

Таблица 1 – Зависимость фазового состава пленок молибдена от времени обработки азот-водородной плазмой

d, нм	hkl	Исходные пленки	Время обработки, минут		
			5	10	15
0,240	111	-	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,223	110	Mo	Mo	-	-
0,209	200	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,157	200	Mo	Mo	-	-
0,147	220	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,128	211	Mo	Mo	-	-
0,126	311	-	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,120	222	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,111	220	Mo	Mo	-	-
0,104	400	-	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,099	310	Mo	Mo	-	-
0,096	331	-	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N
0,092	420	-	Mo ₂ N	Mo ₂ N	Mo ₂ N

Примечание: hkl – индексы Миллера; d – межплоскостные расстояния

Увеличение времени обработки до 10 минут приводит к формированию монофазной пленки нитрида молибдена (рис. 2). Дальнейшее увеличение времени облучения до 15 минут не вызывает изменения фазового состава пленок (таблица 1).

Таким образом, облучение тонких пленок молибдена азот-водородной плазмой при температуре 500 °С, давлении азот-водородной смеси 4,0 Па и времени воздействия плазмы 10-15 минут приводит к формированию монофазных пленок нитрида молибдена Mo₂N. Это вызвано диффузией и активным взаимодействием с молибденом ионов азота, образовавшихся в плазме в результате диссоциации молекул.

Роль ионов водорода сводится к подавлению окисления. Благодаря их присутствию компенсируется влияние на фазовый состав пленок кислорода, адсорбированного пленкой молибдена при осаждении и содержащегося в остаточных газах.

В условиях эксперимента энергетически возможна диссоциация азота в результате диссоциативной рекомбинации молекулярных ионов азота и прямой диссоциации молекул азота электронным ударом. Поэтому у поверхности облучаемых образцов наряду с ионами присутствуют также атомы и молекулы азота N и N₂ и, по-видимому, также вносят свой вклад в образование нитрида молибдена. Однако роль нейтральных частиц не является определяющей в условиях эксперимента. Это объясняется тем, что скорость диффузии ионов азота в тугоплавких металлах на порядок выше скорости диффузии атомов. Диффузия ионов и атомов азота происходит преимущественно по границам зерен, так как исходные пленки являются мелкодисперсными.

Выводы. В результате проведенных исследований было установлено, что оптимальным режимом для формирования пленок нитрида молибдена Mo₂N является 10-минутное облучение азот-водородной плазмой при температуре 500 °С и давлении азот-водородной смеси 4,0 Па.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования низкотемпературной азот-водородной плазмы дугового разряда для формирования тонких пленок нитрида молибдена Mo₂N.

Литература

1. Василенко Н.А., Гончаров В.В. Улучшение поверхностных механических характеристик прокатного инструмента методом ионной имплантации// Международный научный журнал «Интернаука». – 2017. – № 5 (27). – С. 67–70.
2. Шулаев В.М., Андреев А.А. Высокотвердые наноструктурные Mo-N покрытия / Вестник Харьковского национального университета. – 2006. – № 33. – С. 57–59.
3. Diffusion barrier performances of direct current sputter-deposited Mo and Mo_xN films between Cu and Si / Y. He [et al.] // J of Crystal Growth. – 2004. – Vol. 263, № 1–4. – P. 203–207.

615.47:616.074

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Анисович А.Г.¹, Залесский В.Г.¹, Маркевич М.И.¹, Малышко А.Н.¹, Щербакова Е.Н.²

¹Государственное научное учреждение «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Введение. Разработка новых методов лечения (химическое или механическое воздействие) мочекаменной болезни основывается на знании состава и структуры камней [1, 2]. Специфика строения мочевого камня требует исследования элементного состава не только камня в целом, но и отдельных его областей и участков.

Цель работы – проведение комплексного исследования состава и строения почечных

камней с использованием современных физических методов.

Методика проведения исследований. Исследование морфологии поверхности мочевого камня было произведено на сканирующем электронном микроскопе MIRA 3 LMN, оснащенный катодом Шоттки высокой яркости в качестве источника электронов (разрешение (In-Beam SE) – 1 нм при 30 кВ, 2 нм при 3 кВ, разрешение (SE

типа ET) – 1,2 нм при 30 кВ, 2,5 нм при 3 кВ, разрешение в режиме низкого вакуума (LVSTD) – 1,5 нм при 30 кВ и 3 нм при 3 кВ, увеличение – от 4х до 1000000х, ускоряющее напряжение – от 200В до 30 кВ).

Элементный состав определялся с помощью системы энергодисперсионного микроанализа AZtec для сканирующей электронной микроскопии и представляет собой программно-аппаратный комплекс с модульным программным обеспечением.

Также исследование морфологии поверхности мочевого камня произведено с использованием металлографического комплекса на основе инвертированного микроскопа МИ-1 в отраженном свете при увеличении 100 крат с освещением по методу темного поля, а также в поляризованном свете.

При использовании темнопольного освещения объект освещается полым конусом света. При этом освещены неплоскостные участки образца, что позволяет анализировать сложные поверхности, изломы, а также неметаллические материалы [4, 5]. В темнопольном освещении объект окрашен в естественные цвета.

Результаты исследований. Исследование структуры, проводимые с помощью оптической микроскопии и электронной микроскопии выявили сложное строение биоминерального агрегата. На рисунке представлены концентрические слои биоминерального агрегата, разделенными границами раздела (рис. 1), а также изображение сегментов камня в оптическом микроскопе (рис. 2). При механическом воздействии камень легко разламывается.

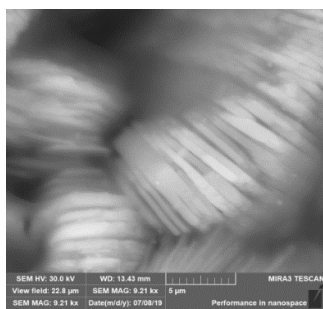


Рисунок 1 – Морфология поверхности мочевого камня

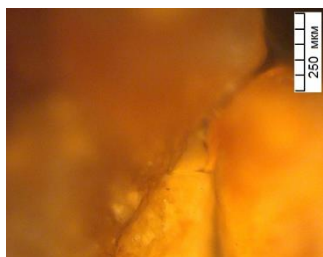


Рисунок 2 – Изображение сегментов камня в оптическом микроскопе

На рисунке 3 показан отдельный фрагмент камня с острыми углами размером порядка 100 мкм. Темнопольное освещение дает более четкое изображение поверхности камня, глубина резкости также выше. Цвет поверхности камня неоднородный. Участки различного состава имеют различную окраску.



а



б

Рисунок 3 – Поверхность камня:

а – поляризованный свет, б – темнопольное освещение

Принципиально, что структурные элементы одного и того же мочевого камня значительно отличаются элементарным составом, что в большой мере определяет особенности разрушения камня при внешнем воздействии.

По химическому составу мочевые камни делятся на фосфатные, уратные и оксалатные, однако большое количество камней не укладывается в эту классификацию и относится к смешанному типу [1–3].

Таблица 1 – Результаты определения химического состава мочевого камня

Элемент	Содержание элементов, % масс.			
	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 3	Спектр 4
C	48.49	68.30	54.32	51.99
N	25.64			22.00
O	25.37	30.65	38.06	25.64
Na	0.14	0.37	0.08	0.10
Al	0.09	0.13		0.07
Si		0.04	7.37	
P	0.06	0.10	0.13	0.08
S	0.04	0.08		0.04
Cl	0.07	0.12		0.03
K	0.11	0.16	0.04	0.05
Ca		0.05		
Всего	100.00	100.00	100.00	100.00

В таблице 1 представлены результаты определения химического состава из различных областей камня. Основной вклад в элементный состав вносит углерод, концентрация которого изменяется в интервале от 48,49 до 68,3 %. Достаточно

значительные концентрации кислорода. Концентрации натрия, фосфора и других элементов незначительны (менее 1 %).

Такое неравномерное распределение элементного состава в образце может свидетельствовать о последовательном стадийном отложении.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволили количественно описать изменения структуры и элементного состава в объеме мочевых камней.

Эти результаты показывают неравномерность распределения элементов по объему камня. Данные результаты необходимо учитывать при внешнем воздействии на камни, при подборе лекарств и доз для растворения камней и могут быть использованы при разработке новых методов диагностики и лечения.

УДК 666.193

ИМПУЛЬСНАЯ ФОТОННАЯ ОБРАБОТКА БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ Адашкевич С.В.², Маркевич М.И.¹, Чапланов А.М.¹, Журавлева В.И.³, Стельмах В.Ф.², Щербакова Е.Н.⁴

¹Государственное научное учреждение «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

³Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

⁴Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Введение. Импульсная фотонная обработка открывает широкие возможности для обработки тканей, поскольку эти технологические процессы отличаются высокой чистотой. Они основаны на уникальных свойствах лазерного излучения: когерентность, монохроматичность, малая длительность воздействия, высокие плотности энергии в импульсе, отсутствие прямого контакта между материалом и источником энергии, стерильность воздействия, воздействие без предварительной пробоподготовки, экспрессность метода.

В основе процесса лазерного воздействия на полимерные волокна разного происхождения лежат термохимические и термофизические механизмы разрушения. Изменения в материале напрямую зависят от режимов облучения. Одной из вариаций лазерного метода воздействия является двухимпульсная абляция [1–3]. При этом воздействие на полимер осуществляется не одиночными, а сдвоенными лазерными импульсами с временным сдвигом.

Базальтовые волокна применяются в широком диапазоне положительных и отрицательных температур. Температура рабочего применения базальтовых материалов составляет от – 260°C до +700°C, разовое воздействие температур – до

Литература

1.Пушкар, Д.Ю. Мочекаменная болезнь / Д.Ю. Пушкар, П.И. Распер // Русский медицинский журнал. – 2014. – № 17. – С. 14–18.

2. Александров, В.П. Особенности камнеобразования в почках у больных в семьях, отягощённых уролитиазом В.П. Александров, О.Л. Тиктинский // Урол. и нефрол. – 1993. – № 4. – С. 16–19.

3. Marberger, M.. Problems and complications in stone disease / M. Marberger, J. Hofbauer // Curr. Opin. Urol. – 1994. – Vol. 4. – P. 234–238.

4.Анисович, А.Г. Практика металлографического исследования материалов / А.Г. Анисович, И.Н. Румянцев. – Мн.: Беларуская навука. – 2013. – 221 с.

5.Анисович, А.Г. Искусство металлографии: использование методов оптического контрастирования / А.Г. Анисович // Весці НАН Беларусі. сер. фіз.-тэхн. навук. – 2016. – № 1. – С. 36–42.

1000°C. Для базальтовых тканей теплопроводность лежит в пределах 0,031– 0,038 (Вт/м·К). Базальтовые ткани вырабатываются из базальтовых крученых нитей полотняным переплетением поверхностной плотностью от 150 г/м² до 300 г/м².

В данной работе исследовалось базальтовая ткань ТБК-100, выпускаемая ОАО «Полоцк-Стекловолокно» до и после импульсной фотонной обработки.

Методика проведения исследований. Исследования элементного состава образцов базальтовой ткани проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе SEM 515. В состав данной системы входят Si(Li) детектор со сверхультратонким окном, охлаждаемый жидким азотом, компьютер и пакет программного обеспечения Genesis SEM Quant ZAF software.

Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от мини-мального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, которое составляет 30 кВ.

Из излучаемого любым образцом рентгеновского спектра можно извлечь два вида данных: