

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:

длину волны (или энергию) и количество рентгеновских лучей, излученных образцом за единицу времени. Измерение длины волны (или энергии) каждого характеристического рентгеновского луча позволяет определить, какие элементы имеются в образце, т. е. провести качественный анализ. Используя неразрушающую технику рентгеновского излучения можно провести количественный анализ состава области массивного образца размером примерно 1 мкм^3 . При исследовании образцов в виде тонких пленок размер анализируемого объема уменьшается приблизительно в 10 раз от значения для массивных образцов [4].

Для обработки материала использован лазер на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующий в двухимпульсном режиме (импульсы были разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов составляла 10 нс, частота следования импульсов 10 Гц, энергия одиночного импульса $\sim 0,05 \text{ Дж}$).

Образованная в результате испарения вещества под действием первого импульса абляционная плазма создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной плотностью частиц воздуха, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса для лазерной абляции.

Образец облучали лазерным излучением в интервале энергий 60–240 Дж при временах экспозиции от 1 до 4 минут. Размеры образца: толщина $\sim 0,2 \text{ мм}$, длина 15 мм, ширина 20 мм. Эффективность лазерного разрушения материалов зависит от количества поглощенной энергии при определенной плотности мощности, длительности воздействия.

Результаты исследований. Механизмы поглощения излучения в неорганических полимерах достаточно сложны и отличаются в разных спектральных диапазонах. Это обстоятельство затрудняет определение параметров лазерного воздействия на эти материалы расчетным путем. Следует отметить, что данный класс материалов является недостаточно изученным. На рисунке 1 приведена морфология поверхности ткани до импульсной фотонной обработки и рентгеновские спектры, позволяющие определить ее элементный состав.

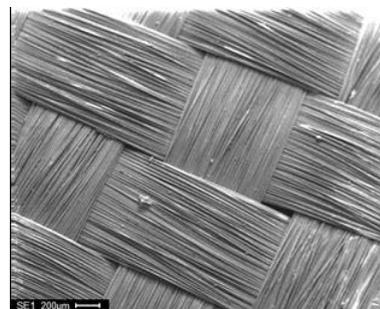
Как следует из рисунка 1, ткань имеет плотное переплетение и сложный элементный состав.

На рисунке 2 приведена структура базальтовой ткани после лазерного воздействия.

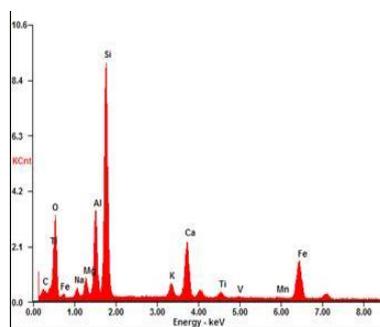
Как показывают исследования, форма нитей вблизи очага плавления вследствие высокой температуры искажается, и они приобретают бугорчатый вид, средний размер бугорка составляет $\sim 4 \text{ мкм}$.

При таких режимах лазерного воздействия реализуются условия образования низкотем-

пературной плазмы, температура при этом значительно превышает температуру, при которой происходит плавление окислов, температуру термической деструкции. Элементный состав базальтовой ткани приданных режимах обработки не изменяется.



а



б

Рисунок 1 – Структура (а) и элементный состав (б) базальтовой ткани до импульсной фотонной обработки

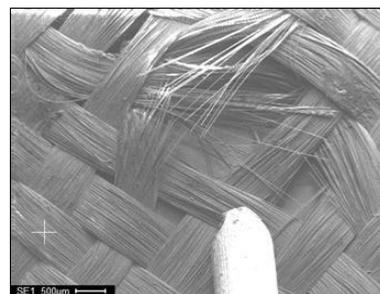


Рисунок 2 – Структура базальтовой ткани после лазерного воздействия с энергией 240 Дж, время воздействия 4 мин

Выводы. В результате проведенных исследований определен элементный состав и структура базальтовой ткани полотняного плетения до и после импульсной фотонной обработки, произведенной с использованием лазера на алюмоиттриевом гранате LS-2134D.

Литература

1. Толстопятов Е.М. Лазерная абляция полимеров // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 6–20.

2. Толстопяттов, Е.М. Нанесение тонкослойных покрытий из активированного потока продуктов лазерного распыления полимеров в вакууме / Е.М. Толстопяттов, А.М. Красовский // Тез. докл. научн.-техн. конф. «Вакуумные покрытия-88», Минск, 20–21 апреля 1988 г. – Минск, 1988. – С. 90–91.

3. Маркевич М.И., Чапланов А.М. Структурные превращения в тонких металлических пленках при импульсном лазерном воздействии // Известия НАН Беларуси. – 2016. – № 1. – С. 28–34.

4. Goodhew, P.J. Electron Microscopy and Analysis / P.J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland - New York: Taylor & Francis, 2001. – 251 p.

УДК 666.20.037

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Щетникович К.Г., Андрушко Р.А., Сухоцкая И.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

При формообразовании изделий сложной формы из минерального сырья приходится удалять значительную часть материала с исходной заготовки. Срезание припуска осуществляется методом шлифования, и ведет к большим затратам времени и электроэнергии. Для снижения непроизводительных потерь времени при изготовлении тел вращения на заготовке предварительно делают пропилы отрезным кругом на определенную глубину с малым шагом. Образовавшиеся тонкие пластинки камня между пропилами затем скалывают [1].

Использование модернизированного токарного станка и применение алмазного кольцевого сверления расширяют возможности формообразования изделий с круглым поперечным сечением из минералов большой твердости [2, 3]. В этом случае появляется возможность значительную часть припуска срезать непосредственно на токарном станке алмазным отрезным кругом, закрепленным в электрошпинделе. Срезание припуска с заготовки достаточного большими фрагментами также даёт возможность использовать остатки дефицитного сырья для изготовления мелких изделий из минералов.

Модернизация универсального токарно-винторезного станка сводится к установке вместо резцедержателя электрошпинделя, ось вращения которого находится в горизонтальной плоскости оси вращения шпинделя станка. При обработке внутренней сферической выемки на заготовке цилиндрической формы, закрепленной в трехкулачковом патроне токарного станка (рис. 1), предварительно выпиливается на торцовой поверхности фрагмент в виде четырехгранной пирамиды. В этом случае шпиндель станка используется как поворотное делительное устройство, а электрошпиндель 1 с закрепленным на нем алмазно-отрезным кругом 2 разворачивается на угол близкий к 45° по отношению к оси вращения станка. Плоскость распиливания должна проходить через точку *A* на оси сферической выемки. После первого пропила делается последовательно ещё три пропила через 90° на ту же глубину. Диаметр от-

резного круга во избежание зарезов на сферической выемке радиусом $R_{сф}$ не должен значительно превышать величину $\sqrt{2}R_{сф}$. Глубина пропила рассчитывается таким образом, чтобы отрезной круг несколько не доходил до точки *A* и вершину пирамиды 3 можно было бы легко отколоть.

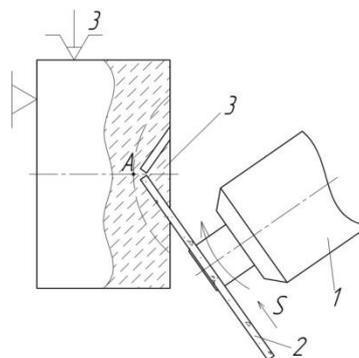


Рисунок 1 – Схема выпиливания четырехгранной пирамиды

Удаление оставшегося припуска осуществляется дисковой фрезой или алмазно-отрезным кругом с двусторонним коническим профилем формы 1ЕЕ1 диаметром, не превышающим диаметр сферической выемки (рис. 2).

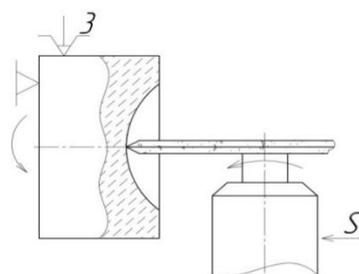


Рисунок 2 – Схема обработки внутренней сферической поверхности алмазно-отрезным кругом

Режущая кромка инструмента должна находиться на оси шпинделя токарного станка и вместе с суппортом перемещаться в продольном направлении до получения выемки заданной глубины. По мере изнашивания инструмента угол α