

Отзыв

на автореферат диссертации **Ступина Алексея Николаевича**

«Формирование потока ионов в плазмооптическом масс-сепараторе»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Актуальность. Задача, решаемая в диссертации **Ступина А.Н.** «Формирование потока ионов в плазмооптическом масс-сепараторе», направлена на дальнейшее развитие метода и углубленной разработки технологии плазмооптической масс-сепарации. Одним из перспективных направлений в этом аспекте является сепарация потока плазмы из аксиально-симметричного ускорителя с замкнутым дрейфом электронов (УЗДП) на составляющие его компоненты изотопы, элементы, группы элементов в стационарном электромагнитном поле. В процессе плазмооптической масс-сепарации планируется разделять вещества по массам в плазменной фазе – работая с компенсированными по заряду ионными пучками (КИП) с силой тока в десятки и сотни ампер.

Научная значимость работы заключается в развитии новых подходов к разработке физических основ плазмооптической масс-сепарации для разделения изотопов и получения высокочистых веществ. Диссертационная работа содержит результаты исследований системы формирования с выделением особенностей функции распределения ионов и закономерностей прохождения потока через магнитный барьер азимутатора. Оригинальным являются полученные **Ступиным А.Н.** результаты решения проблемы транспорта с минимальными потерями частиц стационарного потока плазмы через ограниченную в пространстве область сильного магнитного поля – азимутатор.

В связи с вышесказанным **актуальность и научная значимость** диссертации не вызывает сомнения.

Новизна. При исследовании системы формирования с выделением особенностей функции распределения ионов и закономерностей прохождения потока через магнитный барьер азимутатора в экспериментах на ПОМС-Е-3 в работе диссертанта **Ступина А.Н.** обнаружено аномальное ускорение ионов, заключающееся в наборе ионами энергий, превышающих эквивалентные напряжению $E \times B$ разряда в УАС.

В работе установлено, что в магнитном поле азимутатора формируется большой положительный не скомпенсированный пространственный заряд; часть ионов не проходит через азимутатор.

На основании методов численного моделирования диссертантом **Ступиным А.Н.** предложена новая система формирования потока ионов, в которой частично компенсируется пространственный заряд ионов и число прошедших через азимутатор ионов возрастает.

Практическая ценность работы заключается в том, что результаты и выводы, полученные в диссертации **Ступина А.Н.**, можно использовать для развития и реализации метода плазмооптической масс-сепарации. Разработанная им программа для ЭВМ применяется при обработке экспериментальных данных на установке ПОМС-Е-3 для расчета плазменных параметров. Судя по автореферату, некоторые методы и результаты работы можно использовать в образовательном процессе при проведении лабораторных и практических работ по соответствующим дисциплинам.

Замечание и вопросы

1. Реферат написан грамотным, содержательным языком, но обилие сокращений, иногда созвучных и для процессов, и для установок, деталей, частей – вызывает неудобство при чтении, особенно в начале реферата (ЭЗП, КИП, УЗДП, ПОМС, МПС, ОЯТ, УАС, МБ).

2. В диссертации определены условия, при которых разряд переходит в режим с аномальным ускорением ионов. Рассмотрены возможные причины его появления: вклад многозарядных ионов, ускорение ионов различными типами электростатических волн, генерируемых в плазме УЗДП.

Ступиним А.Н. предложен новый механизм ускорения ионов в промежутке анод-катод УАС в предположении, что в этом промежутке выполняется условие квазинейтральности $n_i = n_e = n$, **кроме узкой области ионизации вблизи анода**. При этом обнаружены факты, указывающие на значительную, определяющую роль магнитного поля: А – с ростом величины магнитного поля наблюдается подавление эффекта сверхускорения ионов эффект аномального ускорения, Б – сверхускорение зависит от величины плотности ионного тока, В – при увеличении плотности тока ионов положение максимумов несколько сдвигается в сторону увеличения индукции магнитного поля.

Вопрос: почему в работе не учитывалось собственное магнитное поле разрядного тока, особенно в области ионизации?

Это в целом не снижает, разумеется, весьма высокой оценки данной работы. Автореферат **Ступина А.Н.** содержит логичные выводы. Работа содержит целый ряд принципиально новых физических результатов и производит очень хорошее впечатление. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и опубликованы в ведущих научных журналах. Апробация материалов диссертации достаточна.

Заключение: Считаю, что диссертационная работа «Формирование потока ионов в плазмооптическом масс-сепараторе», по актуальности, научной новизне, практической значимости и объему материала соответствует всем требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор **Ступин Алексей Николаевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Доцент кафедры физики твердого тела,
к.ф.-м.н., доцент



Смоланов Николай Александрович

ФГБОУ ВПО «МГУ им.Н.П. Огарева»,

430 E-mail: smolanovna@yandex.ru

Тел: +7 (8342) 290513

005, Республика Мордовия, г. Саранск,
ул. Большевицкая, 68

