

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА НА ОБРАБОТКУ СТЕКЛА ЛАЗЕРНОЙ МИКРОПЛАЗМОЙ

Болошко А.А. (Университет ИТМО),

Рымкевич В. С. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – к.т.н, Сергеев М.М.
(Университет ИТМО)

Аннотация

В данной работе было исследовано влияние лазерных импульсов в фемто- и наносекундном диапазоне на микрогеометрию формируемых структур на поверхности плавленного кварца лазерно-индуцированной микроплазмой. Полученные результаты позволяют повысить качество формируемых структур и определить порог длительности импульса, при котором обработка ЛИМП становится нецелесообразной.

Введение. Методы обработки поверхности стекол с использованием лазерно-индуцированной микроплазмы актуальны благодаря своей высокой практической значимости и легкости интеграции в технический процесс. Они могут быть реализованы с использованием различной длительности импульса индуцирующего излучения начиная от миллисекундного диапазона и заканчивая фемтосекундным. Исходя из результатов некоторых работ и численного моделирования, можно выявить что в процессах лазерно-индуцированной абляции стекла с помощью плазмы (LIPAA) с увеличением длительности импульса увеличиваются размеры формируемых каналов в связи закачкой большей энергии в плазменный факел. В данной работе, рассматриваемый метод лазерно-индуцированной обработки микроплазмой (LIMP) отличается от часто рассматриваемого в научной литературе LIPAA отсутствием зазора между мишенью и образцом, а также мишенью в виде пластины графита. В LIMP исторически используется длительность импульса в 50 нс, однако научного обоснования данному решению в известной литературе не приводится и это открывает простор для исследования влияния длительности импульса на результаты обработки стекла LIMP.

Основная часть. В зависимости от используемой длительности импульса во время лазерно-индуцированной обработки стекол можно наблюдать различные эффекты: экранирование лазерного излучения плазмой, при большой длительности импульса, обработка стекла плазменным факелом, в наносекундном диапазоне, и возникновение нелинейных оптических эффектов (прямая запись в объеме стекла) в самом образце, при работе в пико- и фемтосекундном диапазоне. В данной работе была поставлена цель определения изменений в геометрии сформированного на поверхности плавленного кварца рельефа лазерно-индуцированной плазмой при переходе от наносекундного в фемтосекундный диапазон. В процессе записи ЛИМП от фемто- и пикосекундных импульсов максимальная плотность энергии была подобрана таким образом, чтобы исключить прямую лазерную запись. В фемто- и наносекундном диапазоне треки записывались при частоте следования импульсов 40 кГц и скорости линейного перемещения 20 мм/с. В наносекундном диапазоне плотность энергии была постоянна в 0.89 Дж/см^2 , а в фемтодиапазоне изменялась от 1.96 Дж/см^2 до 3.33 Дж/см^2 . Поверхность графитовой мишени была исследована на контактном профилометре Hommel Tester T8000, а образца – проводились с помощью оптического профилометра Zometrics ZeScope, а полученные профили треков были усреднены.

Выводы. Экспериментально было выявлено, что с ростом длительности импульса в образце и мишени происходит увеличение как ширины, так и глубины треков. Это напрямую соответствует изменению размера прогретой области на углеродной мишени за время импульса. Стоит заметить, что несмотря на уширение трека на мишени, ширина вытравленного в стекле трека перестает значительно изменяться после достижения глубины

лунки, которой достаточно для ограничения уширения плазменного факела при вертикальном распространении. На это может влиять несколько факторов: увеличение объема преобразованного в плазму материала мишени и подпитка плазменного факела лазерным излучением в оставшееся время от длительности импульса. Полученные результаты, могут найти свое применение при изготовлении дифракционных оптических элементов лазерно-индуцированной микроплазмой для достижения более высокой разрешающей способности метода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта НИРМА ФТ МФ

Болошко А.А. (автор)

Подпись

Сергеев М.М. (научный руководитель)

Подпись