

Разработка программных средств для моделирования процесса лазерной 3D микрообработки

ШОЕВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН (Новосибирск), Россия

e-mail: shoevserega@mail.ru

БУЛУШЕВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН (Новосибирск), Россия

Лазерная микрообработка применяется для обработки различных материалов и позволяет формировать структуры с субмикронным разрешением по произвольным САД-моделям. При точном задании режима обработки возможно получение изделий с высокими качественными характеристиками. Влияние регулируемых параметров системы (мощности лазерного излучения, скорости перемещения лазерного пучка, частоты импульсов и др.) на качественные характеристики с целью определения их оптимального соотношения может быть автоматизировано за счет применения математического моделирования.

Данная работа посвящена численному моделированию взаимодействия лазерных импульсов с металлами и вычислению поверхности, полученной в результате лазерной микрообработки. Для взаимодействия лазерного излучения с веществом реализованы 2 подхода. Первый подход основан на предположении, что вся энергия лазерного импульса, поглощенная веществом, расходуется только на его нагрев, плавление и испарение (обработка фемто- и пикосекундными импульсами). При заданных свойствах материала и размере пятна фокусировки производится расчет объема удаленного материала и форму кратера. Во втором подходе [1] (обработка микро- и наносекундными импульсами) производится решение классического уравнения теплопроводности методом конечных разностей. Вычисляется пространственно-временное распределение температуры в материале с учетом фазовых переходов. Считая, что удаление материала при импульсном лазерном нагреве происходит при достижении пороговой температуры испарения. В результате по испаренному материалу вычисляется форма и размер кратера.

Разработано программное обеспечение позволяющее рассчитать и визуализировать 3D геометрию поверхности при заданной траектории перемещения лазерного пучка и наборе параметров (размер пятна фокусировки, энергия и длительность импульса, перекрытие между пучками, коэффициент поглощения, показатель поглощения, температуропроводность, удельная теплоемкость, удельная теплота плавления и парообразования, плотность, температура плавления и испарения).

Для тестирования и верификации предложенной модели проведена серия экспериментов с использованием Nd:YAG лазера (1064 нм, 3.8 Вт, 10 нс) по обработке нержавеющей стали лазерными импульсами с энергиями в диапазоне 38-380 мкДж. Для измерения профиля полученных структур использовался лазерный конфокальный сканирующий микроскоп Carl Zeiss LSM 700. Анализ данных измерений показал, что тестирование разработанного метода моделирования на структурах,

затруднено, из-за наличия на поверхности зоны лазерного воздействия расплавов и облоев, что затрудняет измерение.

Список литературы

1. Dobrey T., Pham D.T., Dimov S.S. A simulation model for crater formation in laser milling // Multi-Material Micro Manufacture: сборник тезисов. 2005. р. 155-159.