

## **Атомистическое моделирование лазерной абляции металлов**

*Стариков С.В., Норман Г.Э., Стегайлов В.В.*

Объединенный институт высоких температур РАН

Московский физико-технический институт

Лазерная абляция имеет множество технологических применений в микрообработке и создании поверхностных наноструктур. В то же время, механизм лазерной абляции во многом остаётся не ясным с точки зрения теории и моделирования. Проникновение импульсного лазерного излучения в вещество приводит к сильному нагреву электронной подсистемы. Характерное время установления теплового равновесия между электронами и ионами соизмеримо со временем самой абляции и временами кинетических процессов происходящих при этом (телоперенос, фазовые переходы, возникновение ударных волн и т.д.). Таким образом, процесс лазерной абляции происходит в крайне неравновесном состоянии двухтемпературного конденсированного вещества, теория которого только начинает развиваться. Данное состояние является промежуточным между нагретым конденсированным состоянием и плазмой.

В работе, на основании атомистической двухтемпературной модели, исследован процесс лазерной абляции золота и алюминия. Модель заключается в использовании приближения сплошной среды для электронной подсистемы и молекулярно-динамического моделирования для ионной подсистемы. Таким образом, совместно решаются система уравнений Ньютона для ионов и кинетическое уравнение теплопроводности для электронов. Электронная подсистема влияет на ионную подсистему через электрон-ионную релаксацию (ланжевеновский термостат в ионной подсистеме) и зависимость межионного потенциала взаимодействия от локального значения электронной температуры.

Результаты моделирования представлены в виде зависимостей глубины кратера от энерговклада, при различных характеристиках поглощенного импульса (варьировались длина волны и длительность). Проанализированы различные механизмы лазерной абляции и отмечена существенная роль электронного давления при описании данного процесса. Проведено сравнение результатов моделирования с имеющимися экспериментальными данными по абляции золота и алюминия.