

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кузьмина Дениса Николаевича «МАСС-СПЕКТРОМЕТР С ПОСТОЯННЫМ МАГНИТОМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ В АСУТП СУБЛИМАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Представленная к защите диссертация Кузьмина Д. Н. выполнена в Институте аналитического приборостроения Российской академии наук и посвящена разработке аналитической системы высокопрецизионного химического масс-спектрометра с масс-спектрографическим режимом регистрации легких масс, специализированного для решения задачи контроля и управления технологическим производством гексафторида урана в ядерно-топливном цикле.

Актуальность темы

Комплекс технологий, именуемый ядерно-топливным циклом (ЯТЦ), обеспечивает процесс переработки урановой руды в конечный продукт – гексафторид урана UF_6 с последующим изотопным обогащением гексафторида вплоть до высокочистых изотопов урана. Масс-спектрометрические методы анализа и контроля технологического процесса в атомной отрасли современной энергетики являются ключевым элементом, особенно это касается сублиматного производства. Для проведения такого контроля служат специализированные изотопные масс-спектрометры, отвечающие требованиям точности и воспроизводимости результатов измерений, а также, экспрессности их получения. В связи с усовершенствованием технологии очистки гексафторида урана от сопутствующих газов, применяемый до настоящего времени для этих целей масс-спектрометр «Сибирь», перестал удовлетворять требованиям ЯТЦ. В связи с этим разработка современного высоконадежного и высокоавтоматизированного масс-спектрометра с увеличенным числом аналитических каналов и повышенной точностью измерений **является актуальной задачей.**

Достоверность и новизна основных выводов и результатов диссертации

В диссертации Кузьмина Д.Н. проведено экспериментальное и теоретическое исследование, позволившее разработать аналитическую систему высокопрецизионного химического масс-спектрометра с масс-спектрографическим режимом регистрации легких масс, специализированную для решения задачи контроля и управления технологическим производством гексафторида урана в

ядерно-топливном цикле. Особое внимание в работе уделено возможности в одном эксперименте непрерывно и в реальном времени измерять все значимые компоненты смеси агрессивных газов, выходящих из сублиматного процесса, и управлять этим процессом с помощью автоматической системы. Высокий процент агрессивных газов в исследуемой смеси – до 90% фтора или кислорода, высокое содержание в смеси фтористого водорода, быстрое изменение количеств этих компонент смеси, а также постоянное присутствие весьма токсичного и активного продукта сублиматного производства – гексафторида урана, предъявляет особые требования к надежности информации, предоставляемой масс-спектрометром. Указанные проблемы были решены предложенными в рассматриваемой работе оригинальными решениями, а достоверность выводов подтверждается хорошим согласованием результатов теоретического исследования и экспериментальных данных, полученных в диссертации, а также данными, описанными в литературе.

Научная новизна диссертации заключается в том, что лично автором, или при его ведущей роли:

1. впервые была комплексно решена задача разработки нового прецизионного специализированного масс-спектрометра с повышенной надежностью для контроля химического состава технологических газов в АСУТП сублиматного производства гексафторида урана,
2. впервые было предложено, обосновано и применено новое ионно-оптическое решение масс-спектрометра, состоящее в пространственном отделении продукта – UF_6 от технологических газов с прецизионной регистрацией их масс-спектра,
3. впервые две коллекторных системы расположены с обеих сторон от оси ионно-оптической схемы,
4. впервые предложена и разработана технология изготовления прецизионного постоянного магнита, обеспечивающего однородность магнитного поля в зазоре не хуже 0,1%,
5. впервые конструкция вакуумной системы выполнена таким образом, что основным конструктивным элементом, определяющим реализацию ионно-оптической схемы масс-спектрометра, является камера масс-анализатора.

Практическая значимость работы состоит в разработке нового технологического масс-спектрометра, позволившего существенно расширить круг аналитических задач при контроле химического состава технологических газов в АСУТП сублиматного производства гексафторида урана.

Оценка содержания диссертации

В диссертации материал представлен логично, последовательно, с глубоким пониманием предмета исследования, что свидетельствует о высокой научной квалификации автора. Объем диссертации 137 страниц. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. По мнению оппонента, полученные результаты являются новыми и расширяют возможности применения масс-спектрометрии в научных исследованиях и в промышленности. Библиография содержит 54 наименования. Диссертация аккуратно оформлена. Основное содержание диссертации опубликовано в 4 рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК, патенте РФ, а также прошло апробацию на Всероссийских конференциях.

Замечания по диссертации

При общей высокой оценке работы, следует отметить некоторые её недостатки, как по форме, так и по содержанию:

1. Ретроспектива развития направления масс-спектрометрии, предназначенного для контроля и управления технологическим производством гексафторида урана в ядерно-топливном цикле, а также описание прототипа, предложенной в диссертации разработки, представлены как в разделах 1.2, 1.3 первой главы, так и разделе 2.2 второй главы диссертации, тогда как логичнее объединить этот материал и разместить его в первой главе диссертации.
2. В разделе 2.3.2 второй главы, на стр.42 при описании фокусирующих свойств прототипа, а точнее, выходной границы магнитного анализатора для ионного тока продукта, говорится о вертикальной фокусировке пучка ионов, увеличивающей чувствительность прибора, тогда как указанная граница является расфокусирующей.
3. В разделе 2.3.3 на стр.50, говорится о преимуществах, связанных с выбором наклона выходной границы магнитного поля (30 градусов) относительно траекторий легких масс, но не сказано о расфокусирующем эффекте такой геометрии в вертикальном направлении, и о возможном ее (геометрии) влиянии на чувствительность.

Заключение

Приведенные выше замечания, а также встречающиеся в тексте опiski и неточности, тем не менее, не снижают ценности представленных в работе результатов. **Автореферат полно отражает содержание диссертации.** В целом, диссертация Кузьмина Дениса Николаевича **представляет собой законченное исследование на актуальную тему.** Она решает важную научную и

практическую задачу, имеющую народнохозяйственное значение, и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, а её автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент,

Коган Виктор Тувийевич

Доктор технических наук, ст. научный сотрудник

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН

г. Санкт-Петербург, Политехническая ул, 26

тел.812-2927967, viktor.kogan@mail.ioffe.ru

В.Т.Коган

Подпись В.Т. Коган
зае.отделом кадров ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН