

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Татаринова Василия Вадимовича

«Электронно-зондовый микроанализ тонкодисперсных включений золота в сульфидных материалах»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 – Аналитическая химия

---

Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ (РСМА) давно и прочно занял одно из ведущих мест среди методов определения количественного элементного состава руд и минералов. Высокое разрешение (порядка нескольких мкм) позволяет проводить анализ гетерогенных образцов и различных включений, что выгодно отличает его от других неdestructивных методов, в частности, от рентгенофлуоресцентного анализа. Тем не менее, существующие алгоритмы количественного РСМА разработаны для гомогенных образцов, поэтому применимость метода на настоящий момент ограничена объектами, размер включений в которых превышает размер области генерации характеристического рентгеновского излучения (1-3 мкм), т.е. составляет десятки мкм. В то же время в реальных объектах анализа нередко встречаются включения микронного и субмикронного размера. По этой причине научное исследование В. В. Татаринова, посвященное повышению точности РСМА тонкодисперсных включений золота в сульфидных материалах, весьма **актуально**.

Одним из результатов выполненной работы является способ оценки состава включений самородного золота микронных и субмикронных размеров в гомогенной матрице сульфидных материалов, основанный на экстраполяции зависимости между содержаниями элемента включения и элемента матрицы в область, где содержание элемента матрицы стремится к нулю. Способ обоснован с помощью моделирования процессов формирования аналитического сигнала методом Монте-Карло, модифицированном автором для решения поставленной задачи. **Научная новизна** диссертационной работы вполне очевидна.

Эффективность предложенного подхода доказана анализом специального подготовленного модельного образца пирита. Способ апробирован при анализе природных минералов Наталкинского месторождения, содержащих тонкодисперсные включения золота. На основе результатов моделирования были разработаны практические рекомендации по использованию разработанного способа для определения пробности тонкодисперсного самородного золота. Всё вышесказанное доказывает безусловную **практическую значимость** проведённого исследования.

По представленным результатам можно задать следующие вопросы.

1. Из приведенных на рисунке 1 функций распределения рентгеновского излучения по глубине образца следует, что для линии  $AuL\alpha$  фактор поглощения при расчете по 2D-модели должен быть выше по сравнению с фактором, рассчитанным по 3D-модели, что не согласуется с данными таблицы 1 и последующим текстом. Не может ли здесь быть опечатки?
2. В описании раздела 2 главы 3 приведены результаты построения зависимости между *интенсивностями* характеристического излучения элемента включения и элементов матрицы, что необходимо для обоснования предложенного способа анализа. В дальнейшем же – при экспериментальной проверке и при определении состава минералов Наталкинского месторождения – для анализа использованы зависимости между *концентрациями* элементов включения и элементов матрицы, рассчитанными с помощью метода ZAF-коррекции. Насколько равноценна такая замена? Не может ли метод ZAF-коррекции, разработанный для гомогенных образцов, стать при таком подходе источником систематической погрешности, связанной с гетерогенностью исследуемых объектов? Можно ли утверждать, что предложенный способ в достаточной мере учитывает взаимное влияние элементов включения? Не может ли быть более перспективным расчет состава включения с использованием интенсивностей излучения его элементов, определенных с помощью экстраполяции на основе зависимостей, приведенных в описании раздела 2 главы 3?
3. В работе предложена модификация Монте-Карло модели Лава, Кокса и Скота, позволяющая имитировать процессы взаимодействия электронов с мишенью, представляющую собой гомогенную матрицу с отдельными микронными и субмикронными включениями. Насколько такая модель адекватна реальным объектам анализа? Можно ли матрицу сульфидных материалов считать достаточно гомогенной?
4. Возможно ли использование предложенного в работе способа РСМА для анализа гетерогенных образцов сложного состава?
5. Можно ли провести оценку общего содержания золота по результатам анализа микрочастиц?

Однако следует подчеркнуть, что сделанные замечания не снижают практической ценности проведённого автором оригинального исследования.

Диссертационная работа В. В. Татарина выполнена на высоком научном уровне. Полученные результаты опубликованы в ведущих российских и зарубежных журналах, доложены на научных конференциях. По актуальности, научной новизне, практической значимости и объёму проведённых исследований диссертационная работа полностью соответствует критериям п.9 и другим тре-

бованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 с последующими изменениями и дополнениями, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Татаринов Василий Вадимович, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 – Аналитическая химия.

---

*Моногарова Оксана Викторовна*

кандидат химических наук (02.00.02 – Аналитическая химия)

доцент,

доцент кафедры аналитической химии

химический факультет Московского государственного

университета имени М. В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, ГСП-1, д. 1, стр. 3.

www.chem.msu.ru

E-mail: o\_monogarova@mail.ru

Тел.: +7 (495) 939-25-79

Я, *Моногарова Оксана Викторовна*, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«31» мая 2021 г.

*Оксана Викторовна Моногарова*

*Гармай Андрей Владимирович*

кандидат химических наук (02.00.02 – Аналитическая химия)

младший научный сотрудник

химический факультет Московского государственного

университета имени М. В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, ГСП-1, д. 1, стр. 3.

www.chem.msu.ru

E-mail: andrew-garmay@yandex.ru

Тел.: +7 (495) 939-25-79



Я, *Гармай Андрей Владимирович*, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«*31*» *мая* 2021 г.

*Гармай Андрей Владимирович*

