

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Старовойтова Анатолия Владимировича «Кинетика гетерофазного окисления золота в тиокарбамидно-тиоцианатных, тиокарбамидно-тиосульфатных и тиоцианатно-тиосульфатных растворах», представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

Цель работы рассматриваемой диссертационной работы заключается в исследовании методом вращающегося диска кинетики растворения золота растворами, в составе которых одновременно присутствуют два лигандообразующих реагента и окислитель. В целом можно считать, что поставленная автором цель достигнута, а в соответствии с отмеченной в автореферате научной новизной работы получены новые научные результаты:

1. Впервые в условиях равнодоступной поверхности вращающегося диска изучены зависимости удельных скоростей процессов растворения золота составами тиокарбамид – тиосульфат-ионы – комплекс  $\text{FeЭДТА}^-$ , тиокарбамид – тиоцианат-ионы – катионы  $\text{Fe}^{3+}$  и тиосульфат-ионы – тиоцианат-ионы – комплекс  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  от концентрации реагентов, температуры и интенсивности перемешивания.

2. Установлены режимы взаимодействия, определены лимитирующие стадии изученных процессов растворения.

3. Выявлена общая черта – синергетическое увеличение скорости растворения золота в присутствии одновременно двух лигандообразующих реагентов, которое связано с образованием гетеролигандных комплексов золота.

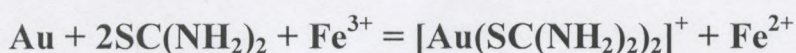
4. Полученные в диссертационной работе фундаментальные сведения о кинетике и механизме растворения металла смешаннолигандными составами могут быть использованы при разработке технологических рекомендаций по извлечению золота из золотосодержащего сырья.

В автореферате диссертации представлены результаты высокотехнологичных методов исследования. Автореферат в соответствии с требованиями ВАК написан по типу «единой статьи», в достаточной мере иллюстрирован, и тщательно отредактирован.

По содержанию автореферата можно сделать несколько замечаний:

1) В автореферате диссертант использует устаревшее название тиомочевина, вместо которого в последние десятилетия в научных статьях используют название тиокарбамид (см. статьи Л.Ф. Козина и др. 2001, 2002, 2005 гг; а также статьи Р.Ю. Бека и др. начиная с 2007 г. и далее).

2) В автореферате приводится уравнение реакции (8), согласно которому



В Журнале физической химии (2002 г.) была опубликована статья Л.Ф. Козина и А.К. Богдановой «Кинетика и механизм растворения серебра в растворах тиокарбамида». Исследования проводились в присутствии окислителя – сульфата железа(III). Было показано, что приведенная реакция (8) является суммарной реакцией двух других реакций – на первой стадии тиокарбамид окисляется ионами железа (III) до формамидиндисульфида, на второй стадии серебро взаимодействует с формамидиндисульфидом и тиокарбамидом с образованием тиокарбамидных комплексов. Окислителем на этой стадии является формамидиндисульфид. Суммирование уравнений двух стадий приводит к уравнению реакции, приведенной в реферате. Ранее в наших исследованиях электрохимического окисления тиокарбамида на платине было также доказано образование формамидиндисульфида.

3). В автореферате приводятся схемы растворения золота, описанные уравнениями (1) – (3), а также (8) – (13). В этих уравнениях во всех комплексах степень окисления золота равна +1 за исключением комплекса  $[\text{Au}(\text{SCN})_4]^-$  в уравнении (9), в котором золото имеет степень окисления +3:  $\text{Au} + 4\text{SCN}^- + 3\text{Fe}^{3+} = [\text{Au}(\text{SCN})_4]^- + 3\text{Fe}^{2+}$ .

В известной монографии **CRITICAL STABILITY CONSTANTS (Volume 4: Inorganic Complexes) by Robert M. Smith and Arthur E. Martell (1976)** сведения о комплексе состава  $[\text{Au}(\text{SCN})_4]^-$  отсутствуют, а приводится комплекс состава  $[\text{Au}(\text{SCN})_2]^-$ , для которого  $\lg K = 16,98$ .

В связи с этим, на наш взгляд, было бы правильнее уравнение (9) переписать в следующем виде:  $\text{Au} + 2\text{SCN}^- + \text{Fe}^{3+} = [\text{Au}(\text{SCN})_2]^- + \text{Fe}^{2+}$ .

По материалам диссертации опубликовано 12 работ: 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК и 7 тезисов международных и всероссийских конференций. Следует отметить, что некоторые из рекомендованных ВАК изданий, в которых опубликованы статьи соискателя, индексируются также в международных базах цитирования.

На основе вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Старовойтова Анатолия Владимировича «Кинетика гетерофазного окисления золота в тиокарбамидно-тиоцианатных, тиокарбамидно-тиосульфатных и тиоцианатно-тиосульфатных растворах» соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертационным работам, а ее автор заслуживает присвоения ему искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Кандидат химических наук, доцент  
кафедры неорганической химии ФГБОУ ВО  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

Петрова Тамара Петровна

420015, г. Казань, К. Маркса, 68.  
Тел.: +7917 8991419  
E-mail: tpetrova45@inbox.ru

Доктор химических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
неорганической химии ФГБОУ ВО  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

Кузнецов Андрей Михайлович

420015, г. Казань, К. Маркса, 68.  
Тел.: +79172934878  
E-mail: am\_kuznetsov@kstu.ru

Подпись доц. Петровой Т.П. и проф. Кузнецова А.М. удостоверяю.  
Ученый секретарь ученого совета КНИТУ

/З.В. Коновалова

«22» мая 2020 г.

