

ГЕНЕРАЦИЯ ГОРЯЧИХ ЭЛЕКТРОНОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СУБРЕЛЯТИВИСТСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ С ПЛОТНЫМИ МИШЕНЯМИ

Савельев А.Б.^{1}, Урюпина Д.С.¹, Иванов К.А.¹, Большаков В.В.¹, Воробьев А.А.²,
Сидоров И.А.², Брантов А.В.³, Быченков В.Ю.³, Волков Р.В.¹, Еремич Н.В.⁴,
Пасхалов А.А.⁴*

¹МГУ, Москва, ²ИОФ РАН, Москва, ³ФИАН, Москва, ⁴НИИЯФ МГУ, Москва

*ab_savelev@phys.msu.ru

Механизмы генерации горячих электронов при интенсивностях лазерного излучения ниже $(3-5) \times 10^{16}$ Вт/см² (так называемый диапазон умеренных интенсивностей) исследованы достаточно подробно как теоретически, так и экспериментально. При интенсивностях свыше так называемой релятивистской основную роль в ускорении электронов играет ряд других механизмов. Эти механизмы генерации горячих электронов активно исследуются в последнее десятилетие в связи с появившейся возможностью получения релятивистских интенсивностей в лабораториях с использованием относительно небольших лазерных установок. В частности, данные механизмы не чувствительны к направлению линейной поляризации лазерного излучения, однако существенно модифицируются при переходе от линейной к циркулярной его поляризации. Промежуточная область субрелятивистских интенсивностей, в которой возможно участие всех вышеперечисленных механизмов в формировании горячего электронного компонента изучена значительно хуже. В этом диапазоне интенсивностей становится возможной генерация горячих электронов s-поляризованным излучением, а распределение горячих электронов по энергиям может содержать несколько компонентов за счет действия различных физических механизмов.

В настоящей работе представлены результаты по исследованию генерации горячих электронов при взаимодействии фемтосекундным лазерным излучением с интенсивностью $10^{16}-2 \times 10^{18}$ Вт/см² с плотной горячей плазмой. Эксперименты проводились с использованием субтераваттной лазерной системы на сапфире с титаном ЦКП МЛЦ МГУ (50 фс, 805 нм, 30 мДж, 10 Гц).

Нами исследована зависимость параметров, характеризующих горячие электроны плазмы, от интенсивности, поляризации и контраста воздействующего излучения. Показано, что для твердотельных мишеней при интенсивности свыше 10^{16} Вт/см² средняя энергия горячих электронов слабо зависит от направления линейной поляризации лазерного излучения и величины наносекундного контраста. В тоже время при снижении интенсивности до 10^{16} Вт/см² и ниже, наблюдается существенная разница между случаями p- и s-поляризаций, характерная для данного режима взаимодействия. Аналогичные результаты получены с использованием мишени в виде расплавленных металлов.

Обнаружен эффект двукратного увеличения средней энергии горячих электронов при ухудшении наносекундного контраста лазерного излучения от 4×10^6 до 5×10^2 и интенсивности основного импульса свыше 10^{18} Вт/см². Эффект является пороговым по интенсивности лазерного излучения и наблюдается при интенсивности свыше 5×10^{17} Вт/см².

Проведено сравнение и интерпретация экспериментальных результатов на основе компьютерного моделирования с использованием 3D PIC кода «Мандор».

Данная работа поддержана грантами РФФИ 07-02-00724а и 09-02-12112-офи-м.