

КИНЕТИКА СВЕЧЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЦИНКА ПРИ ДВУХИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

К.Ф. Ермалицкая, Ф.А. Ермалицкий, Е.С. Воропай

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

E-mail: ermalitskaia@gmail.com

Элементный анализ методом атомно-эмиссионной спектроскопии, как при электрическом, так и лазерном возбуждении спектров, основан на регистрации интегральной интенсивности спектральных линий и построении на основании этих данных градуировочных графиков. Однако часто полученные экспериментальные точки на графиках зависимости относительной интенсивности спектральных линий от концентрации элементов в стандартных образцах не могут быть аппроксимированы ни прямой, ни экспонентой. В этих случаях говорят о влиянии «третьих» элементов, пространственной и временной неоднородности многокомпонентной плазмы. В большинстве случаев конкретные причины «нестабильности» аналитического сигнала остаются неизвестны [1].

Целью данной работы было создание экспериментальной установки и разработка комплекса методов, позволяющих исследовать кинетику свечения спектральных линий при двухимпульсном лазерном возбуждении. Использование сдвоенных лазерных импульсов, разделенных временным интервалом микросекундного диапазона, позволяет значительно повысить аналитический сигнал при неизменной суммарной энергии и мощности излучения. Однако механизм роста относительной интенсивности не до конца изучен, в результате определить оптимальную величину межимпульсного интервала можно только эмпирически.

Был разработан многоканальный регистратор кинетики свечений в диапазоне 0,05–1000 мкс, который позволяет измерять эмиссионные спектры исследуемых объектов через заданные интервалы времени от начала (окончания) лазерного, искрового или дугового импульсов. Для любой выбранной части спектральной линии измеряется форма кривой высвечивания во времени и производится вычисление констант затухания в 1- или 2-экспоненциальном приближениях. Регистратор представляет собой оптико-электронный блок, обеспечивающий прием анализируемого излучения через волоконно-оптический световод, разложение излучения в линейный спектр с помощью дифракционного полихроматора и последующее детектирование спектра линейным многоэлементным п.з.с.-фотоприемником. Функционирование п.з.с.-фотоприемника и обработка его сигналов организуется в специальном режиме временного стробирования [2].

Были зарегистрированы спектры чистого металла цинка и специальной латуни типа ЛС при возбуждении эмиссионных спектров сдвоенными лазерными импульсами с энергией 50 мДж каждый, межимпульсным интервалом 3 мкс; регистрация кинетики начиналась через 1 мкс после прихода на поверхность образца 2 импульса, шаг регистрации кинетики – 3 мкс. Кинетика интенсивности спектральной линии цинка $\lambda = 491$ нм (спектральная линия наиболее часто используемая при построении градуировочных графиков для количественного анализа сплавов на медной основе) при регистрации спектров чистого цинка и латуни ЛС с различными значениями временного интервала между сдвоенными лазерными импульсами приведена на рис. 1

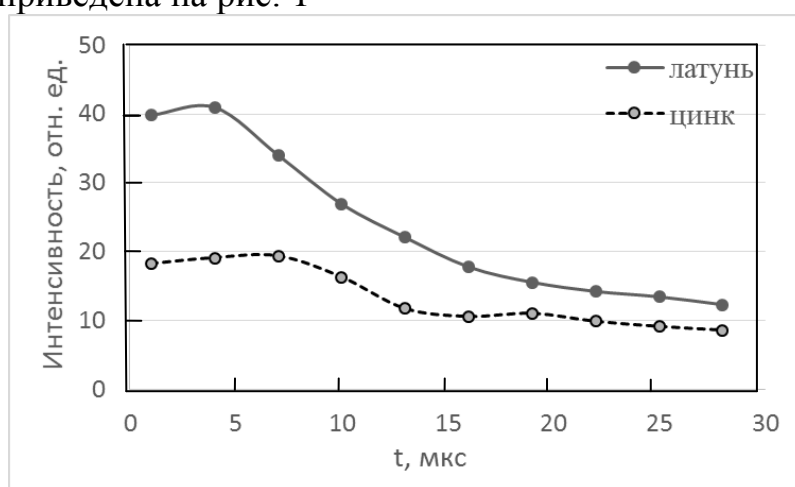


Рис. 1. Кинетика интенсивности спектральной линии цинка $\lambda = 491$ нм при регистрации спектров чистого цинка и латуни ЛС

Полученные различия в кинетиках интенсивностей спектральной линии цинка $\lambda = 491$ нм при возбуждении эмиссионных спектров чистого металла и многокомпонентного сплава указывают на различный характер эволюции одно- и многокомпонентной абляционной лазерной плазмы. Так при двухимпульсной абляции чистого металла кинетика интенсивности спектральной линии цинка (за исключением первых 5 мкс) описывается экспоненциальной зависимостью. В многокомпонентной плазме из-за различия скоростей разлета элементов и значительной температурной неоднородности имеет место дополнительное возбуждение, что приводит к отклонению кинетики интенсивности от экспоненциального вида [3].

1. Кремерс Д., Радziemски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. - Москва: Техносфера, 2009. – 360 с.
2. Воронай Е.С., Гулис И.М. Ермалицкая К.Ф. и др // Приборы и техника эксперимента. 2016. № 4, С. 154–155.
3. Voronay Y.S., Ermalitskaia K.F. // European Physics Journal D. 2011. Vol. 64. P. 453–458.