

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Отопковой Полины Андреевны «Изотопный анализ кремния и тетрафторида кремния, высокообогащенных по изотопу 28, методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой высокого разрешения», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. – Аналитическая химия.

Диссертационная работа Отопковой П. А. была выполнена в Институте химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых (ИХВВ РАН), которая посвящена разработке методики контроля изотопного состава высокообогащенного кремния на масс-спектрометре высокого разрешения с индуктивно связанной плазмой ELEMENT 2. Актуальность и значимость данного диссертационного исследования вытекает из необходимости получения и очистки высокообогащенного изотопа кремния для нужд микроэлектроники, а также для создания новых полупроводниковых архитектур на их основе.

Автором в данной работе был использован метод внутреннего стандарта, что позволило в 3-6 раз уменьшить стандартное отклонение и более чем на порядок понизить систематическую погрешность измерений. Отдельно подчеркнуто о неполных теоретических данных метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в выборе наилучшего внутреннего стандарта для изотопного анализа высокообогащенного кремния. Следует отметить, что разработанная Отопковой П. А. методика изотопного анализа, применима в широком диапазоне концентраций для определения изотопного состава других элементов.

Автор проанализировал и систематизировал литературу по методикам изотопного анализа кремния различными масс-спектральными методами анализа. Откуда был сделан вывод, что наилучшим методом является масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой высокого разрешения. Однако данный подход, как и другие, имеет свои ограничения, которые в основном зависят от выбранного внутреннего стандарта, используемого прибора и матрицы. Несомненным достижением в работе является подбор оптимальных условий эксперимента. Отопковой П. А. были найдены наиболее подходящие условия анализа: мощность генератора 1250 Вт, скорость потока газа 1,075 л/мин. При концентрации матричного компонента 3 мг/г.

Нельзя не отметить, что автором была проделана большая статистическая работа при выборе внутреннего стандарта, несмотря на противоречивые литературные данные. Было выявлено, что наиболее близкими к величине матричного подавления сигнала кремния (^{30}Si), оказались сигналы кобальта, меди и галлия. Больше всех матричному влиянию оказался подвержен фосфор, а меньше всего свинец. Следует отметить высокую достоверность измерения изотопного состава на ELEMENT 2, которая совпадает с результатами масс-спектрометрии с электронной ионизацией и МК-МС-ИСП, что только подтверждает правильность выбранной методики и внутреннего стандарта.

Основное содержание диссертации опубликовано в 3 рецензируемых научных статьях, входящих в перечень ВАК, и доложено на 7 научных конференциях, что

свидетельствует о высокой достоверности результатов и характеризует Отопкову П. А. как грамотного ученого и специалиста.

По содержанию автореферата диссертации имеются несколько замечаний:

1. На странице 10 приведена формула предела обнаружения изотопа кремния, где в знаменателе указан коэффициент чувствительности k i -го изотопа кремния. Неизвестно каким образом данный коэффициент рассчитывается.
2. В автореферате и в диссертации упоминается эффект «памяти», однако, данное явление не обсуждается более предметно и неизвестна его природа.

Приведенные выше замечания не влияют на общую положительную картину диссертационной работы и носят больше рекомендательный характер для будущих исследований.

В целом диссертационная работа Отопковой П. А. «Изотопный анализ кремния и тетрафторида кремния, высокообогащенных по изотопу 28, методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой высокого разрешения» является актуальной и практически значимой работой, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842; с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ от 25 января 2024 г. № 62), ее автор, Отопкова П. А., заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. – аналитическая химия.

Инженер 2 категории сотрудник аналитической лаборатории, к.х.н.



Акмалов Тимур Рикзаевич

Дата составления отзыва 14.11.2024 г.

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт научно-производственное объединение «Луч»

142103, Московская область, г. Подольск, ул. Железнодорожная д.24

Тел. +7(495) 502 30-58, e-mail: akmalovti@staluch.ru

Подпись Акмалова Т. Р. заверяю

отдел кадров АО НИИ НПО «Луч»

