

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

Результаты исследований

На рисунке 1 представлен элементный состав базальтовой ткани. Как видно из рисунка элементный состав базальта весьма разнообразен. Фазовый состав: кремнезем, окислы титана, железа, алюминия, марганца, магния, кальция, калия, натрия.

На рисунке 2 показаны результаты исследования базальтовой ткани полотняного плетения помощью металлографического микроскопа. Как видно из рисунка, диаметр волокон составляет порядка 10 мкм.

Для исследования изменения макроструктуры базальтовой ткани при внешних воздействиях было

проведено облучение лазером при вложенной энергии 60 Дж и времени воздействия 1 мин. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

Таким образом, при данной энергии воздействия наблюдается незначительное повреждение базальтовой ткани, возникает обрыв пакетов волокна и смещение прилегающих участков ткани. Элементный состав при этом не изменяется.

Выводы

В результате проведенных комплексных исследований определен элементный состав и макроструктура базальтовой ткани полотняного плетения.

Литература

Демешкин, А.И., Шваб, А.А.. Исследование механических свойств непрерывного базальтового волокна применительно к производству композитных материалов, Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 3(24) (2011), С. 185–188.

УДК 621.7.09

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ИЗ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА ДО И ПОСЛЕ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ Юрасова К.В.¹, Биткаша В.С.¹, Хомич Н.С.²

¹Унитарное предприятие «Полимаг», Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Введение

Проблема формирования поверхностей с рельефом наноуровня и приповерхностных слоев с минимальным количеством дефектов структуры чрезвычайно актуальна для ответственных изделий оптической и лазерной техники. [1]

Развитие традиционных методов финишной обработки деталей машин и приборов часто не отвечает современным требованиям. Выход на более высокий уровень качества возможен путем создания прогрессивных технологий, основанных на использовании нетривиальных физико-химических источников энергии. Одним из таких источников является энергия магнитного поля, все более широко применяемая во многих областях техники – от атомных реакторов до медицинских приборов. [2].

Сущность магнитно-абразивной обработки (МАО) основана на способности ферро магнитной массы, размещенной в магнитном поле, без каких-либо механизмов-преобразователей оказывать абразивное воздействие на обрабатываемую поверхность заготовок.

Методика исследования образцов

Образец из оптического стекла Ø40×10 мм выбран из номенклатуры изделий ОАО «Пеленг» (г. Минск) для проведения исследований нанорельефа поверхности до и после магнитно – абразивной обработки. Образец не подвергался дополнительной очистке исследуемой поверхности

перед проведением исследований на сканирующем зондовом микроскопе «Solver Pro M».

Исследование на сканирующем зондовом микроскопе «Solver Pro M» осуществлялось в контактном режиме в трех произвольно выбранных точках образца: центр, середина радиуса и 6–8 мм от края.

Для каждой выбранной точки сканирование проводилось последовательно на областях 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм без перемещения образца.

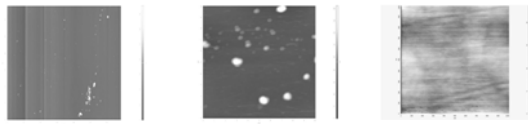
Измерение и анализ характеристик нано рельефа поверхности образца осуществлялись с использованием специализированного программного обеспечения «Nova», сканирующего зондового микроскопа «Solver Pro M». С целью типизации исследуемых поверхностей перед проведением анализа топографии поверхности образца с использованием программного обеспечения «Nova» последовательно проводилось вычитание плоскости, поверхности второго порядка и поверхности третьего порядка. В результате анализа были определены следующие характеристики топографии поверхности образца: среднеквадратичное отклонение (RMS), параметр шероховатости (Sa).

На рисунках 1-3 показаны изображения поверхности (топография) до МАО на областях 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм в точках образца: 6–8 мм от края, середина радиуса, центр. В таблице 1 представлены результаты определе-

ния характеристик топографии нанорельефа поверхности образца: среднеквадратичное отклонение (RMS), значение шероховатости (Sa), полученные в результате анализа изображений, представленных на рисунках 1-3.

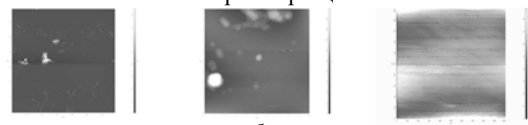
Таблица 1 – Характеристики поверхности образца до MAO

| Характеристика | Положение точки анализа и размер области сканирования | | | | | | | | |
|----------------|---|--------|---------|---------------|---------|---------|------------|---------|---------|
| | Край, мкм | | | Середина, мкм | | | Центр, мкм | | |
| | 68 | 10 | 1 | 68 | 10 | 1 | 68 | 10 | 1 |
| RMS, нм | 22,5093 | 10,109 | 1,53676 | 83,5671 | 43,0649 | 6,38072 | 22,6108 | 17,9699 | 2,34939 |
| Sa, нм | 14,4926 | 4,7277 | 1,05571 | 33,4703 | 23,5888 | 4,94509 | 14,0058 | 9,07774 | 1,65256 |



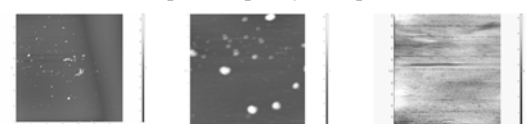
а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

Рисунок 1 – Топография поверхности в точке 6–8 мм от края образца



а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

Рисунок 2 – Топография поверхности в точке на середине радиуса образца



а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

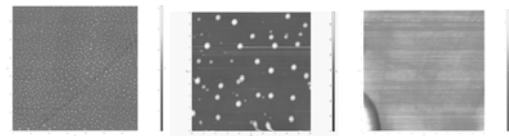
Рисунок 3 – Топография поверхности в точке центра образца

Результаты исследования нано рельефа поверхности образца

На рисунках 4-6 показаны изображения поверхности на областях 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм в точках образца: 6–8 мм от края, середина радиуса, центр после проведения магнитно-абразивной обработки. В таблице 2 представлены результаты определения характеристик топографии поверхности образца после MAO, полученные в результате анализа изображений, представленных на рисунках 4-6.

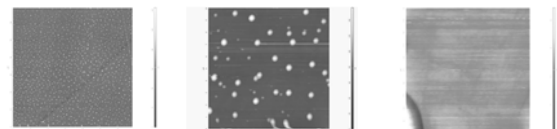
Таблица 2 – Характеристики поверхности образца после MAO

| Характеристика | Положение точки анализа и размер области сканирования | | | | | | | | |
|----------------|---|---------|---------|---------------|---------|---------|------------|---------|---------|
| | Край, мкм | | | Середина, мкм | | | Центр, мкм | | |
| | 68 | 10 | 1 | 68 | 10 | 1 | 68 | 10 | 1 |
| RMS, нм | 6,58871 | 2,48859 | 1,45161 | 8,67259 | 10,1931 | 1,26953 | 8,55671 | 3,69699 | 2,34939 |
| Sa, нм | 4,45213 | 1,6847 | 0,84917 | 4,77394 | 5,7444 | 0,70239 | 5,0035 | 2,19285 | 1,65265 |



а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

Рисунок 4 – Топография поверхности в точке 6-8 мм от края образца



а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

Рисунок 5 – Топография поверхности в точке на середине радиуса образца



а, б, в – Области 68×68 мкм, 10×10 мкм, 1×1 мкм соответственно

Рисунок 6 – Топография поверхности в точке центра образца

Заключение

В результате магнитно-абразивной обработки заметно улучшилось качество поверхности образцов из оптического стекла, а в приповерхностном слое практически отсутствуют дефекты. С помощью магнитно-абразивной обработки можно сформировать поверхность наноуровня с параметром Ra < 6 нм.

Литература

1. Зубаков, В.Г., Семибратов, Н.Н., Штандель, С.К. Технология оптических деталей. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.
2. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий : монография / Н.С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 217 с. : ил.