

Динамика нагрева и ионизации металлического кластера интенсивным фемтосекундным лазерным импульсом

О.Ф. Костенко, Н.Е. Андреев

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия

В модели столкновительного нагрева и ударной ионизации большого металлического кластера, радиус которого превышает глубину скин-слоя, интенсивным фемтосекундным лазерным импульсом [1] учтено вырождение электронов, что позволяет производить расчет при начальной температуре электронов ниже энергии Ферми. Понижение энергии ионизации учтено согласно модели гибридного потенциала [2], применимой как в случае неидеальной, так и слабо неидеальной плазмы. Предложена модель рекомбинации электронов. Линейная диэлектрическая проницаемость определяется из уравнения Больцмана с интегралом столкновений в приближении времени релаксации. Использовалась ограниченная сверху кулоновская частота столкновений электронов с кулоновским логарифмом согласно работе [3].

Показано, что на начальном этапе нагрева кластера, когда электроны вырождены, средний заряд ионов практически совпадает с равновесным. При дальнейшем нагреве плазма становится ионизационно неравновесной с последующим резким уменьшением скорости рекомбинации. Из отношения среднего потенциала ионизации к температуре электронов следует, что ионизация осуществляется преимущественно тепловыми электронами. Согласно модели, при начальной температуре электронов 10 эВ средний равновесный заряд ионов железа равен 3.15. Конечная температура электронов кластера железа радиусом 25 нм, при его нагреве лазерным импульсом с пиковой интенсивностью 10^{18} Вт/см², длительностью 100 фс и длиной волны 1.24 мкм, превышает 3 кэВ, а средний заряд ионов соответствует Li-подобным ионам.

1. О.Ф. Костенко, Н.Е. Андреев // Физика плазмы. 2007. V. 33. N 6. С. 556.
2. M.S. Murillo, J.C. Weisheit // Physics Reports. 1998. V. 302. N 1. P. 1.
3. Y.T. Lee, R.M. More // Phys. Fluids. 1984. V. 27. N 5. P. 1273.