

Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (ТГУ)
Физико-технический факультет
Кафедра прочности и проектирования

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Руководитель ООП,
зав. кафедрой прочности и
проектирования,

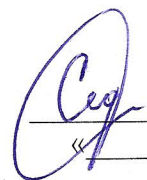
д.ф.-м.н., профессор

С.Н. Кульков
« 10 » 06 2019 г.

Казакбаева Айгерим Азаматовна

ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОДУГОВЫХ
Sr-СОДЕРЖАЩИХ КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫХ БИОПОКРЫТИЙ
НА СПЛАВЕ MG-0.8CA

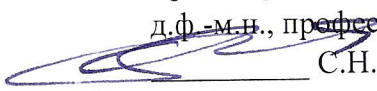
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание степени магистра
по направлению подготовки
15.04.03 Прикладная механика


Руководитель ВКР
с.н.с. ЛФНБ, д.т.н
М. Б. Седельникова
« » 2019 г.

Автор работы:
студент гр.101712

А.А. Казакбаева

Министерство образования и науки российской федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Физико-технический факультет
Кафедра прочности и проектирования

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП,
зав. кафедрой прочности и
проектирования,
д.ф.-м.н., профессор
 С.Н. Кульков
« 01 » 05 2017 г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

студентом группы № 101712
Казакбаевой Айгерим Азаматовны
(Фамилия, Имя, Отчество)

обучающимся по программе магистратуры
15.04.03 Прикладная механика
профиль «Механика биоконпозитов, получение и моделирование их структуры и
свойств»

1. Тема: Формирование и исследование микродуговых Sr-содержащих кальций - фосфатных биопокровтий на сплаве Mg-0.8 Ca.
2. Цель: Формирование Sr-содержащих кальцийфосфатных биопокровтий на сплаве Mg-0.8Ca методом микродугового оксидирования. Изучение морфологии, структуры, фазового состава, коррозионной стойкости микродуговых Sr-содержащих кальцийфосфатных покровтий.
3. Содержание работы. Сроки выполнения.

№	Наименование работ	Начало- Окончание
1.	Изучение научной и методической литературы по методу микродугового оксидирования, растровому электронному микроскопу, рентгенофазовому анализу, рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, ик-спектроскопии, коррозионной стойкости и измерению шероховатости	02.09.2017- 24.05.2018
2.	Нанесение покровтий методом микродугового оксидирования на экспериментальной установке Micro Arc 3.0. Проведение расчетов и обработка результатов, полученных при исследовании.	25.05.2018- 04.02.2019
3	Анализ полученных результатов и написание магистерской диссертации.	05.02.2019- 06.06.2019

4. Рекомендуемая литература, информационные источники

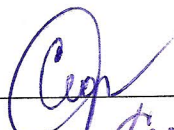
1. Биоккомпозиты на основе кальцийфосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелкозернистых биоинертных металлов, их биосовместимость и биodeградация / Ю. П. Шаркеев [и др.] // Томск: Изд-ий дом Том. гос. ун-та. – 2014. – 596 с.

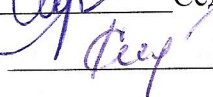
2. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И. В. Суминов [и др.] // М.: ЭКОМЕТ. – 2005. – 368 с.

3. . Кузнецова Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ. Методические указания. // Иркутский государственный университет. – 2005. – 28 с.

5. Срок сдачи студентом магистерской диссертации и отзыва руководителя:

07.06.2019 г.

Руководитель работы  Седельникова М.Б.

Задание принял к исполнению  Казакбаева А.А.

« ____ » _____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Настоящая работа состоит из 111 страниц, содержит введение, 3 основные главы (32 рисунка, 10 таблиц), заключение и список использованной литературы (144 источника).

Ключевые слова: кальцийфосфатные покрытия, микродуговое оксидирование, биосовместимые материалы, магниевые сплавы, биодegradация.

Объектом исследования являются кальцийфосфатные (КФ) покрытия на основе Sr-замещенного гидроксиапатита и Sr-замещенного трикальцийфосфата, полученные методом МДО на магниевом сплаве.

Целью выпускной квалификационной работы было создание микродуговых биопокровтий на основе Sr-замещенного трикальцийфосфата и Sr-замещенного гидроксиапатита на поверхности сплава Mg-0,8Ca, изучение морфологии, структуры, фазового состава, физико-химических свойств покрытий.

В процессе работы проведен литературный обзор в области метода микродугового оксидирования, измерения шероховатости, исследования морфологии и элементного, состава покрытий методом растровой электронной микроскопии и рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии соответственно, исследования коррозионной стойкости покрытий, фазового состава покрытий методом рентгенофазового анализа. Проведен анализ результатов расчетов, оценено влияние состава электролита и режимы оксидирования на свойства покрытий, установлена закономерность формирования структуры и свойств покрытий в зависимости от состава покрытий.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые сформированы Sr-содержащие покрытия в электролитах-суспензиях с частицами Sr-замещенного трикальцийфосфата и Sr-замещенного гидроксиапатита. Результаты исследований имеют большую практическую значимость и могут быть рекомендованы для применения в травматологии, ортопедии, челюстно-лицевой хирургии.

ABSTARCT

Presented Master's thesis consists of 111 pages, contains an introduction. 3 main chapters (32 figures, 10 tables), a conclusion and references (144 sources).

Keywords: calcium phosphate coatings, micro-arc oxidation, biocompatible materials, magnesium alloys, biodegradation.

The object of the study was calcium phosphate (CaP) coatings based on Sr-substituted hydroxyapatite and Sr-substituted tricalcium phosphate, obtained by the MAO method on a magnesium alloy.

The aim of the graduate qualification work was to formation of the micro-arc biocoatings based on Sr-substituted tricalcium phosphate and Sr-substituted hydroxyapatite on the surface of the Mg-0,8Ca alloy, to study the morphology, structure, phase composition and physical-chemical properties of the coatings.

Literature review was conducted in the field of microarc oxidation, roughness measurement and research of the morphology and elemental composition of the coating using scanning electron microscopy and X-ray energy dispersive spectroscopy, study of the corrosion resistance of the coatings, phase composition of the coatings using X-ray analysis. The Analysis of the calculations results were carried out. The influence of the electrolyte composition and modes of oxidation on the properties of the coatings was estimated. Regularity of the coatings structure and properties formation were established depending on the composition of the coatings.

The scientific novelty of the work was that Sr-containing coatings were formed in electrolyte-suspensions with particles of Sr-substituted tricalcium phosphate and Sr-substituted hydroxyapatite for the first time. The research results have great practical significance and can be recommended for using in traumatology, orthopedics and orthognatic surgery.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	9
1.1 БИОМАТЕРИАЛЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.....	9
1.1.1 ПОЛИМЕРЫ.....	12
1.1.2 МЕТАЛЛЫ.....	16
1.1.3 КЕРАМИКА.....	18
1.1.4 КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	20
1.2 МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ.....	23
1.3 КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ.....	34
1.4 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ.....	51
1.5 ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОКСИДИРОВАНИЯ И СОСТАВ ЭЛЕКТРОЛИТА НА СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ.....	55
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	59
2.1 ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ.....	59
2.2 МЕТОД МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ.....	59
2.3 МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	60
2.3.1 РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.....	60
2.3.2 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ И ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ.....	62
2.3.3 РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ И ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....	63
2.3.4 ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.....	66
2.3.5 ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....	69
2.3.6 КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ.....	72
3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	79
3.1 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ SR-СОДЕРЖАЩИХ КАЛЬЦИЙ- ФОСФАТНЫХ БИОПОКРЫТИЙ НА СПЛАВЕ MG-0.8CA МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ.....	79
3.2 ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ, СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ.....	80
3.3 ЭЛЕМЕНТНЫЙ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВЫ БИОПОКРЫТИЙ.....	83
3.4 ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СПЛАВА MG - 0,8CA И МДО ПОКРЫТИЙ.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Перспектива создания биodeградируемых имплантатов для лечения сложных переломов обозначила в последние годы одно из приоритетных направлений развития материаловедения для нужд имплантационной хирургии. Конечной целью этого развивающегося направления является разработка биodeградируемого с контролируемой скоростью имплантата, не оказывающего вредного воздействия на организм человека и выполняющего свои функции в течение необходимого для восстановления поврежденной кости времени (12–14 нед). Такие имплантаты должны с определенной скоростью растворяться в хлоридсодержащей среде человеческого организма и выводиться из него, исключая тем самым необходимость проведения повторной операции для их извлечения. Магниевым сплавам, которые могут быть использованы в качестве биodeградируемых имплантатов, уделяется повышенное внимание специалистов. Главными преимуществами таких материалов являются их биосовместимость, а также приемлемые механические свойства (плотность и модуль Юнга сопоставимы с величинами этих параметров для кортикальной кости). Однако основным фактором, сдерживающим использование магниевых сплавов в качестве биodeградируемого материала, является их чрезвычайно высокая коррозионная активность в хлоридсодержащих средах, что приводит к преждевременной потере механической прочности имплантата до момента восстановления костной ткани. Одним из путей снижения скорости коррозии магния – формирование на его поверхности антикоррозионных защитных покрытий. В связи с этим на поверхности имплантата необходимо сформировать не просто антикоррозионный, но и биоактивный слой, который, замедляя коррозию, ускорит процесс формирования новой кости и будет постепенно замещаться костной тканью. Следовательно, разработка способов формирования покрытий, являющихся биологически активными (ускоряющими остеогенез и остеоинтеграцию кости), с одной стороны, и антикоррозионными защитными (снижающими скорость растворения магниевого имплантата в физиологической среде) – с другой, является важной научно-практической задачей, решение которой существенно ускорит прогресс «магниевой» имплантационной хирургии [1].

В последнее время метод микродугового оксидирования (МДО) стал потенциальным методом нанесения покрытий на имплантаты, т.к. позволяет получать пористые, шероховатые и прочно сцепленные с подложкой кальцийфосфатные (КФ) покрытия на поверхности вентильных металлов и сплавов.

Целью работы было создание микродуговых биопокровтий на основе Sr-замещенного трикальцийфосфата и Sr-замещенного гидроксиапатита на поверхности сплава $Mg_{0,8}Ca$,

изучение морфологии, структуры, фазового состава, физико-химических свойств покрытий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методом МДО на поверхности биорезорбируемого Mg сплава в электролитах-суспензиях, содержащих порошки Sr-ГА и Sr-ТКФ были сформированы КФ биопокртия при импульсных напряжениях 350–500 В. Установлено, что процесс формирования покрытий происходит в первые 1,5 мин, под действием максимальных микродуговых разрядов, поэтому покрытия имеют пористую структуру. С течением времени плотность тока снижается за счет формирования диэлектрического слоя и интенсивность микродуговых разрядов уменьшается. В этот момент на поверхность покрытий из электролита осаждаются частицы дисперсной фазы фосфатов кальция. В результате проведенных исследований установлено следующее.

1. Процесс формирования покрытий с ГА идет более интенсивно, что подтверждается более высокими значениями плотностей тока, повышенными значениями шероховатости и толщины. При этом значения этих параметров равны (плотность тока $0,22 \div 0,32 \text{ А/см}^2$, толщина – $15 \div 37 \text{ мкм}$, шероховатость – $2 \div 5,5 \text{ мкм}$).
2. Покрытия имеют кристаллическую структуру. В состав Sr-ГА покрытий, входят следующие кристаллические фазы: α –ТКФ, β -ТКФ, MgO, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. В составе покрытий Sr-ТКФ наряду с перечисленными фазами дополнительно идентифицируется ГА. Исследования, проведенные методом ПЭМ подтвердили наличие этих кристаллических фаз в покрытиях. Однако содержание ГА было выявлено не только в покрытиях на основе Sr-ТКФ, но и на основе Sr-ГА.
3. Методом энергодисперсионного микроанализа было установлено, что содержание Sr в покрытиях с ГА выше, чем в покрытиях с ТКФ и составляет 1,93 ат.%. Отношение кальция к фосфору повышается с ростом напряжения процесса МДО от 0,5 до 0,67 для покрытий с ГА и от 0,6 до 0,8 для покрытий с ТКФ.
4. Установлено, что разработанные покрытия обладают защитными свойствами и повышают коррозионную стойкость Mg сплава почти в 10 раз, поскольку их удельное сопротивление на порядок выше, чем у магниевого сплава. Наибольшей коррозионной стойкостью обладают покрытия на основе Sr-ТКФ, полученные при напряжении процесса 500 В, так для данных покрытий характерны наиболее низкие значения тока коррозии и наибольшее удельное сопротивление.
5. Синтезированные покрытия обладают не только защитными свойствами, но и остеогенным потенциалом, поскольку соединения, входящие в их состав, позволяют усилить процессы остеоинтеграции, а Sr также интенсифицирует процессы регенерации костной ткани.

Основные результаты выпускной квалификационной работы опубликованы в следующих работах:

1. Effect of the process voltage and electrolyte composition on the structure and properties of Sr-incorporated micro-arc calcium phosphate coatings formed on Mg-0.8Ca / M. B. Sedelnikova [et al.] // Journal of AIP Conference Proceedings. – 2018. – V. 2051. – P. 020269.
2. Characterization of the micro-arc coatings containing β -tricalcium phosphate particles on Mg-0.8Ca Alloy / M. B. Sedelnikova [et al.] // Journal of Metals. – 2018. – V. 8. – P. 8040238.
3. Казакбаева А. А. Формирование и исследование микродуговых sr-содержащих кальцийфосфатных биопокровов на сплаве Mg-0.8Ca // Материалы трудов XV Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск, 24 – 27 апреля 2018 г. / Сборник материалов. – Томск: ТПУ. – 2018. – С. 129 – 131.
4. Казакбаева А. А. Влияние параметров процесса микродугового оксидирования на формирование Sr-содержащих кальцийфосфатных покрытий / А. А. Казакбаева, М. Б. Седельникова // Материалы трудов XV сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Высокие технологии в современной науке и технике». – Томск, 26 – 30 ноября 2018 г. / Сборник материалов. – Томск: ТПУ. – 2018. – С. 28 – 29.
5. Казакбаева А. А. Сравнительные исследования кальцийфосфатных покрытий, сформированных методом микродугового оксидирования на поверхности магниевого сплава с использованием Sr-содержащих гидроксиапатита и трикальцийфосфата / А. А. Казакбаева, М. Б. Седельникова // Материалы трудов международной научно-технической молодежной конференции «Перспективные материалы конструкционного и медицинского назначения». – Томск, 26 – 30 ноября 2018 г. / Сборник материалов. – Томск: ТПУ. – 2018. – С. 302 – 303.
6. Морфология поверхности и свойства sr-содержащих кальцийфосфатных покрытий, сформированных методом микродугового оксидирования на сплаве Mg-0,8Ca / А.А Казакбаева [и др.] // Сборник материалов четвертого междисциплинарного научного международного форума «Новые материалы и перспективные технологии». – Россия. – Москва. – 27 – 30 ноября 2018 г. / Сборник материалов. – ТОМ I – М: ООО «Буки Веди». – 2018. – 914 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кальцийфосфатные покрытия на резорбируемых магниевых имплантатах / С. В. Гнеденков [и др.] // Вестник ДВО РАН. – 2011. – №5.
2. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов // Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: УМКД № 1324 – 2008 / рук. творч. коллектива Т. Г. Волова).
3. Лысенко Л. Н. Биоматериаловедение: вклад в прогресс современных медицинских технологий // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. – 2005. – № 2. – С. 56 – 61.
4. Биоматериалы и имплантаты для травматологии и ортопедии / Т.С. Петровская [и др.] // монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 307 с.
5. Williams D.F. On the mechanism of biocompatibility // Biomaterials. – 2008. – V. 29. – P. 2941–2953.
6. Путляев В. И. Современные биокерамические материалы // Соросовский образовательный журнал. – 2012. – Т. 8. – С. 44 – 50.
7. Hench L.L. Introduction to bioceramics / L.L. Hench, J. Wilson // Singapore: World Scientific. – 1993.
8. Microseparation of the centers of alumina-alumina artificial hip joints during simulator testing produces clinically relevant wear and patterns / J. Nevelos [et.al.] // J. Arthroplasty. – 2000. – V. 15. – P. 793–795.
9. Villiermaux F. Zirconia-alumina as the new generation of ceramic-ceramic THP: wear performance evaluation including extreme life conditions // In: Transactions of the Sixth World Biomaterials Congress, Society for Biomaterials. – 2000.
10. Metallic biomaterials interface / J. Breme [et.al.] // Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. – 2008.
11. Williams D.F. The Williams dictionary of biomaterials // Liverpool: Liverpool University Press. – 1999.
12. Bose S. Introduction to biomaterials and devices for bone disorders / S. Bose, D. Banerjee, A. Bandyopadhyay. – 2017. – 27 с.
13. Штильман М. И. Биоматериалы-важное направление биомедицинских технологий // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2016. – №. 5.

14. Рожнова О. М. Биологическая совместимость медицинских изделий на основе металлов, причины формирования патологической реактивности (обзор иностранной литературы) / О. М. Рожнова, В. В. Павлов, М. А. Садовой // Бюллетень сибирской медицины. – 2015. – Т. 14. – №. 4.
15. Денисова Э. И. Прикладное материаловедение: Металлы и сплавы: учебное пособие / Э. И. Денисова, В. В. Карташов., В. Н. Рычков. – 2018.
16. Обработка поверхности изделий медицинского назначения в электролитах-суспензиях. Ч. 3 / А. М. Борисов [и др.] // Технологии живых систем. – 2013. – Т. 10. – № 6. – С. 37 – 47.
17. Чигринова Н. М. Инновационные пути расширения спектра применения магниевых сплавов / Н. М. Чигринова, Е. И. Воробьёва // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2016. – Т. 6. – №. 2. – С. 27-32.
18. Черный В. Н. Перспективы применения биodeградирующих сплавов на основе магния в остеосинтезе // Запорожский медицинский журнал. – 2013. – №. 6. – С. 76-79.
19. Fundamentals and advances in magnesium alloy corrosion / M. Esmaily [et al.] // Progress in Materials Science. – 2017. – V. 89. – P. 92-193.
20. Li N. Novel magnesium alloys developed for biomedical application: a review / N. Li, Y. Zheng // Journal of Materials Science & Technology. – 2013. – V. 29. – №. 6. – P. 489-502.
21. Dorozhkin S. V. Calcium orthophosphate coatings on magnesium and its biodegradable alloys // Acta biomaterialia. – 2014. – V. 10. – №. 7. – P. 2919-2934.
22. Degradable biomaterials based on magnesium corrosion / F. Witte [et al.] // Current opinion in solid state and materials science. – 2008. – V. 12. – №. 5-6. – P. 63-72.
23. Сафронова Т. В. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы / Т. В. Сафронова, В. И. Путляев // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2013. – №1.
24. Разработка препаратов нового поколения для эффективной регенерации костной ткани / А. Л. Гинцбург [и др.] // Лечение и профилактика. 2011. №. 1. С. 80–84.
25. Комарова Е. Г. Закономерности формирования структуры и свойств микродуговых покрытий на основе замещенных гидроксиапатитов на сплавах титана и ниобия / Е. Г. Комарова. – М., 2017. – 189 с.
26. Barinov S.M. Calcium phosphate based bioceramics for bone tissue engineering / S. M. Barinov, V. S. Komlev // Stafa–Zurich: Trans Tech Publications. – 2008.

27. Barinov S.M. Calcium phosphate-based ceramic and composite materials for medicine // *Rus. Chem. Rev.* – 2010. – V. 79. – No. 1. – P. 13–29.
28. Jolly W.L. The synthesis and characterization of inorganic compounds // Illinois: Waveland Press. – 1991.
29. Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate in nature, biology and medicine. Review // *Materials.* – 2009. – V. 2. – P. 399–498.
30. Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate bioceramics. Review paper // *Ceram. Int.* – 2015. – V. 41. – P. 13913–13966.
31. Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphates (CaPO_4): occurrence and properties. Review paper // *Progres. Biomat.* – 2016. – V. 5. – P. 9–70.
32. Van Wazer J.R. Phosphorus and its compounds. / Technology, Biological Functions, and Applications. V. 2. New York: Interscience Publishers Inc., 1962.
33. Elliott J. Structure and chemistry of the apatites and other calcium orthophosphates. Amsterdam: Elsevier, 1994.
34. Данильченко С.Н. Структура и свойства апатитов кальция с точки зрения биоминерологии и биоматериаловедения (Обзор) // *Вестник СумГУ. Серия Физика, математика, механика.* – 2007. – № 2. – С. 33–59.
35. Jansen J. J. Thin calcium phosphate coatings for medical implants // NY: Springer. – 2009. – 326 p.
36. Полиморфизм $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ / П. В. Евдокимов [и др.] // *Наносистемы: физика, химия, математика.* – 2013. – Т. 4. – № 1. – С. 48–53.
37. McConnell D. Apatite: its crystal chemistry, mineralogy, utilization, and biological occurrences. – Vienna: Springer Vienna. – 1973. – 111 p.
38. Mucalo M. Hydroxyapatite (HAp) for biomedical applications // Amsterdam: Elsevier. – 2015. – 380 p.
39. Elliott J.C. Calcium phosphate biominerals. Phosphates: geochemical, geobiological and materials importance. Series: Reviews in mineralogy and geochemistry. Mineralogical Society of America, Washington, DC. – 2002. – V. 48 – P. 427–454.
40. Magnesium influence on hydroxyapatite crystallization / A. Bigi [et.al.] // *Inorg. Biochem.* – 1993. – V. 49. – P. 69–78.
41. Sodium and carbonate distribution in substituted calcium hydroxyapatite / H.E Feki [et.al.] // *Solid State Scie.* – 2000. – V. 2. – P. 577–586.
42. Данильченко С.Н. Структура и свойства фосфатов кальция с точки зрения биоминерологии и биоматериаловедения / С.Н. Данильченко // *Вісник СумДУ. Серія Фізика. Математика. 56 механіка.* – 2007. – № 2. – С. 103–110.

43. Ivanova T. I. Crystal structure of calcium-deficient carbonated hydroxyapatite. Thermal decomposition / T. I. Ivanova, O. V. Frank-Kamenetskaya, A. B. Kol'tsov // J. Solid State Chem. – 2001. – V. 160. – P. 340–349.
44. Лясников В.Н., Лясникова А.В., Дмитриенко Т.Г. Материалы и покрытия в медицинской практике / В. Н. Лясников, А. В. Лясникова, Т. Г. Дмитриенко // Саратов: ООО «Издательство Научная книга». – 2011. – 300 с.
45. Карлов А.В., Шахов В.П. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики / А. В. Карлов, В. П. Шахов // Томск: STT. – 2001. – 480 с.
46. Epple M. Biomaterialien und biomineralization // Stuttgart: Teubner Studienbücher Chemie. – 2003.
47. Сафронова Т. В. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы / Т. В. Сафронова, В. И. Путляев // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2013. – Т. 4. – № 1. – С. 24–47.
48. Гидроксипатитная биокерамика / В. П. Орловский [и др.] // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. – 1991. – Т. 36. – № 10. – С. 683–690.
49. Hattori T. Apatitic calcium orthophosphates and related compounds for biomaterials preparation // Ceramic Materials. – 1988. – V. 3. – No. 4. – P. 426–428.
50. Monma H.J. Processing of synthetic hydroxyapatite // J. Ceram. Soc. Jap. Dent. Res. – 1980. – V. 28. – No. 10. – P. 97–102.
51. Yoshimura M. Hydrothermal processing of hydroxyapatite: past, present and future / M. Yoshimura, H. Suda // In: Hydroxyapatite and related materials. – 1994. – P. 45–72.
52. Hattori T. Hydrothermal preparation of calcium hydroxyapatite powders / T. Hattori, Y. Lwadata // J. Amer. Ceram Soc. – 1990. – V. 73. – No. 6. – P. 1803–1805.
53. Чайкина М.В. Механохимический синтез изоморфных разновидностей апатита в качестве материалов для биокерамики // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – №5. – С. 101–110.
54. Чайкина М.В. Механохимия природных и синтетических апатитов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН «ГЕО». – 2002. – 223 с.
55. Mechanochemical synthesis of SiO_4^{4-} —substituted hydroxyapatite, Part I – Kinetics of interaction between the components / M. V. Chaikina [et.al.] // Eur. J. Inorg. Chem. – 2014. – V. 2014. – P. 4803–4809.
56. Mechanochemical synthesis of SiO_4^{4-} —substituted hydroxyapatite, Part II – Reaction mechanism, structure, and substitution limit / N. V. Bulina [et.al.] // Eur. J. Inorg. Chem. – 2014. – V. 2014. – P. 4810–4825.

57. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 306 с.
58. Nakamura S., Isobe T., Senna M., Hydroxyapatite nano sol prepared via a mechanochemical route/ S. Nakamura, T. Isobe, M. Senna // J. Nanopart Res. – 2001. – V. 3. – No. 1. – P. 57–61.
59. Synthesis of Si-substituted hydroxyapatite by a wet mechanochemical method / T. Tian [et.al.] // Mat. Sci. Eng. C. – 2008. – V. 28. – P.57–63.
60. Wet or dry mechanochemical synthesis of calcium phosphates? Influence of the water content on DCPD–CaO reaction kinetics / M. Vert [et.al.] // Acta Biomater. – 2008. – V. 4.–P.378–386.
61. Liao J. Synthesis of Ca–Mg apatite via a mechanochemical hydrothermal process / J. Liao, K. Hamada, M. Senna // J. Mat. Synth. Proces. – 2000. – V. 8. – No. 5. – P. 305–311.
62. Bohner M. Calcium orthophosphates in medicine: from ceramics to calcium phosphate cements / M. Bohner // Injury. – 2000. – Vol. 31, № 4. – P. 37–47.
63. Supova M. Substituted hydroxyapatites for biomedical applications: A review / M. Supova // Ceram. Int. – 2015. – Vol. 41. – P. 9203–9231.
64. Комлев В. С Влияние содержания карбонат-групп в карбонатгидроксиапатитовой керамике на ее поведение in vivo / В.С. Комлев, И.В. Фадеева, А.Н. Гурин и др.// Неорг. материалы. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 373–378.
65. Гурин А. Н. Влияние хитозанового матрикса, содержащего гранулы карбонатгидроксиапатита, на заживление костных дефектов в эксперименте / А.Н. Гурин, В. С. Комлев, А. Ю. Федотов и др. // Перспективные материалы. – 2008. – № 5. – С. 9–15.
66. Zhang L. Synthesis and characterization of nanobelt-shaped Na, F and carbonate multi-substituted hydroxyapatite / L. Zhang, H. Li, K. Li et al // Mater. Lett. – 2015. – Vol. 138. – P. 48–51.
67. Баринов С. М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринов, В.С. Комлев. – Москва: Наука, 2005. – 204 с.
68. Вересов А. Г. Химия неорганических биоматериалов на основе фосфатов кальция / А. Г. Вересов, В. И. Путляев, Ю. Д. Третьяков // Ж. Рос. хим. об-ва Д.И. Менделеева. – 2004. – № 4. – С. 52–64.
69. Баринов С. М. Керамические и композиционные материалы на основе фосфатов кальция для медицины // Успехи химии. – 2010. – №79. – С. 15–32

70. Fabrication of mesoporous carbonated hydroxyapatite/carbon nanotube composite coatings by microwave irradiation method / Y. P. Guo [et al] // *Mater. Lett.* – 2011. – Vol. 65. – P. 1007–1009.
71. Preparation and characterisation of monoclinic hydroxyapatite and its precipitated carbonate apatite intermediate / H. Morgan [et al] // *Biomaterials.* – 2000. – Vol. 21. – P. 617–627.
72. Chemical and physical properties of carbonated hydroxyapatite affect breast cancer cell behavior / S. Choi [et al] // *Acta Biomaterialia.* – 2015. – Vol. 24. – P. 333–342.
73. Carbonate release from carbonated hydroxyapatite in the wide temperature range / S.M. Barinov [et al] // *J. Mater. Med.* – 2006. – Vol. 17. – P. 597–604.
74. Danilchenko S. N. Carbonate location in bone tissue mineral by X-ray diffraction and temperature-programmed desorption mass spectrometry / S. N. Danilchenko, V. A. Porkovsky, V. M. Bogatyrov // *J. Cryst. Res. Technol.* – 2005. – Vol. 7. – P. 692–697.
75. Структурные изменения в карбонатзамещенном гидроксиапатите при высоких температурах: исследование методами ЯМР ^1H - и КР-спектроскопии / В. М. Бузник [и др.]. – ДАН. – 2007. – Т. 413, № 2. – С. 198–201.
76. FTIR study of carbonate loss from carbonated apatites in the wide temperature range / J. V. Rau [et al] // *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomaterials.* – 2004. – Vol. 2. – P. 441–447.
77. Получение композиционных материалов на основе карбонатзамещенного гидроксиапатита / Я. Ю. Филиппов [и др.] // *Перспективные материалы.* – 2011. – Т. 12. – С. 224–231.
78. Нанопорошки кремнийсодержащих гидроксиапатитов/ Н. В. Бакунова [и др.] // *Журн. неорганич. хим.* – 2007. – Т. 52, № 10. – С. 1594–1599.
79. Silicon-substituted hydroxyapatite ceramics (Si-HAp): densification and grain growth through the prism of sintering theories / V. Putlayev [et al] // *Mat.-wiss. u. Werkstofftech.* – 2006. – Vol. 37, № 6. – P. 416–421.
80. Zheng Y. Effect of silicon content on the surface morphology of silicon-substituted hydroxyapatite bio-ceramics treated by a hydrothermal vapor method / Y. Zheng, G. Dong, C. Deng // *Ceramics International.* – 2014. – Vol. 40. – P. 14661–14667.
81. Yousefpour M. The effects of ageing time on the microstructure and properties of mesoporous silica-hydroxyapatite nanocomposite / M. Yousefpour, Z. Taherian // *Superlattices and Microstructures.* – 2013. – Vol. 54. – P. 78–86.

82. The pathway to intelligent implants: osteoblast response to nano silicon-doped hydroxyapatite patterning / G. Munir [et al] // J. R. Soc. Interface. – 2011. – Vol. 80. – P. 678–688.
83. Zheng Y. Effect of silicon content on the surface morphology of silicon-substituted hydroxyapatite bio-ceramics treated by a hydrothermal vapor method / Y. Zheng, G. Dong, C. Deng // Ceramics International. – 2014. – Vol. 40. – P. 14661–14667.
84. Исследование фазового и элементного состава покрытий на основе кремнийсодержащего гидроксиапатита для медицинских имплантатов, полученных методом ВЧ-магнетронного распыления / М. А. Сурменева [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 2012. – № 3. – С. 51–60.
85. Гурин А. Н. Кремний-замещенный гидроксиапатит, содержащий трикальций фосфат. Перспективы применения в хирургической стоматологии / А. Н. Гурин, В. С. Комлев // Медицинский алфавит. Стоматология. – 2011. – № 3. – С. 26–30.
86. Особенности формирования структуры ВЧ-магнетронных покрытий на основе серебросодержащего гидроксиапатита / А. А. Шаронова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 12/2. – С. 240–245.
87. Composition of calcium deficient Na-costaining carbonate hydroxyapatite modified with Cu (II) and Zn (II) ions / J. Li [et al] // Applied Surface Science. – 2008. – Vol. 254. – P. 2844–2850.
88. Цинк- и серебросодержащие гидроксиапатиты: синтез и свойства / И. В. Фадеева [и др.] // ДАН. – 2012. – Т. 442, № 6. – С. 780–783.
89. Sorption and ion-exchange properties of barium hydroxyapatite with divalent cations / S. Sugiyama [et al] // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2000. – Vol. 169. – P. 17–26.
90. Barium hydroxyapatite nanoparticles synthesized by citric acid sol-gel combustion method / Z. Xiu [et al] // Materials Research Bulletin. – 2005. – Vol. 40. – P. 1617–1622.
91. Strontium-substituted hydroxyapatite coatings deposited via a co-deposition sputter technique / A. R. Boyd [et al] // Mat. Sci. and Eng. – 2015. – Vol. 46. – P. 290–300.
92. Synthesis of strontium substituted hydroxyapatite whiskers used as bioactive and mechanical reinforcement material / Y. Shen [et al] // Materials Letters. – 2012. – Vol. 70. – P. 76–79.
93. Wakamura M. Surface structure and composition of calcium hydroxyapatite substituted with Al(III), La(III) and Fe(III) ions / M. Wakamura, K. Kandori, T. Ishikawa // J. Coll. and Surf. – 2000. – Vol. 164. – P. 297–305.

94. Yasukawa A. Preparation and structure of calcium hydroxyapatite substituted with light rare earth ions / A. Yasukawaa, K. Gotoh, H. Tanaka // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2012. – Vol. 393. – P. 53–59.
95. Synthesis, structural properties and thermal stability of Mn-doped hydroxyapatite / C. Paluszkiwicz [et al] // J. of Molec. Structure. – 2010. – Vol. 976. – P. 301–309.
96. Influence of manganese on stability and particle growth of hydroxyapatite in simulated body fluid / L. Medvecky [et al] // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2006. – Vol. 281. – P. 221–229.
97. Strontium doped hydroxyapatite biomimetic coatings on Ti6Al4V plates / M. Avci [et.al] // Ceramics International. – 2017. – V. 43. – №. 12. – P. 9431–9436.
98. Sedelnikova M. B. et al. Bioactive calcium phosphate coatings on metallic implants // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2017. – V. 1882. – №. 1. – C. 020062.
99. Han J. et al. Fabrication and evaluation of a bioactive Sr–Ca–P contained micro-arc oxidation coating on magnesium strontium alloy for bone repair application // Journal of Materials Science & Technology. – 2016. – V. 32. – №. 3. – P. 233–244.
100. Human mesenchymal stem cells response to multi-doped silicon-strontium calcium phosphate coatings / C. Rodríguez-Valencia [et al.] // Journal of biomaterials applications. – 2014. – V. 28. – №. 9. – P. 1397–1407.
101. In vivo study of porous strontium-doped calcium polyphosphate scaffolds for bone substitute applications / M. Tian [et al.] // Sci. Mater. Med. – 2009. – P. 1505–1512.
102. Controlling initial biodegradation of magnesium by a biocompatible strontium phosphate conversion coating / X. Chen [et al.] // Acta Biomater. – 2014. – P. 1463–1474.
103. Preliminary study on a bioactive Sr containing Ca–P coating on pure magnesium by a two-step procedure / Y. Lu [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2014. – T. 252. – P. 79–86.
104. Остеоиндуктивные, остеокондуктивные и электрохимические свойства кальцийфосфатных покрытий на титановых имплантатах и влияние их на минеральный обмен при переломах трубчатых костей в эксперименте / А. В. Карлов // Гений ортопедии. – 1999. – №4.
105. Биоккомпозиты на основе кальцийфосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелкозернистых биоинертных металлов, их биосовместимость и биodeградация / Ю. П. Шаркеев [и др.]. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета. – 2014. – 596 с.
106. Румянцева В. Е. Процессы коррозионной деструкции и защиты металлов: учеб. Пособие / В. Е. Румянцева. – 2016.

107. Гуляев П. Ю. Физические принципы диагностики в технологиях плазменного напыления / П. Ю. Гуляев, А. В. Долматов // Известия Самарского научного центра РАН. – №5. – 2009.
108. Мальчихина А. И. Сравнительный анализ методов формирования биосовместимых кальцийфосфатных покрытий на изделиях для хирургии / А. И. Мальчихина // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. VII междунар. Студ. науч.-практ. конф. – № 7.
109. De Sena L. A. Hydroxyapatite deposition by electroforesis on titanium sheets with different surface finishing / L. A. De Sena [et.al] // J. Biomed. Mater. Res. (Appl Biomater). – V. 60. – № 1. – 2002. – P.1-7.
110. Pietters Y. Carbonate incorporation in homogeneously precipitated calcium hydroapatite obtained by hydrolysis of octacalciumphosphate / Y. Pietters, R. M. Verbeeck // 12th European conference on biomaterials. – Porto, Portugal. – 1995. – P.78.
111. Lingzhou Z. Antibacterial nano-structured titania coating incorporated with silver nanoparticles / Z. Lingzhou, W. Hairong, H. Kaifu // Biomaterials. – V.32. –2011. – P. 5706–5716.
112. Сарапулова Т. А. Влияние плотности тока на качество оксидного покрытия при микродуговом оксидировании / Т. А. Сарапулова, И. С. Пономарев, Е. А. Кривоносова // Master's journal. – 2015. – №2. – С. 16-21.
113. Тихоненко В. В. Метод микродугового оксидирования / В. В. Тихоненко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2/13 (56). – 2012.
114. Structure and Properties of ANOF Layers / K. H. Dittrich [et.al] // Crystal Res. and Technol. – V.19. № 1. – 1984. – P. 93-99.
115. Райзер Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер. – М.: Наука. – 1987. – С.593.
116. Баковец В. В. Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов / В. В. Баковец, О. В. Поляков, И. П. Долговесова // Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение. – 1990. – С.168.
117. Tran B. V. Mechanism of Anodic Spark Deposition / B. V. Tran, S. D. Brown, G. P. Wirtz // Amer. Ceram. Bull. – V. 56. – № 61977. – P. 563-568.
118. Process Characteristics and Parameters of Anodic Oxidation by Spark Discharge / W. Krysmann [et.al] // Crystal Res. and Technol. – V 19. – № 7. – 1984. – P. 973-979.

119. Модельные представления о механизме микродугового окисления металлических материалов и управление этим процессом / А. Г. Ракоч [и др.] // Защита металлов. – Т. 42. – №2. – 2006. – С. 173 – 184.
120. Plasma electrolytic oxidation (PEO) for production of anodised coatings on lightweight metal (Al, Mg, Ti) alloys / F. C. Walsh [et.al] // Transactions of the Institute of Metal Finishing. – V.87. – №3. – 2009. – P. 122-135.
121. Surface characterization and corrosion behavior of calcium phosphate-base composite layer on titanium and its alloys via plasma electrolytic oxidation: a review paper / A. R. Rafieerad [et al] // Materials Science and Engineering: C. – No. 57. – 2015. – P. 397-413.
122. Суминов И. В. Микродуговое окисление (теория. технология. оборудование) / И. В. Суминов, А. В. Эпельфельд, В. Б. Людин. – М.: ЭКОМЕТ. – 368 С.
123. Шинжина А. А. Микродуговые биопокртия на основе волластонита и фосфатов кальция на титане и сплаве Zr-1% Nb: маг. дис. / А. А. Шинжина. – 2016. – 113 С.
124. Свойства покрытий, сформированных на магниевом сплаве МА8 методом плазменного электролитического окисления / С. В. Гнеденков [и др.] // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2010. – №. 5.
125. Патент №101302638, опубл. 2008.11.12.КНР.
126. Способ получения антикоррозионных кальцийсодержащих покрытий на сплавах магния / С. В. Гнеденков [и др.] // Патент России №2445409. 2012. Бюл. №8.
127. Чигринова Н. М., Воробьева Е. И. Инновации в технологии формирования биосовместимых покрытий / Н. М. Чигринова, Е. И. Воробьева // Национальная Ассоциация Ученых. – 2015. – №. 9-1. – С. 112-115.
128. Современные методы анализа в материаловедении: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150600 «Материаловедение и технология новых материалов»] / С. Н. Кульков, С. П. Буюкова. – Томск: Изд-во Том. Политехнического ун-та, 2011. – 84 с.
129. Курзина И. А. Рентгенофазовый анализ нанопорошков. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Отрасли нанотехнологий. Области применения наноматериалов» для магистрантов, обучающихся по направлению 150600 «Материаловедение и технология новых материалов» / сост.

- Курзина И. А., Годымчук А. Ю., Качаев А. А. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 14 с.
130. Кузнецова Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ. Методические указания. // Иркутский государственный университет. -2005. – 28 с.
131. Кнотько А. В. Рентгенодифракционные методы исследования материалов на приборе Rigaku D/MAX – 2500 / А. В.Кнотько, О. А. Ляпина // Московский государственный университет им. Ломоносова. – Москва. – 2005. – 34 с.
132. Ескина Г. М. Рентгенографический фазовый анализ. Учебно-методическое пособие / Г. М. Ескина, В. П. Морозов. – Казань: Изд-во Казанского государственного университета. – 2010. – 31 с.
133. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия: Электронное учебно-методическое пособие / А. В. Пирогов [и др.] // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 73 с.
134. Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул: учебно-методическое пособие: [для студентов химиков, знакомящихся с физическими методами] / Л. Г. Самсонова [и др.]. – 2016.
135. Коррозия металлов и защита от коррозии: методические указания / И. В. Артамонова [и др.]. – 1-е изд. – М.: МГТУ «МАМИ», 2010. – 52 с.
136. ASTM G59-97(2009), Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements, ASTM International, West Conshohocken, PA. – 2009.
137. Shi Z. Measurement of the corrosion rate of magnesium alloys using Tafel extrapolation / Z. Shi, M. Liu, A. Atrens // Corros. Sci. – 2010. – P. 579–588.
138. Shi Z. An Innovative Specimen Configuration for the Study of Mg Corrosion / Z. Shi, A. Atrens// Corros. Sci. – 2011. – P. 226–246.
139. Corrosion of Ultra-High-Purity Mg in 3.5% NaCl Solution Saturated with $Mg(OH)_2$ / F. Cao [et.al.] // Corros. Sci. – 2013. – P. 78–99.
140. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. В 2-х томах / И. В Суминов. – М.: Техносфера. – 2011.
141. Мамаев А. И. Сильноточковые процессы в растворах электролитов / А. И. Мамаев, В. А. Мамаева. – Новосибирск: Издательство СО РАН. – 2005. – 255с.
142. Characterization of discharge events during plasma electrolytic oxidation / C. S Dunleavy // Surf. Coat. Tech. – 2009. – V. 203. – P. 3410–3419.

143. Pilot in vitro study of the parameters of artificial niche for osteogenic differentiation of human stromal stem cell pool / I. A. Khlusov // Bull. Exp. Biol. Med. – 2011. – V. 150. – No. 4. – P. 216–224.
144. PEO Coatings Obtained on an Mg-Mn Type Alloy under Unipolar and Bipolar Modes in Silicate-containing Electrolytes / S. V. Gnedenkov [et al] // Surf. Coat. Technol. – 2010. – Vol. 204. – P. 2316–2322.

Для сайта: аннотация, содержание, введение, резюме, заключение, литература

Смотреть сериал Тайные истины X Microsoft Word - kilimnik2-a.doc X t_08_4_2006_007.pdf X Exactus Like - поиск текстовых X

Не защищено | like.exactus.ru/index.php/ru/?controller=process&view=report

Обработан файл:
Диссертация+Сед4docx.docx.

Год публикации: 2019.

Оценка оригинальности документа - 95.54%

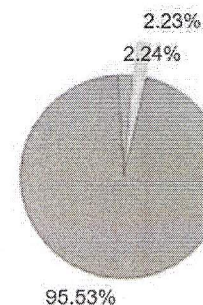
Процент условно корректных заимствований - 2.23%

Процент некорректных заимствований - 2.24%

Просмотр заимствований в документе

Время выполнения: 53 с.

Документы из базы



Источники заимствования

В списке
литературы

Источники
Заимствования

1. Кальций-фосфатные покрытия на резорбируемых магниевых имплантатах

Авторы: Гнеденков С. В., Синебрюхов С. Л., Хрисанфова О. А..

Год публикации: 2011. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/kaltsiy-fosfatnye-pokrytiya-na-rezorbiруемых-magnievых-implantatah>

Показать заимствования (17)

2.24%

Магистрант 101 712
Научной рук-16, с.н.с. ЛФНБ
рук-16 00П, 8-й ф-м.н.
президент

Сед

Казакбаева А.А.
Серельникова Л.Б.
Кузнецов С.Н.