

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шарова Игоря Александровича
«Формирование облака вблизи испаряющейся макрочастицы в плазме гелиотрона LHD»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы»

Инжекция макрочастиц широко применяется для поддержания необходимой концентрации вещества в установках с магнитным удержанием плазмы, а также в ряде других целей, важнейшими из которых являются предотвращение развития неустойчивостей и диагностика параметров плазмы. Несмотря на достаточно длительную историю развития технологии инъекции и исследования физики взаимодействия макрочастиц с плазмой, сведения о структуре и параметрах облака испарившегося вещества вблизи макрочастицы весьма ограничены, поэтому тема диссертации И.А. Шарова является актуальной.

В рецензируемой диссертационной работе поставлена задача экспериментального определения параметров облака испарившегося вещества вблизи инжектированной в плазму полистироловой макрочастицы. Разработанные к настоящему времени методы экспериментального изучения структуры таких образований нуждаются в совершенствовании, а теоретические представления и результаты численных расчетов - в тщательной экспериментальной проверке. Исследования, проведенные И.А. Шаровым, являются заметным шагом в этом направлении. Полученные им данные важны как для развития диагностических применений инъекции, так и для совершенствования теоретических моделей взаимодействия макрочастиц с плазмой.

Автором диссертации проведены экспериментальные исследования углеводородных облаков вблизи полистироловых макрочастиц, испаряющихся в плазме гелиотрона LHD. В работе впервые удалось одновременно измерить пространственные распределения концентрации и температуры в таких облаках и проанализировать, как зависят эти распределения как от параметров инъекции, так и от свойств фоновой плазмы. Для проведения измерений в диссертации разработано уникальное устройство - изображающий полихроматор, позволяющий получать в заданный момент изображения облака одновременно в девяти узких спектральных интервалах и по контуру линии определять свойства плазмы.

Автором создана модель для расчета пространственного распределения коэффициента испускания в ближайшей окрестности линии H_{β} . На основе полученных данных продемонстрирован сопоставимый вклад нейтрального и плазменного облака в ослабление потока тепла, приносимого электронами горячей плазмы на поверхность макрочастицы.

В целом, полученные автором результаты существенно дополняют имеющиеся знания о взаимодействии твердых макрочастиц и высокотемпературной плазмы установок с магнитным удержанием. Они могут быть использованы для усовершенствования моделей испарения, а также при разработке диагностик с использованием инъекции макрочастиц. Достоверность

экспериментальных данных, полученных в работе, обеспечивается использованием современных методик проведения измерений и обработки данных, а также построением корректных математических моделей.

В качестве достоинств работы следует отметить корректный учет континуума и применение для обработки результатов методов регрессионного анализа. Кроме того, измерения контуров линий с помощью прецизионного полихроматора выполнены впервые и не имеют аналогов.

К некоторым недостаткам работы на мой взгляд, следует отнести:

- во-первых, несколько завышенную точность приведенных результатов применительно к параметрам плазмы. Дело в том, что за время регистрации изображения макрочастица смещается практически на ее характерный размер. Поэтому более корректную обработку необходимо проводить с учетом технологии анализа смазанных соображений (см., например, монографию В.С. Сизикова «Обратные прикладные задачи и MatLab» - изд-во «Лань», 2011);

- во-вторых, большой интерес представляло бы обсуждение, как можно распространить полученные данные по исследованию полистироловых макрочастиц на другие материалы пеллет, актуальные для термоядерного синтеза. В автореферате такой анализ не приводится.

Сделанные замечания не снижают значимости диссертационной работы.

Следует отметить, что автореферат дает достаточно полное представление о работе, хорошо отредактирован и практически не содержит опечаток. Судя по автореферату, диссертация соответствует требованиям, предъявляемым Положением «О порядке присуждения ученых степеней» к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор работы – Шаров И.А. – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы».

Зимин Александр Михайлович

доктор технических наук

профессор кафедры «Плазменные энергетические установки» МГТУ им. Н. Э. Баумана

Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5

тел. (499) 263-65-70

e-mail: zimin_am@bmstu.ru

/Зимин А.М./

«21» мая 2019 г.

Подпись Зимина Александра Михайловича заверяю: