

ПЛАЗМЕННАЯ СПЕКТРОХИМИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗОНАНСНОЙ АБЛЯЦИИ

Ю.С.Протасов, Ю.Ю.Протасов, А.Н.Рубинов

Московский государственный технический университет им.

Н.Э.Баумана УНЦ фотонной энергетики

107005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5. protasov@power.bmstu.ru

Исследование многофакторных процессов (опто-теплофизических и радиационно-газодинамических) лазерной абляции представляет значительный научный и практический интерес для решения актуальных задач плазменной спектроскопии, селективной фотохимии полимеров и др. [1]. Методы резонансной лазерной абляции, объединяющие абляцию и резонансную ионизацию в одном цикле воздействия являются не только эффективным инструментом генерации среды контролируемого химического и ионизационного состава, но и в сочетании с масс-спектрометрией позволяют количественно характеризовать динамику фазовых переходов в неравновесных (газово-плазменных) гетероструктурах.

В докладе представлены результаты цикла экспериментальных исследований и сравнительного анализа спектрально-энергетической эффективности различных механизмов генерации волн развитого испарения и фототермической ионизации, выяснения возможностей управления их пространственно-временной динамикой и макроструктурой при воздействии лазерного излучения широкого диапазона перестраиваемых частот (ИК-УФ) и плотностей потока мощности на полимерные материалы в газо-вакуумных условиях.

1. Для экспериментального анализа всех этапов многофакторных процессов резонансной лазерной абляции полимерных мишеней (низкопороговой лазерной абляции, поддержания волны лазерной генерации и нагрева атомарных паров, транспортировки в зоны одно-многофотонной ионизации и последующего ускорения в поле светодетонационной ударной волны и др.) – сформулированы требования к спектрально-диагностическому и метрологическому комплексу для определения: пространственно-временных полей концентраций заряженных и нейтральных частиц, температур и скоростей, химического (элементного и группового) и ионизационного состава среды в цикле воздействия.

2. Приводится описание экспериментально-диагностического модуля электрофизического комплекса «ЛУЧ» [2], содержащего мишенную камеру, электрооптически связанную с блоками источников когерентного излучения, дифференциальной газовакуумной системы, блоком голографической интерферометрии с визуализацией поля и спектрально-аналитическим комплексом. Охлаждаемая мишенная камера содержит омические и ВЧ-нагреватели исследуемых образцов полимерных и металлических мишеней ((CH_2O)_n, (C_2F_4)_n, Al, Ti, Al₂O₃...) и широкоапертурные каналы ввода и отбора излучения и среды для спектрального ($h\nu \sim 0,1-5,8$ эВ) и МС-анализа. Блок источников излучения включает как когерентные излучатели стандартных ($\lambda_1 \sim 10,6; 1,03; 0,693$), так и плавно перестраиваемых частот на основе жидкостных лазеров с органическими красителями и сцинтилляторами ($\lambda \sim 0,64-0,241$ мкм), и селекторов спектра высокой плотности мощности и дисперсии ($\tau_{\text{и}} \sim 1-10^{-9}$ с), Оптические тракты мишенной камеры имеют общую элементную опто-электро-механическую базу с голографическим интерферометром типа УИГ-1М и спектрально-аналитический комплекс высокого спектрального и пространственно-временного разрешения (эмиссионный и абсорбционные анализ, ИК-УФ, ВУФ-спектрофотометрия с использованием фотоэмиссионно-сцинтилляционного спектрометра с детектором Линке, вторичными стандартами спектральной яркости в ВУФ, УФ и ВУФ диапазонах спектра).

3. Представлены результаты: а. экспериментального определения химического и ионизационного состава изучаемых сред, пространственно-временных распределений концентраций заряженных и нейтральных частиц, температур, скоростей и др. для широкого спектра регулировочных параметров воздействия, полученными при численном моделировании (и с данными теоретического анализа, использующего различные модели фазовых превращений в поле интенсивного лазерного излучения стандартных и резонансных частот [4]); б. количественной характеристики и критериев фазовых переходов «твердое тело – атомарный пар – плазма» в зоне воздействия для выбранного диапазона спектрально-энергетических, динамических и газо-вакуумных условий; в. сравнительного анализа эмиссионных, абсорбционных и масс-спектров для определенных пороговых условий нерезонансной и резонансной лазерной абляции мишеней полимерного ряда типа $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Полученные результаты (как основа генерируемого тематического банка экспериментальных данных по лазерной инъекции) обсуждаются и сравниваются с известными [3] базами и банками данных, анализируются схемные решения модулей атомизаторов предлагаемого типа лазерных инжекторов неравновесной плазмы сложного химического состава, использующих технологию резонансной лазерной абляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bortwicl I.S., Ledingham K.W.D. // *Spectrochimica Acta*. 1992. 47 B. № 11. p.1259.
2. Ю.Ю.Протасов // *Вестник МГТУ, серия фундаментальных наук*. 1997. №4. С. 485.
3. Wang L., Ledingham K.W.D. // *J. Appl. Phys.* 1998. v. 60. p. 71.
4. Yu.Yu. Protasov. // *Proceedings of Int. Symposium on the Physics of Heat Transfer in Boiling and Condensation. Moscow. 1997. p. 505.*