ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Титовой Светланы Михайловны «Разработка технологии сорбционного извлечения урана из сульфатно-хлоридных растворов скважинного подземного выщелачивания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Развитие атомной энергетики требует урановое сырье, потребность которого к 2030 году возрастет с 73 до 88 тыс. тонн в год. В настоящее время сокращение добычи на действующих рудниках приведет к дефициту урана на мировом рынке. Увеличение добычи урана потребует разработку новых месторождений. Основным методом добычи урана является скважинное подземное выщелачивание (СПВ). Гидрогеологические условия залегания рудного тела и химический состав минералов различных месторождений требуют тщательной проработки реагентной схемы выщелачивания и выбор технологии дальнейшей переработки продуктивных растворов.

В связи с подготовкой освоения месторождения Добровольное, Звериноголовского района, геологоразведка установила повышенную минерализацию водоносного горизонта месторождения. Применение сернокислой схемы выщелачивания при добычи урана на данном месторождении приводит к увеличению содержания хлорид-ионов в продуктивных растворах до 9 г/дм^3, что влияет на снижение емкости ионитов. В этой связи, постановка цели диссертационной работы Титовой С.М. **обоснована**, а ее тема, несомненно, **актуальна** и важна для развития атомной промышленности страны.

Результаты, полученные в диссертационной работе, обладают **научной новизной,** так как способствуют развитию теоретических представлений о

протекающих процессах при разработке технологии извлечения урана из сернокислых продуктивных растворов с повышенным содержанием хлорид-ионов и получения концентрата урана, удовлетворяющего требованиям стандарта ASTM C967-13.

В диссертации впервые определены значения сорбционных характеристик статической, динамической и полной динамической обменной емкости по отношению к урану при извлечении из сульфатно-хлоридных растворов на 6 марок ионитов (гелевой и макропористой структуры) АМП, Tulsion A-233U, Purolite A660/4759, Lewatit K 6367, Axionit VPA-2, A560 equivalent.

Автором установлено, что наилучшими сорбционными свойствами обладает макропористый ионит с винилпиридиновыми функциональными группировками Axionit VPA-2 (СОЕ по урану составляет 18,62 кг/м^3). Раскрыт механизм сорбции урана ионитом Axionit VPA-2 в рабочих Cl^- и SO_4^{2-}- формах методом ИК-спектроскопии. Установлено, что извлечение урана происходит как по ионообменному механизму в виде аниона $[U_2O_5(SO_4)_2]^{2+}$, так и по реакции присоединения в виде катиона UO_2Cl^+. Исследовав изотермы сорбции, автор показал, что емкость ионитов по урану возрастает в следующем ряду: АМП → Purolite A660/4759 → A560 equivalent → Axionit VPA-2.

Исследование эффективности состава десорбирующего раствора при десорбции урана из фазы насыщенных ионитов автором выявлено, что максимальное значение степени десорбции обеспечивается раствором смеси нитрата аммония (85 мг/дм^3) и серной кислоты (25 мг/дм^3).

Также автором разработан комбинированный метод осаждения концентрата урана, заключающийся в нейтрализации нитратно-сернокислого десорбата на первой стадии до pH_1 3,0-4,0 аммиаком и на второй стадии до pH_2 6,7-6,8 раствором углеаммонийной соли.

Комплексный подход к решению поставленных задач, использование современного исследовательского оборудования, грамотная интерпретация полученных экспериментальных данных, соответствие результатов экспериментов проведенных в лабораторных и промышленных условиях обуславливают **достоверность** представленных в диссертационной работе данных.

К достоинствам диссертационной работы следует отнести ее **практическую значимость**, так как разработанные методы и технологии прошли промышленные испытания в условиях действующего производства АО «Далур», по итогам которых были внедрены.

Диссертационная работа хорошо структурирована, обладает внутренним единством, достаточно компактна, легко читается. Ее **выводы, основные положения и рекомендации научно обоснованы**. Поставленная цель и связанные с ней задачи соискателем достигнуты. Тема диссертации соответствует заявленной научной специальности. Основные результаты диссертационной работы в полной мере отражены в 10 публикациях, в том числе в 3 статьях в реферируемых российских и международных научных изданиях, рекомендуемых ВАК, а также прошли апробацию на 6 научных всероссийских и международных конференциях, получен патент, что также подтверждает достоверность полученных автором результатов. Содержание автореферата полностью соответствует тексту диссертации. Автореферат дает полное представление о вкладе автора, новизне и значимости результатов.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях и в научных организациях Госкорпорации «Росатом», в высших учебных заведениях химико-технологического профиля при чтении лекционных курсов по металлургии урана и технологии его соединений.

Тем не менее, диссертация не лишена недостатков. Вот некоторые из них:

1. В пункте 3.1.2 изложены результаты эксперимента по определению влияния рабочей формы ионитов на значения статической обменной емкости по урану. Согласно полученным данным, значения емкости ионитов в хлоридной форме при извлечении урана из сернокислых растворов с повышенным содержанием хлорид-ионов выше емкости ионитов в сульфатной форме. Почему, в таком случае, в разработанной технологической схеме переработки сульфатно-хлоридных продуктивных растворов для сорбции урана предлагается использовать ионит VPA-2 именно в сульфатной рабочей форме, а не в хлоридной?

2. В данной работе изучено влияние концентрации хлорид-ионов в продуктивном растворе на емкостные характеристики ионитов. Однако, остается неясным вопрос о движении хлорид-ионов по сорбционному циклу. В разделе Заключение сообщается, что исследование поведения хлора в процессе сорбционной переработки продуктивных растворов является перспективой для дальнейшей разработки темы. Поясните, проводились ли уже предварительные исследования сорбционных свойств ионитов по отношению к хлору? Будет ли хлор сорбироваться совместно с ураном предложенным ионитом AxionitVPA-2, каково при этом значение ПДОЕ?

3. Чем объясняются высокие значения сорбционных характеристик ионита AxionitVPA-2по урану?

Указанные замечания не снижают ценности выполненной работы. Диссертация «Разработка технологии сорбционного извлечения урана из сульфатно-хлоридных растворов скважинного подземного выщелачивания» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных С.М. Титовой исследований представлены научно обоснованные технологические решения проблем сорбционного извлечения урана, имеющие существенное значение для развития народного хозяйства

страны, что соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. №335. Титова Светлана Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Официальный оппонент,
заведующая кафедрой общей и
специальной химии,
доктор химических наук,
профессор Пимнева Людмила Анатольевна

Подпись Пимневой Л.А.
заверяю
Документовед общего отдела ТИУ
Протасанова Ю.Н.
12.03.2019г

Пимнева Людмила Анатольевна,
заведующая кафедрой «Общей и специальной химии» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Строительный институт,
д.х.н. по специальности 05.17.02 –Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов, профессор.
Адрес: 625000, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.4, каб.916
Телефон: 8(3452)28-39-20, сот. 8-9044-966-664
Эл. почта: l.pimneva@mail.ru

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»,
Почтовый адрес: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, тел.: 8(3452)28-36-70. Факс: 8(3452)28-36-60. E-mail: general@tyuiu.ru