не превышает $9 \text{ кВ} \times \text{А}$.

Структурная схема блока питания представлена на рисунке 2.

Условия ведения процесса ПЭО: длительность анодного импульса тока - 250 ± 25 мкс; длительность импульса катодного тока - $5 \pm 0,5$ мс; частота следования анодных и катодных импульсов - $50 \pm 0,5$ Гц, напряжение в пределах 350-365 В, плотность тока в пределах $110-114 \text{ А/дм}^2$.

В качестве электролитов использовались щелочные растворы электролитов, содержащих: 1-натрий фосфорнокислый 3-замещенный 12 водный, гидроксид алюминия; 2-натрий фосфорнокислый двузамещенный, натрий тетраборнокислый, аммоний фтористый, кислота борная, оксид алюминия.

Исследование поверхностной микротвердости оксидных покрытий на титане и его сплаве проводили на твердомере ВиккерсатКВ 30SPrufttechnikGmbH. Измерение микротвердости образцов с покрытием проводили при нагрузке 200 г.

Износостойкость оценивали по площади трека, которую измеряли с применением бесконтактного 3D-профилометра MICROMEASURE 3Dstation. На профилометре получали трехмерное изображение поверхности и автоматическое вычисление площади трека. Перед исследованием образцов на данном профилометре на образцы после испытания на трибометре напыляли тонкий слой алюминия толщиной 50-60 нм для повышения отражательных свойств поверхности.

Толщину оксидного покрытия определяли на толщиномере QuaNix-1500 с цифровой индексацией показателей.

В данной работе при модифицировании поверхности сплавов титана ВТ1-0 и ВТ5 изучено влияние быстротекущих импульсных воздействий ПЭО. Данный режим позволяет получать плотные покрытия с высокими механическими свойствами. Реализация процесса ПЭО при малых значениях длительности анодного импульса - 250 мкс - приводит к возникновению микродуговых разрядов в течение короткого периода времени. При этом на обрабатываемом материале образуются оксидные зерна малых размеров. Образующийся поверхностный слой является рабочим, т.е. исключается дополнительная операция - механическая обработка поверхности шлифованием. Применение данного режима позволяет существенно снизить потребление электроэнергии.

Структура образования оксидного покрытия, формируемого в процессе обработки ПЭО, представляется в нескольких последовательных стадиях: диссоциация солей на ионы; доставка ионов к поверхности электрода; электрохимическая реакция и сопровождающий ее микроплазменный процесс; образование оксидного или керамического покрытия; последующая химическая реакция, удаление газообразных продуктов реакции [11].

В начальный период электролиза на поверхности образуется тонкий слой оксидов:



Кислород в виде ионов проникает через пленку и вызывает дальнейшее окисление металла.

В результате местного высокоэнергетического воздействия на поверхности изделий формируются слои, включающие в свой состав как элементы матрицы (оксидируемого металла), так и элементы электролита [4].

В растворе электролита № 1, на образцах, за счет основы металла протекают реакции 1-3. Оксидные соединения фосфора также входят в состав покрытия. Гидроокись алюминия под воздействием высокой температуры микроплазменного разряда преобразуется согласно реакции:

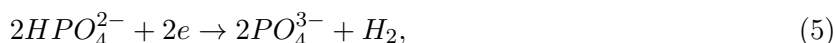


и входит в состав покрытия в виде оксида алюминия.

На образцах из ВТ1-0 получены плотные равномерные оксидные покрытия серого цвета толщиной 15 мкм. На образцах из ВТ5 сформированы равномерные оксидные покрытия кварцевого цвета (оттенок серого цвета) толщиной 9,5 мкм.

В электролите № 2 на металлах формируются покрытия, содержащие в своем составе оксиды металла основы и компоненты электролита. Процесс образования оксидного покрытия на титане сопровождается вышерассмотренными уравнениями реакций 1, 2, 3.

Фосфат щелочного металла в результате реакции образует фосфат-ионы, которые



под воздействием высоких температур входят в состав покрытия в виде оксида P_2O_5 . Это приводит к увеличению твердости покрытия.

Высокое напряжение и развивающиеся высокие температуры в зоне микроплазменных разрядов приводят к образованию твердых и термостойких борорганических соединений



Оксид алюминия, находящийся в виде порошка в растворе, будет внедряться в состав покрытия. На образцах из ВТ1-0 получены плотные равномерные оксидные покрытия серого цвета толщиной 21 мкм. На образцах из ВТ5 получены равномерные оксидные покрытия кварцевого цвета (оттенок серого цвета) толщиной 19,5 мкм.

Исследование поверхностной микротвердости оксидных покрытий, полученных на титановых образцах марок ВТ1-0 и ВТ-5, проводили по методу Виккерса.

Измерение микротвердости образцов с покрытием проводили при нагрузке 200 г. Нагрузка была одинакова для всех образцов. По результатам 6 измерений микротвердости сплавов без покрытия средние арифметические значения составили для сплава ВТ1-0 - 237,5 НВ, для сплава ВТ 5 - 374,5 НВ.

Наибольшая микротвердость на сплавах титана ВТ1-0, ВТ 5 наблюдается на покрытиях, полученных в электролите № 2. Микротвердость при этом увеличивается в 3,3 раза по сравнению с образцом без покрытия и составляет 792,8 НВ на сплаве ВТ 1-0. На сплаве ВТ 5 микротвердость в данном электролите составляет 516,7 НВ, что дает увеличение в 1,4 раза по

сравнению с исходным образцом. Данный электролит содержит окись алюминия. Благодаря наличию в растворе взвешенных частиц интенсифицируется процесс формообразования. В результате эффекта электрофореза твердые частицы оксида алюминия встраиваются в состав покрытия. Тем самым образуется композитное покрытие, состоящее из оксида титана и оксида алюминия. Твердые частицы оксида алюминия встроенные в покрытие увеличивают микротвердость образующегося композитного слоя.

Сравнительная характеристика данных на сплавах показывает, что процесс ПЭО существенное влияние оказывает на нелегированный сплав титана ВТ1-0, улучшая его физико-механические свойства. Этот аспект важен в экономическом отношении, когда модифицируя сплав, имеющий стоимость меньше, чем легированный, получаем материал с более улучшенными свойствами.

Исследования в области механики контактных взаимодействий в поверхностных и приповерхностных слоях трущихся материалов показывают, что материал в указанных слоях в процессе трения изменяет свое физическое состояние. Процесс трения представляется как результат двух взаимосвязанных процессов: деформации контактирующих микронеровностей и молекулярного взаимодействия материалов на пятнах фактического контакта. В процессе трения протекает процесс изнашивания.

Износостойкость покрытий, полученных на сплаве титана ВТ5 (рисунок 76), также характеризуется высокой износостойкостью по сравнению с образцом без покрытия. Максимальная износостойкость наблюдается у образца с покрытием, полученного в электролите 1. Износостойкость увеличивается в 4 раза по сравнению с материалом без покрытия.

Сравнение данных по износостойкости покрытий, полученных на ВТ1-0 и ВТ5 показывают, что сформированные покрытия на чистом сплаве ВТ1-0 имеют лучшие показатели.

В результате проведенных экспериментов были получены износостойкие оксидные покрытия на титане и его сплавах методом плазменного электролитического оксидирования. Образцы были испытаны на износостойкость на высокотемпературном трибометре ТНТ-S-АХ0000. На основе полученных данных износостойкость покрытия увеличилась в 12 раз по сравнению с исходным материалом. При исследовании поверхностной микротвердости оксидных покрытий было получено увеличение в 3.3 раза по сравнению с исходным материалом. Полученный модернизированный титан позволит увеличить эффективность летательного аппарата посредством снижения его массы, при этом сохраняя долговечность, надежность и экономичность.

Список литературы

- 1 Luciano Monteiro da Silva, Ana Paula Rosifini Alves Claro, Tatiani Ayako Goto Donato, Victor E. AranaChavez, Joo Carlos Silos Moraes, Marlia Afonso Rabelo Buzalaf, Carlos Roberto Grandini. Influence of Heat Treatment and Oxygen Doping on the Mechanical Properties and Biocompatibility of Titanium-Niobium Binary Alloys Artificial Organs. - 2011. - Vol. 35, Issue 5. - PP. 516 - 521. doi:10.1111/j.1525-1594.2011.01263.x
- 2 Xiaotian Liu, Shuyang Chen, James K.H. Tsoi, Jukka Pekka Matinlinna. Binary titanium alloys as dental implant materials - a review // RegenBiomater. - 2017. № 4(5). - PP. 315-323. doi: 10.1093/rb/rbx027
- 3 Shankar M. P., Sokkalingam R., Sivaprasad K., Veerappan Muthupandi. Effect of Electrolyte on Micro Arc Oxidation Coating of Al-2014 Alloy // Advanced Materials Research. - 2018. - Vol. 1148. - P. 159-164. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1148.159
- 4 Kumar V., Bhowmik, Shantanu. Plasma Processing of Aluminum Alloys to Promote Adhesion: A Critical Review // Reviews of Adhesion and Adhesives. - 2017. - Vol. 5, - № 1. - P. 79-104. -doi:10.7569/raa.2017.097303
- 5 Jie Jin, Xiao-Han Li, Ji-Wen Wu, Bai-Yang Lou. Improving tribological and corrosion resistance of Ti6Al4V alloy by hybrid microarc oxidation/enameling treatments // Rare Metals. - 2018. - Vol. 37:Issue 1. - P. 26-34. - URL: <https://www.springerprofessional.de/en/rare-metals/11828690>(Accessed:15.02.2019)
- 6 Mamaev A.I., Mamaeva V.A., Kolenchin N.F., Chubenko A.K., Koval'skaya Y.B., Konstantinova T.A., Dolgova Y.N., Beleckaya E.Y. Regularities of filamentary channels formation during formation of nanostructured non-metallic inorganic coatings in microplasma galvanostatic mode in solutions // Russian Physics Journal. - 2016. - Vol. 58, - № 12. - P. 1720-1725. - URL:<https://www.springer.com/physics/journal/11182>.(Accessed: 15.02.2019)
- 7 Koblova E.A., Ustinov A.Yu., Rudnev V.S., Lukiyanchuk I.V., Chernykh I.V. An X-ray photoelectron spectroscopy study of Ni, Cu-containing coatings formed by plasma electrolytic oxidation on aluminum

- and titanium // Journal of Structural Chemistry. - 2017. - Vol. 58, Issue 6. - P. 1129–1136. – URL: <https://rd.springer.com/article/10.1134/S0022476617060099>. (Accessed:15.02.2019)
- 8 Zhiyu Ya., Manting M., Sun, Bing S., Qiaomin W., Yue H., Mi W. Effect of electrode oxide film in micro arc oxidation on water treatment // Journal of Advanced Oxidation Technologies. - 2017. - Vol. 20. - № 1. - P. 190-197. – URL: https://www.researchgate.net/journal/1203-8407_Journal_of_Advanced_Oxidation_Technologies (Accessed: 15.02.2019)
- 9 Kalita V. I., Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Malanin D. A., Komlev D. I., Gnedovets A. G., Novochadov V. V., Komlev V. S., Radyuk A. A. Structure and shear strength of implants with plasma coatings // Inorganic Materials: Applied Research. - 2016. - Vol. 7, Issue 3. - P. 376–387. – URL:https://rd.springer.com/search_query=Inorganic+Materials%3A+Applied+Research(Accessed:11.02.2019)
- 10 Zh. M. Ramazanova, K. J. Kirgizbaeva, M. G. Zamalitinova, I. P. Tkacheva, A. G. Tolesh. Influence of regimes of plasma-electrolytic process on porosity and morphology of oxide coating // Complex Use of Mineral Resources. 15,(2) 41-45.(2017). – URL: <http://kims-imio.kz> (in Eng.) (Accessed:15.02.2019)
- 11 Opra D.P., Gnedonkov S.V., Sinebryukhov S.L., Kuryavyi V.G. Electrochemical performances of nanostructured anatase TiO₂ synthesized by pulsed high-voltage discharge // Non-Ferrous Metals. (40),(1),16–19.(2016) URL: <https://www.springer.com/materials/special+types/journal/11981> (Accessed:15.02.2019)
- 12 Rudnev V.S., Vaganov-Vil'kins A.A., Nedozorov P.M. Characteristics of Plasma-Electrolytic Oxide Coatings Formed on Aluminum and Titanium in Electrolytes with Siloxane Acrylate and Particles of Vanadium, Boron, and Aluminum Oxides // Russian Journal of Applied Chemistry. 91,(6), 942–947.(2018)URL: <https://www.springer.com/materials/special+types/journal/11981> (дата обращения 15.02.2019)
- 13 Zh.M. Ramazanova, K.Zh. Kirgizbayeva, A.U. Akhmedyanov, M.A. Jaxymbetova, D. Yergaliyev, A. Zhakupova and O. Abdirashev. Influence of the process of microplasma treatment in electrolyte solutions on the oxide coating properties // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 9,(12)709-721. (2018)URL: <http://www.iaeme.com/Ijmet/index.asp> (Accessed: 15.02.2019)

Ж.М. Рамазанова¹, М.Г. Замалитдинова¹, М.М. Жангабыл²

¹ «Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» акционерлік қоғамы (филиал), Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Титан мен оның қорытпаларын плазмалық - электролиттік оксидтермен түрлендіру процесін зерттеу

Аңдатпа: Қазіргі заманғы дамуы ғарыш техникасын деңгейіне байланысты тиімділігін пайдаланылатын материалдар. Бұл ретте ғылымның соңғы жетістіктерін түрлендіру және енгізу қабілеті үлкен рөл атқарады. Осыған орай, мақалада титан мен оның қорытпаларын плазмалық электролиттік оксидтеу арқылы модификациялау әдісі берілген. Нәтижесінде алынған оксидті жабындар төсекке жоғары адгезияға, тозуға төзімді және жоғары микро қаттылыққа ие. ПЭО импульстік режимде процесі жүргізу Бастапқы материалмен салыстырғанда жабынның тозуға төзімділігін 12 есе, микро қаттылығын 3.3 есе арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: плазмалық-электролиттік оксидтеу, оксидтік жабу, трибологиялық сынау, титанды түрлендіру, электролиттік оксидтеу.

Zh.M. Ramazanova¹, M.G. Zamalitinova¹, M.M. Zhangabyl²

¹ JSC “National Center of Space Research and Technology”, Nur-Sultan, Kazakhstan

² L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Investigation of the process of modifying titanium and its alloys by plasma-electrolytic oxidation

Abstract: The modern development of space technology depends on the level of efficiency in the use of materials. The ability to modify and implement the latest achievements of science plays a big role. Starting from this, the article highlights the method of modifying titanium and its alloys using plasma electrolytic oxidation. The resulting oxide shell provides high adhesion to the substrate, wear resistance and high microhardness. In the experimental mode, PEO allows to obtain an increase in the wear resistance of the coating by 12 times, microhardness by 3.3 times compared with the initial result.

Keywords: plasma electrolytic oxidation, oxide coating, tribological tests, titanium modification, electrolytic oxidation.

References

- 1 Luciano Monteiro da Silva, Ana Paula Rosifini Alves Claro, Tatiani Ayako Goto Donato, Victor E. Arana-Chavez, Joao Carlos Silos Moraes, Marilia Afonso Rabelo Buzalaf, Carlos Roberto Grandini. Influence of Heat Treatment and Oxygen Doping on the Mechanical Properties and Biocompatibility of Titanium-Niobium Binary Alloys, Artificial Organs, 35(5),516 – 521.(2011) <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2011.01263.x> (accessed 15.02.2019).
- 2 Xiaotian Liu, Shuyang Chen, James K.H. Tsoi, Jukka Pekka Matinlinna. Binary titanium alloys as dental implant materials – a review, Regen Biomater, 5(4)315–323,(2017) doi:10.1093/rb/rbx027
- 3 Shankar M. P., Sokkalingam R., Sivaprasad K., Veerappan Muthupandi. Effect of Electrolyte on Micro Arc Oxidation Coating of Al-2014 Alloy, Advanced Materials Research, 1148, 159-164(2018)doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1148.159 (accessed 13.02.2019)

- 4 Kumar V., Bhowmik, Shantanu. Plasma Processing of Aluminum Alloys to Promote Adhesion: A Critical Review, *Reviews of Adhesion and Adhesives*, 5(1), 79-104. (2017). doi:10.7569/raa.2017.097303 (accessed 15.02.2019)
- 5 Jie Jin, Xiao-Han Li, Ji-Wen Wu, Bai-Yang Lou. Improving tribological and corrosion resistance of Ti6Al4V alloy by hybrid microarc oxidation/enameling treatments, *Rare Metals*, 37(1), 26–34 (2018). Available at: <https://www.springerprofessional.de/en/rare-metals/11828690> (Accessed 15.02.2019)
- 6 Mamaev A.I., Mamaeva V.A., Kolenchin N.F., Chubenko A.K., Koval'skaya Y.B., Konstantinova T.A., Dolgova Y.N., Beleckaya E.Y. Regularities of filamentary channels formation during formation of nanostructured non-metallic inorganic coatings in microplasma galvanostatic mode in solutions, *Russian Physics Journal*, 58 (12), 1720-1725 (2016) Available at: <https://www.springer.com/physics/journal/11182>. (accessed 15.02.2019)
- 7 Koblova E.A., Ustinov A.Yu., Rudnev V.S., Lukiyanchuk I.V., Chernykh I.V. An X-ray photoelectron spectroscopy study of Ni, Cu-containing coatings formed by plasma electrolytic oxidation on aluminum and titanium, *Journal of Structural Chemistry*, 58 (6), 1129–1136 (2017) Available at: <https://rd.springer.com/article/10.1134/S0022476617060099>. (accessed: 15.02.2019)
- 8 Zhiyu Ya., Manting M., Sun, Bing S., Qiaomin W., Yue H., Mi W. Effect of electrode oxide film in micro arc oxidation on water treatment, *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 20(1), 190-197 (2017) Available at: https://www.researchgate.net/journal/1203-8407_Journal_of_Advanced_Oxidation_Technologies (accessed: 15.02.2019)
- 9 Kalita V. I., Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Malanin D. A., Komlev D. I., Gnedovets A. G., Novochadov V. V., Komlev V. S., Radyuk A. A. Structure and shear strength of implants with plasma coatings, *Inorganic Materials: Applied Research*, 7(3), 376–387 (2016) Available at: <https://rd.springer.com/searchquery=Inorganic+Materials%3A+Applied+Research> (accessed: 11.02.2019)
- 10 Ramazanova Zh. M., Kirgizbaeva K. J., Zamalitinova M.G., Tkacheva I.P., Tolesh A.G. Influence of regimes of plasma-electrolytic process on porosity and morphology of oxide coating, *Complex Use of Mineral Resources*. (2) 41-45. (2017) Available at: <http://kims-imio.kz> (in Eng.) (accessed: 15.02.2019)
- 11 Opra D.P., Gnedkov S.V., Sinebryukhov S.L., Kuryavyi V.G. Electrochemical performances of nanostructured anatase TiO₂ synthesized by pulsed high-voltage discharge, *Non-Ferrous Metals* 40(1), 16–19. (2016) Available at: <https://www.springer.com/materials/special+types/journal/11981> (accessed: 15.02.2019)
- 12 Rudnev V.S., Vaganov-Vil'kins A.A., Nedozorov P.M. Characteristics of Plasma-Electrolytic Oxide Coatings Formed on Aluminum and Titanium in Electrolytes with Siloxane Acrylate and Particles of Vanadium, Boron, and Aluminum Oxides, *Russian Journal of Applied Chemistry*. 91,(6), 942–947 (2018) Available at: <https://www.springer.com/materials/special+types/journal/11981> (accessed: 15.02.2019)
- 13 Ramazanova Zh.M., Kirgizbayeva K.Zh., Akhmedyanov A.U., Jaxymbetova M.A., Yergaliyev D., Zhakupova A. and Abdirashev O. Influence of the process of microplasma treatment in electrolyte solutions on the oxide coating properties // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(12), 709-721. (2018) Available at: <http://www.iaeme.com/Ijmet/index.asp> (accessed: 15.02.2019)

Сведения об авторах

Рамазанова Ж.М. – к.х.н., доцент, АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (филиал), Нур-Султан, Казахстан.

Замалитдинова М.Г. – магистр информационных систем АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (филиал), Нур-султан, Казахстан.

Жангабыл М.М. – магистрант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нурсултан, Казахстан.

Ramazanova Z.M. - Ph.D., Associate Professor, JSC "National Center for Space Research and Technology" (branch), Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zamalitinova M.G. - Master of Information Systems, JSC "National Center for Space Research and Technology" (branch), Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zhangabyly M.M. - undergraduate, L.N. Gumilyov Eurasian National University. Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 28.03.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Техника және технологияның барлық бағыттағы (есептеу техникасы, құрылыс, сәулет, геотехника, геосинтетика, көлік, машинақұрастыру, энергетика, сертификаттау және стандарттау) салаларының теориялық және эксперименталды зерттеулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және *vest_techsci@enu.kz* электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Сонымен қатар, мақаламен бірге редакцияға авторлар ілеспе хат тапсырады. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

ҒТАМРК <http://grmti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдібиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізілді: мәтінде кездескен әдібиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі.

Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдібиеттер тізімін, әдібиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдібиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек.

Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works devoted to scientific issues in all areas of engineering and technology: construction, architecture, geotechnics, geosynthesis, transport, engineering, energy, certification and standardization, computer technology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail *vest_techsci@enu.kz* in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. And authors also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

IRSTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed.

Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. **Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days.

Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. **Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк Центр Кредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYUKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Технические науки и технологии»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области техники и технологий: строительство, архитектура, геотехника, геосинтетика, транспорт, машиностроение, энергетика, сертификация и стандартизация, вычислительная техника.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_techsci@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Язык публикации: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, не должна повторять по содержанию название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры** и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нерецензируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге).

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJВKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYUKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: axaulezh@mail.ru, ntmath10@mail.ru, adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{\substack{f \in F \\ |\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)}} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

ТАБЛЕ 3 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 22 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темирғалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekornaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Кyров V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Г.Т. Мерзадинова

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
-2019. -1(126).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 12,125. Таралымы - 35 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан.,
Сәтпаев көшесі, 2
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды