

А.П. Рубштейн
Э.В. Макарова
И.Ш. Трахтенберг
Ю.М. Захаров

Биоимплантаты
на основе
пористого титана
с алмазоподобными
плёнками
для замещения
костной ткани

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ

*А.П. Рубштейн, Э.Б. Макарова,
И.Ш. Трахтенберг, Ю.М. Захаров*

БИОИМПЛАНТАТЫ
НА ОСНОВЕ
ПОРИСТОГО ТИТАНА
С АЛМАЗОПОДОБНЫМИ
ПЛЕНКАМИ
ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ
КОСТНОЙ ТКАНИ

ЕКАТЕРИНБУРГ 2012

УДК 546.821.824:612.015-008.9-018.4-089.843
ББК 30.3
Б63

Ответственный редактор академик РАН **Ю.М. Захаров**

Рецензенты: чл.-корр. РАН, заслуженный
деятель науки РФ **В.С. Мархасин**
чл.-корр. РАН **В.В. Сагардзе**

Рубштейн А.П., Макарова Э.Б.,
Трахтенберг И.Ш., Захаров Ю.М.

Б63 Биомиметические имплантаты на основе пористого титана с алмазоподобными пленками для замещения костной ткани. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. –136 с.

ISBN 978-5-7691-2311-5

Книга посвящена актуальным вопросам создания имплантатов для замещения костной ткани. Представлены оригинальные авторские разработки изготовления пористой титановой основы имплантатов и модификации ее поверхности биосовместимыми алмазоподобными пленками. Систематизированы и в доступной форме изложены основные результаты изучения биосовместимости имплантатов *in vitro* и *in vivo*. Исследован процесс их остеоинтеграции, определены общие закономерности и отличия в остеоинтеграции титановых имплантатов и титановых имплантатов с алмазоподобными пленками.

Монография включает главу, посвященную материалам для остеопластики, некоторым аспектам взаимодействия материальной поверхности с живыми тканями и современным представлениям об остеогенезе.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, занимающихся вопросами разработки, исследования и применения материалов для инженерии костной ткани, включая физиков, химиков, биологов, травматологов-ортопедов, челюстно-лицевых хирургов и ортопедов-стоматологов.

Ил. 61. Табл. 4. Библиогр. 286 назв.

УДК 546.821.824:612.015-008.9-018.4-089.843
ББК 30.3



ISBN 978-5-7691-2311-5

© РИО УрО РАН, 2012 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Современные материалы для имплантации в костную ткань	5
1.1. Классификация остеопластических материалов	6
1.2. Металлы, используемые для имплантации	8
1.3. Пористые металлы для замещения костных дефектов	10
1.4. Некоторые аспекты современных представлений об остеогенезе. Мезенхимальные стволовые клетки	12
1.5. Остеоинтеграция металлических имплантатов	24
1.6. Остеоинтеграция имплантатов и свойства поверхности	26
Глава 2. Углеродные алмазоподобные пленки	31
2.1. Способы осаждения, механизм формирования, структура и свойства углеродных алмазоподобных пленок	32
2.2. Биологическая совместимость углеродных алмазоподобных пленок (DLC)	37
Глава 3. Синтез и свойства структурных составляющих имплантатов	43
3.1. Пористый титан, технология получения и свойства	43
3.1.1. Синтез пористого титана, характеристика системы пор	43
3.1.2. Механические свойства пористого титана	46
3.2. Структура, состав и свойства углеродных и азотсодержащих углеродных алмазоподобных пленок	48
Глава 4. Новые научные факты и закономерности остеоинтеграции пористого титана с алмазоподобными пленками	53
4.1. Материалы и методы, используемые в экспериментах <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> ...	53
4.1.1. Образцы для испытаний <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>	53
4.1.2. Основные методы и методики исследований <i>in vitro</i>	54
4.1.3. Испытания <i>in vivo</i>	56
4.1.4. Исследование костной ткани	57
4.1.5. Методика определения прочности системы кость–имплантат ...	59
4.2. Результаты исследования <i>in vitro</i>	63
4.3. Результаты исследования <i>in vivo</i>	75
4.3.1. Микроскопическое исследование новообразованной костной ткани	75
4.3.2. Испытания прочности на разрыв системы кость–имплантат	98
4.3.3. Анализ мягких тканей, прилежащих к костной ткани в месте внедрения имплантата	102

Заключение	106
Список литературы	112
Список сокращений	128
Приложение. Термины и определения	129

Научное издание

**Анна Петровна Рубштейн, Эмилия Борисовна Макарова
Илья Шмулевич Трахтенберг, Юрий Михайлович Захаров**

**БИОИМПЛАНТАТЫ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ТИТАНА
С АЛМАЗОПОДОБНЫМИ ПЛЕНКАМИ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ
КОСТНОЙ ТКАНИ**

Рекомендовано к изданию ученым советом
Института физики металлов и президиумом УрО РАН

Редактор **О.О. Лаврухина**
Технический редактор **Е.М. Бородулина**
Корректоры **Г.Н. Старкова, Н.В. Каткова**
Компьютерная верстка **Н.С. Глушковой**
Дизайн обложки **Т.О. Турыгиной**

ISBN 978-5-7691-2311-5



НИСО УрО РАН № 26(12)–52. Подписано в печать 12.11.12.
Формат 60×84 1/16. Бумага типографская. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 10. Тираж 100 экз. Заказ № 333.

Оригинал-макет изготовлен в РИО УрО РАН,
620990, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.

Отпечатано в типографии
«Уральский центр академического обслуживания».
620990, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.