

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Антонова Андрея Сергеевича «Разработка методов увеличения пропускания и разрешающей способности малогабаритных статических масс-анализаторов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – «Физическая электроника»

В связи с активным развитием динамических методов масс-спектрометрического анализа (квадрупольный, времяпролетный и другие) в последнее время разработке новых статических магнитных масс-анализаторов уделяется достаточно мало внимания. Тем не менее, статические магнитные масс-спектрометры по-прежнему имеют нишу своего применения – изотопный анализ, в которой им нет равных по качеству. В связи с этим исследования возможностей улучшения таких устройств сохраняют свою актуальность. В диссертационной работе А. С. Антонова изучается возможность создания высокоразрешающих статических магнитных анализаторов компактного дизайна, имеющих преимущества в стоимости, размерах, весе и мобильности. Задача диссертации состоит в том, чтобы приблизить параметры компактных магнитных масс-анализаторов к параметрам стандартных «больших» статических магнитных спектрометров.

Диссертант провел достаточно большую теоретическую работу, направленную на развитие принципов построения и расчета конфигураций статических магнитных масс-анализаторов с двойной фокусировкой. Эта теоретическая работа была проведена по нескольким направлениям.

Во-первых, в работе показано, что при расчетах малогабаритных магнитных масс-анализаторов нельзя применять стандартно используемое при подобных вычислениях аналитическое приближение интегралов краевого поля магнита, а следует использовать более точные численные методы. Для доказательства этого утверждения попутно автором было выведено новое соотношение для абберационных коэффициентов статических ионно-оптических систем, представляющее самостоятельный интерес для использования при разработке магнитных масс-спектрометрических систем.

Во-вторых, в третьей главе диссертационной работы разработана новая ионно-оптическая схема малогабаритного магнитного масс-анализатора на основе секторной магнитной призмы и двух цилиндрических секторных электростатических дефлекторов с компенсацией основных аббераций второго порядка и улучшенными ионно-оптическими

свойствами. Эта схема легла в основу разработки в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН опытного образца компактного изотопного масс-спектрометра, предназначенного для анализа водородно-гелиевых смесей.

И наконец, автором разработана оригинальная концепция оптимизации аксептанса статических магнитных анализаторов, позволяющая существенно увеличить чувствительность прибора без потери разрешающей способности. Концепция основана на размещении в специально определенных расчетом положениях диафрагм, ограничивающих те части фазового объема пучка ионов, которые, с одной стороны, создают наибольшие aberrации, а с другой стороны, обрезание которых диафрагмами лишь незначительно уменьшают этот фазовый объем.

На основе полученных в диссертации результатов можно сделать вывод о высокой квалификации ее автора в области ионной оптики. Результаты работы готовы к практическому применению и могут быть использованы при разработках и модификации широкого круга статических магнитных масс-спектрометров.

К работе можно предъявить следующие замечания:

1. В представлении результатов четвертой главы диссертации в автореферате указана разработка алгоритма оптимизации формирования вертикального аксептанса масс-анализатора на основе подбора коллимирующих диафрагм. Однако принцип этого подбора в автореферате не описан.

2. На протяжении всего автореферата автор употребляет термин «аксиальная aberrация», не являющийся стандартным в ионной оптике (в оптике заряженных частиц существует термин «аксиальная хроматическая aberrация второго порядка», однако автор, очевидно, имеет в виду что-то другое, поскольку упоминает о нескольких компонентах такой aberrации). Указанный термин автором никак не поясняется и создает трудности в понимании описания результатов.

3. В автореферате встречается термин «сферическая aberrация второго порядка», являющийся некорректным. В оптике (в том числе в оптике заряженных частиц) существует только одна сферическая aberrация – это aberrация третьего порядка по угловому разбросу в пучке.

Несмотря на перечисленные замечания, диссертационная работа является высококвалифицированным научным исследованием, ее результаты достоверны, а ее представление в автореферате является полным и последовательным. На основе этого можно сделать вывод, что диссертационная работа А. С. Антонова представляет собой законченное исследование, которое соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник
ФГБУН «Институт аналитического приборостроения
Российской Академии наук» (ИАП РАН)
Явор Михаил Игоревич

198095 Санкт-Петербург,
ул. Ивана Черных 31-33, лит. А,
ИАП РАН
(почтовый адрес: Санкт-Петербург 190103, а/я 207)
Тел.: +7(812) 363-07-63
Email: mikhail.yavor@gmail.com
31 марта 2021 г.

Подпись Явора М. И. удостоверяю.
И. о. директора ИАП РАН

Евстрапов Анатолий Александрович