

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лебо Александры Ивановны
«Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов
математического моделирования»

Диссертационная работа Лебо Александры Ивановны «Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов математического моделирования» посвящена математическому моделированию экспериментов, которые выполнялись на ряде отечественных и зарубежных лазерных установок. Диссертация состоит из трех глав, введения и заключения. В первой главе дано описание физико-математической модели, которая используется в программном комплексе «Атлант». Во второй главе представлены результаты моделирования экспериментов, которые были выполнены на крупнейшем в Западной Европе йодном лазере “PALS” (г. Прага, Чешская республика). Экспериментальные данные носят, как правило, интегральный по времени и пространству характер. Численные расчеты позволяют описать эволюционные процессы в образованной лазерной плазме. И это – очень важная информация для физиков-экспериментаторов.

В первой серии экспериментов измерялась скорость прохождения ударной волны со скачком давления в десятки миллионов атмосфер в металле. Такая ударная волна формировалась при поглощении мощного лазерного импульса в конденсированной мишени. Интерес к таким задачам обусловлен исследованиями в астрофизике, физике высоких концентраций энергии и управляемому термоядерному синтезу. Автором диссертации получено хорошее согласие результатов расчетов с данными экспериментов. Это важно для определения термодинамических параметров сжатого вещества (из экспериментов известна лишь скорость ударной волны) и разработки общей теории поведения вещества в экстремальных условиях. Автором была разработана упрощенная физико-математическая модель поведения вещества за фронтом ударной волны в зависимости от параметров лазерного вещества и материала мишени.

Во второй серии экспериментов, выполненных на установке “PALS”, изучалась скорость распространения гидро-тепловой волны по пористому веществу при облучении его мощным лазерным импульсом. Интерес к физическим свойствам таких материалов (являющихся твердым агрегатным состоянием, но с плотностью атмосферного воздуха) связан с развитием nano технологий и возможностью их применения в ядерной физике и энергетике. Автором была предложена и разработана физико-математическая модель переноса энергии в такой среде. На основе этой модели были созданы новые версии программ “Atlant_SP_turb” (в двумерных сферических координатах) и “Atlant_C_turb” (в двумерных цилиндрических координатах). Получено хорошее согласие с экспериментальными данными по облучению плоских пористых мишеней и предложена новая конструкция сферической мишени для исследований по лазерному термоядерному синтезу.

В третьей главе представлены результаты моделирования плазмы вблизи металлического электрода при облучении его лазерными импульсами. В Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН совместно с МГТУ МИРЭА ведутся исследования по созданию мощного компактного источника рентгеновского излучения на основе лазер-плазменного диода. Лебо А.И. провела численные расчеты и на их основе разработала

программу “LP-лазерная плазма”, которая позволяет в режиме “on-line” определять параметры плазмы, что необходимо знать физикам-экспериментаторам при проведении исследований.

Диссертация Лебо А.И. «Анализ лазер-плазменных экспериментов с помощью методов математического моделирования» соответствует специальности 05.13.18 (Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ») и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК и диссертационным работам, выдвигаемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором лично, либо при ее определяющем личном вкладе.

Достоверность научных результатов опирается на физическую обоснованность моделей, решение систем дифференциальных уравнений в частных производных с помощью известных и хорошо обоснованных численных методов с использованием надежных программ, согласием с полученными в натуральных экспериментах данными, непротиворечивостью полученных автором результатов с данными предшествующих исследований.

Результаты диссертации докладывались на 17 Всероссийских и Международных научных конференциях и опубликованы в Российских и Международных журналах (список приводится ниже, всего -17 наименований, из них 5 из списка ВАК, 2 статьи в Международных журналах, которые включены в базу данных Web of Science).

Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. Развита физико-математическая модель и на основании вычислительных экспериментов и сравнения с опытными данными получены аналитические зависимости, позволяющие определить давление и скорость ударной волны в конденсированном веществе по параметрам лазерного излучения с интенсивностью $\sim 10^{13}-10^{14}$ Вт/см².

2. Предложена физико-математическая модель переноса энергии в турбулентной плазме, образованной при взаимодействии мощных лазерных импульсов с пористыми мишенями. На ее основе созданы новые версии программ «Atlant_C_turb» (в цилиндрических координатах) и «Atlant_Sp_turb» (в сферических координатах). Продемонстрировано хорошее согласие результатов вычислительных экспериментов с известными опытными данными, полученными на установке “PALS” (г. Прага, ЧР).

3. Развита физико-математическая модель и на основании вычислительных экспериментов получены аналитические зависимости, позволяющие определить массу и заряд форплазмы вблизи катода лазер-плазменного разряда (интенсивность лазерного излучения $\sim 10^{11}-10^{12}$ Вт/см²). Создана программа «LP – лазерная плазма», которая позволяет в режиме “on-line” определять параметры разлетающейся плазмы и сжатого ударной волной вещества.

Профессор, доктор физ.-мат. наук

Михайлюк М.В.

Заведующий отделом ФГБУН Научно-исследовательского
института системных исследований РАН,
адрес: 117218, Нахимовский пр-кт 36, к. 1.
Email: mix@niisi.ras.ru.

Подпись руки Михайлюк М.В. заверяю
Начальник отдела кадров Татьяна Николаевна

