

УДК 615.47:621.793.74(075.8)

ББК 34.7:34.663я73

ПЗ6

Пичугин В.Ф.

ПЗ6 Ионно-плазменные методы модифицирования поверхности и создания биосовместимых покрытий для медицинского применения: учебное пособие / В.Ф. Пичугин, Р.А. Сурменев, М.А. Сурменева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 160 с.

В пособии даются основные понятия биомедицинского материаловедения и приведены основные классы биоматериалов, широко применяемых в современной медицине. Изложены способы получения биосовместимых поверхностей, отдельно представлены методы получения тонких биосовместимых покрытий на основе кальций-фосфата. Пособие содержит основные аспекты науки о поверхности и тонких пленках.

Предназначено для магистрантов, обучающихся по программе «Новые материалы и технологии в медицине, медицинской технике и стоматологии» в рамках направления 150600 «Материаловедение и технология новых материалов».

УДК 615.47:621.793.74(075.8)

ББК 34.7:34.663я73

Рецензенты

Доктор физико-математических наук заведующий лабораторией
Института физики прочности и материаловедения СО РАН

Ю.П. Шаркеев

Доктор технических наук заведующий лабораторией
Института сильноточной электроники СО РАН

Н.Н. Коваль

Доктор педагогических наук, профессор ТПУ

В.В. Ларионов

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013

© Пичугин В.Ф., Сурменев Р.А.,
Сурменева М.А., 2013

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Требования, предъявляемые к материалам медицинского применения.....	7
1.1. Биосовместимость материалов для медицины	8
1.2. Физико-механические и физико-химические свойства биоматериалов.....	11
2. Материалы для медицины.....	17
2.1. Керамика	17
2.2. Полимеры	20
2.3. Металлы и сплавы	28
3. Понятие плазмы и плазменные технологии.....	36
3.1. Низкотемпературная плазма: основные понятия и свойства	36
3.2. Плазменное осаждение покрытий.....	40
3.3. Плазменная модификация поверхности.....	41
3.3.1. Основные физико-химические процессы, протекающие при действии плазмы на полимерные материалы	42
3.3.2. Изменение контактных свойств поверхности полимеров.....	44
3.3.3. Физико-химические основы плазмохимической модификации.....	45
3.4. Плазменное травление и очистка поверхности	47
4. Основные процессы при плазменном формировании биосовместимых покрытий.....	48
4.1. Распыление мишени	49
4.2. Перенос распыленного материала	55
4.3. Осаждение материала.....	55
5. Ионно-плазменные методы модифицирования поверхности и получения биосовместимых покрытий	62
5.1. Метод плазменного напыления.....	64
5.2. Магнетронное распыление	65

5.2.1. Движение заряженных частиц в электромагнитном поле.....	71
5.2.2. Заряженная частица в электростатическом поле	72
5.2.3. Плоское движение заряженной частицы в однородном магнитном поле	73
5.3. Высокочастотное магнетронное распыление	74
5.4. Реактивное магнетронное распыление	79
5.5. Распыление многокомпонентных мишеней.....	81
5.6. Отрицательное электрическое смещение на подложке	82
6. Поверхностные явления	86
6.1. Поверхностная энергия	86
6.2. Физическая и химическая адсорбция на поверхности твердых тел	94
6.3. Кинетика процесса физической адсорбции	100
6.4. Кристаллическая структура и дефекты поверхности	103
6.5. Механизмы роста пленок на реальных поверхностях	114
6.6. Зародышеобразование	123
6.7. Гомогенное зародышеобразование	124
6.8. Гетерогенное зародышеобразование	127
6.9. Зависимость зародышеобразования от температуры подложки и скорости осаждения	131
6.10. Кинетические модели зародышеобразования.....	133
6.11. Атомистические модели зародышеобразования	138
6.12. Коалесценция кластеров и истощение	142
6.13. «Вызревание» Оствальда. Спекание.....	143
6.14. Миграция кластеров. Коалесценция и размер зерен.....	146
6.15. Структура и морфология тонких слоев	149
Список литературы	151