Рентгеновская диагностика спектра горячих электронов при воздействии интенсивного лазерного излучения на металлические мишени

Костенко О.Ф., Андреев Н.Е., Rosmej O.N.1

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия,
 olegkost@ihed.ras.ru
1GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Germany

При воздействии интенсивного лазерного излучения на твердотельные мишени часть лазерной энергии передаётся высокоэнергичным электронам, которые, проникая вглубь мишени, нагревают и ионизируют вещество и служат источником жёсткого рентгеновского излучения. В эксперименте на лазерной установке PHELIX проводились абсолютные измерения выхода K*α* излучения и измерения тормозного излучения методом фильтров и полутеневым методом при воздействии лазерного излучения интенсивностью около 2×1019 Вт/см2 на мишени из серебра. Для диагностики спектра горячих электронов разработаны модели тормозного и K*α* излучений, применимые в рассматриваемых экспериментальных условиях. Модели основаны на аналитических выражениях и табличных данных о потерях энергии электронов и сечениях генерации и поглощения рентгеновского излучения. Выявлено двухтемпературное распределение горячих электронов, температуры которого соответствуют кинетическим расчётам схемы инерциального термоядерного синтеза [1], в которой группа электронов с более низкой энергией может эффективно использоваться для быстрого нагрева ядра мишени. Оценка средней плотности электронов показывает, что электроны с температурой порядка пондеромоторной энергии 1.66 МэВ генерируются в преплазме с низкой плотностью ≈10-2*n*cr, а электроны с меньшей температурой 130 кэВ генерируются при взаимодействии лазерного излучения с плазмой субкритической плотности 0.5*n*cr, где *n*cr − критическая плотность электронов. Определена относительно низкая эффективность преобразования лазерной энергии в энергию горячих электронов, направленных в мишень, около 2% при относительно невысоком контрасте наносекундного усиленного спонтанного излучения 106. Более холодная электронная компонента содержит примерно 60% поглощённой энергии. Показано, что предположение об однотемпературном распределении энергии горячих электронов с температурой, описываемой пондеромоторным скейлингом [2], без проведённого в настоящей работе [3] анализа спектра электронов, значительно завышает коэффициент преобразования лазерной энергии. В частности, эффективность преобразования лазерной энергии в высокотемпературную компоненту распределения горячих электронов может быть завышена таким образом на порядок.

Теоретическая часть работы выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-50-00124.

Литература.

1. B. Chrisman, Y. Sentoku, A.J. Kemp, Phys. Plasmas **15**, 056309 (2008).
2. O.F. Kostenko, N.E. Andreev, O.N. Rosmej, A. Schönlein, J. Phys.: Conf. Ser. **774**, 012112 (2016).
3. O.F. Kostenko, N.E. Andreev, O.N. Rosmej, Phys. Plasmas (submitted).