

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ И В ВАКУУМЕ

А.Н.ЧУМАКОВ

Институт молекулярной и атомной физики Академии наук Беларуси
Проспект Ф.Скорины 70, 220072 Минск, Беларусь

Лазерная плазма может служить удобным источником высокоинтенсивного излучения в широкой области спектра благодаря эффективной конверсии монохроматического лазерного излучения в широкополосное излучение лазерной плазмы. Потребности в локальных источниках высокоинтенсивного излучения и в контроле лазерных технологических процессов стимулируют исследования излучательных характеристик приповерхностной лазерной плазмы в различных областях спектра от коротковолновой до инфракрасной.

Настоящая работа посвящена исследованиям свойств и излучательных характеристик лазерных плазменных образований в спектральной области 0,3–10 мкм вблизи ряда мишеней в воздухе, азоте, аргоне и в вакууме при плотностях мощности воздействующего лазерного излучения (1,06 и 0,53 мкм) вплоть до 12 ГВт/см². При высокочастотном импульсно-периодическом лазерном воздействии (1,06 мкм) на поглощающие конденсированные среды обнаружен режим эффективного эрозионного плазмообразования, который реализуется как при атмосферном, так и при пониженном на порядок давлении воздуха в определенном диапазоне параметров лазерных импульсов ($q > 0,2$ ГВт/см²; $f > 5$ кГц) и сопровождается повышением эффективности возбуждения давления на поверхности мишени, усилением эрозионного плазмообразования и сменой плазмообразующей среды. Показано, что воздушная плазма, образованная первым лазерным импульсом, обладает специфической пространственной структурой, обусловленной инициированием радиационной, либо светодетонационной лазерных волн поглощения, и в дальнейшем при воздействии последующих лазерных импульсов почти

полностью вытесняется эрозионной плазмой. При этом в плазменном факеле образуются устойчивые вихревые структуры, препятствующие смешиванию эрозионной и воздушной плазмы в течение интервала между лазерными импульсами. В таких условиях реализуется специфический режим взаимодействия, когда светодетонационные волны поглощения лазерного излучения формируются и распространяются не только в воздухе, но и в эрозионной плазме. Обсуждаются возможности использования обнаруженного режима лазерного воздействия в лазерных технологиях обработки материалов и лазерном спектральном анализе.

Предложен и реализован способ управления частотным ИАГ-лазером, обеспечивающий программирование его работы и стабилизацию параметров лазерных импульсов с помощью специального устройства. На основе этого исследованы свойства, структура и излучательные характеристики лазерных плазменных образований (ЛПО) вблизи ряда мишеней (Al, In, Cd, Si) при атмосферном давлении окружающего мишень газа (воздух, азот, аргон) и в вакууме в спектральной области 0,3-10 мкм при плотностях мощности воздействующего лазерного излучения от 0,1 до 4 ГВт/см²(0,53 мкм) и от 0,1 до 12 ГВт/см²(1,06 мкм). Выявлена квазилинейная зависимость энергетической силы излучения ЛПО от плотности мощности лазерного излучения, измерены индикатрисы, а также энергетическая сила излучения плазмы и ее распределение в спектральном интервале 0,3-10 мкм. Выяснено, что индикатрисы энергетической силы излучения ЛПО имеют вытянутую форму, зависящую от материала мишени, рода и давления атмосферного газа, длительности лазерного импульса, длины волны и ширины спектрального интервала регистрируемого излучения, причем с ростом интенсивности воздействующего лазерного излучения форма индикатрис приближается к круговой. Выявлен нетепловой характер распределения спектральной плотности излучения ЛПО в области 0,3 - 10 мкм и его связь с родом атмосферного газа. Определены условия многократного повышения эффективности конверсии лазерного излучения в ИК-излучение приповерхностной лазерной плазмы кадмиевой мишени. Обсуждаются возможности создания эффективного локального лазерно-плазменного источника излучения с высокой яркостью в ИК-области спектра.