Особенности генерации мощной ударной волны пучком лазерно-ускоренных быстрых электронов

1,2Кучугов П.А., 2Гуськов С.Ю., 1Змитренко Н.В., 2Яхин Р.А.

1ФИЦ Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, РФ
2Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, РФ, pkuchugov@gmail.com

Нагрев вещества потоком лазерно-ускоренных быстрых электронов открывает возможности генерации мощной ударной волны с давлением, превышающим гигабарный уровень [1]. Это связано, во-первых, с высокой плотностью потока энергии лазерно-ускоренных быстрых электронов, которая близка к интенсивности образующего их лазерного импульса, и, во-вторых, с благоприятным, по сравнению с лазерным излучением, характером нагрева вещества с твердотельной плотностью. Актуальность исследования связана с развитием одного из наиболее перспективных методов зажигания предварительно сжатой мишени лазерного термоядерного синтеза – "shock ignition" [2], а также с развитием исследований уравнения состояния вещества, в частности, с переходом этих исследований в лабораторных условиях на гигабарный уровень давления [3].

В работе исследуются образование высокотемпературной плазмы и генерация ударной волны в неиспарённой части плоской мишени при нагреве вещества потоком быстрых электронов в широком диапазоне параметров задачи – энергии быстрых электронов и плотности потока энергии электронного пучка. Работа основана на результатах численного моделирования воздействия моноэнергетического пучка быстрых электронов на плоскую мишень с использованием одномерного гидродинамического кода и сопряжённого с ним нового кинетического модуля расчёта передачи энергии от быстрых электронов плазме. Получены зависимости времени формирования ударной волны и амплитуды давления за её фронтом от энергии быстрых электронов и плотности потока энергии электронного пучка, как для потока нерелятивистских, так и релятивистских быстрых электронов. Исследовано влияние электронной теплопроводности на динамику формирования ударной волны. Определены требования к параметрам пучка лазерно-ускоренных быстрых электронов, способного обеспечить формирование плоской, квазистационарной ударной волны для исследования уравнения состояния на уровне гигабарного давления в лабораторных условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты № 16-31-60101-мол\_а\_дк и № 17-02-00059-а.

Литература

1. Gus'kov S., Ribeyre X., Touati M., et al., PRL, 109, 255004, 2012.
2. Щербаков В.А., Физика плазмы, 9, 2, 409-411, 1983.
3. Гуськов С.Ю, Письма в ЖЭТФ, 100, 2, 79-82, 2014.