

**Письменный отзыв официального рецензента
на диссертационную работу
Шарипова Рустама Хасановича
«Исследование электровыщелачивания цветных металлов
из многокомпонентного сырья с помощью сера-графитового электрода»
на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 – Металлургия**

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа выполнена в лабораторий «Перспективные материалы и технологий» АО «Казахстанско-Британский технический университет в рамках государственного гранта Комитета науки МОН РК по проекту на тему: «Разработка фундаментальных предпосылок развития гидрометаллургических процессов извлечения цветных металлов из металлосодержащего сырья с целью создания основ инновационных технологий», 2012-2014 гг., и «Развитие фундаментальных основ гидрометаллургических процессов с целью повышения эффективности извлечения металлов из комплексного и низкосортного сырья» (НИР № 0269/ ГФ4 от 12.02.2015г. на 2015-2017 годы), финансируемых Министерством образования и науки Республики Казахстан.</p>
2.	Важность для науки	<p><u>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</u></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, в связи с полученными новыми результатами при изучении разработки новой схемы электрохимической генерации выщелачивающего агента и установлении закономерностей протекания электрохимического</p>

			<p>выщелачивания сложного сырья, цветных металлов электролизом с сера-графитовым электродом в гетерогенной системе; кинетических закономерностей процесса электровыщелачивания многокомпонентного сырья с щелочным раствором; в области исследований по переработке минерального сырья и раствора от электровыщелачивания минерального сырья в щелочной среде с переводом цветных металлов в раствор. Важность диссертационной работы достаточно хорошо раскрыта и связана с необходимостью переработки медно-цинкового сырья, которая является актуальной проблемой Республики Казахстан.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет 	<p>Диссертационная работа Шарипова Р.Х. является авторской работой докторанта, выполненной самостоятельно в соответствии с требованиями по выполнению научных работ, что может подтверждаться достаточно полным изложением материалов в статьях и докладах, соавтором которых является соискатель, апробацией диссертационной работы с непосредственным его активным участием на международных конференциях.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	<p>Актуальность диссертации имеет высокую степень обоснованности и своевременности. Республика Казахстан располагает крупнейшими запасами руд, содержащих цветные и благородные металлы, однако с каждым годом испытывает возрастающие трудности, связанные с ухудшением качества добываемых и перерабатываемых руд и концентратов. Возрастает количество вторичного и техногенного сырья. Адаптация существующих технических приемов в гидрометаллургии к этому виду сырья не приводит к положительным результатам. Для повышения эффективности производства металлов в настоящее время требуются специфические нетрадиционные методы их переработки. Создание и разработка таких методов требует расширения и интенсификации исследований, которые должны служить базой для разработки принципиально новых, инновационных технологий. Предлагаемый метод электрохимического выщелачивания СГЭ позволяет экономить энергию и дорогостоящие реагенты при</p>

		<p>организации технологического процесса. В основу выполнения данных исследований заложена инновационная идея использования совмещенных электрохимических реакций – проведение параллельно двух химических процессов в объеме одного реактора: 1) получение реагентов для выщелачивания металла в раствор, и 2) перевод металла в раствор с помощью химических реакций, промотированных электрическим током.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации полностью отражает ее тему. Работа направлена на разработку технологий извлечения цветных металлов из многокомпонентного сырья методом электрохимического выщелачивания с применением сера-графитового электрода.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Целью диссертационной работы является изучение условий использования процесса генерации реагентов на сера-графитовом электроде для увеличения эффективности извлечения меди и цинка из многокомпонентного сырья в водный раствор. Из поставленной цели сформулированы задачи, решение которых обеспечивает её достижение.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>В диссертации все разделы и их положения взаимосвязаны и имеют соответствующую логическую последовательность. В диссертации поочередно описываются результаты физико-химических методов анализа многокомпонентного сырья, исследование закономерностей электровыщелачивания многокомпонентного сырья со щелочными растворами, определение особенностей электровыщелачивания многокомпонентного сырья для цинковых и медных руд, определение влияния плотности тока, температуры и pH на извлечение металлов при выщелачивании.</p>
	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный;</p>	<p>В литературном обзоре диссертационной работы рассмотрены известные методы по переработке техногенных отходов и минерального сырья с получением цветных металлов. А также, рассмотрены известные способы получения цветных металлов из руд и концентратов и металлосодержащего сырья. На основании этого анализа автором предложено новое технологическое решение по</p>

		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	переработке многокомпонентного сырья по схеме: сырье → электровыщелачивание в щелочном растворе → перевод металлов в раствор.
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Основные научные результаты и положения диссертационной работы являются полностью новыми, полученные сведения вносят определенный вклад в переработку многокомпонентного сырья на основе меди и цинка. К научным результатам и положениям диссертационной работы, следует отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработку новой схемы электрохимической генерации выщелачивающего агента и установлении закономерностей протекания электрохимического выщелачивания сложного сырья, цветных металлов электролизом с сера-графитовым электродом в гетерогенной системе. - впервые установлено, что эффективность выщелачивания различных материалов определяется знаком поляризации сера-графитового электрода; - установлено, что основным продуктом превращения СГЭ обеспечивающее выщелачивание металлов являются тиосульфат натрия, образующий с ними растворимые комплексы; - образование тиосульфата при катодной поляризации СГЭ обусловлено формированием сульфидов и полисульфидов в катодном процессе в качестве промежуточных соединений. В дальнейшем они попадают на анод, где и происходит окисление их до тиосульфата; - представлена схема процессов выщелачивания сульфидной руды через стадию ее окисления кислородом генерируемом на аноде и переводом в растворимое состояние металлов в виде тиосульфатного комплекса. - результаты исследования по влиянию условий электрохимической генерации серосодержащих выщелачивающих компонентов на кинетику процесса выщелачивания металлов из различных металлосодержащих руд. Определены величины кажущейся энергии активации растворения основных примесей в

			<p>щелочном растворе: 16.3 кДж/моль для меди и 7,2 кДж/моль для цинка, которые свидетельствовали о внутридиффузионном режиме протекания процесса.</p> <p>- определение оптимальных условий для извлечения меди и цинка из сырьевого концентрата из месторождения Риддер – Сокольный: 0,5 М гидроксида натрия, Т:Ж=1:10, температура комнатная °С, продолжительность 360 минут. При этом извлечение меди в раствор достигает ~ 43%, а цинк переходит в раствор на уровне 11 %.</p> <p>В работе хотелось бы увидеть продолжительность времени эксперимента в сторону увеличения, возможно, тогда было бы достигнуто повышенное извлечение цветных металлов.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Приведенные в диссертации выводы относительно кинетики процесса электровыщелачивания для извлечения меди и цинка и определения оптимальных условий их электровыщелачивания с гидроксидом натрия из многокомпонентного сырья и приложенные к этим методам физико-химические исследования полученных результатов являются новыми, ранее кем-либо (кроме соискателя и его соавторов) не были опубликованы.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>На основании полученных исследований автором диссертации разработана новая технология извлечения цветных металлов из многокомпонентного сырья, которая предусматривает извлечение цветных металлов из сложного металлсодержащего сырья с применением совмещенных электрохимических реакций в объеме одного агрегата и сокращения технологических операций в цепочке «сырье – товарный продукт», в гидрометаллургических процессах.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для</p>	<p>Выводы, приведенные в заключении сделаны на основе результатов теоретических и экспериментальных исследовательских работ, а также результатов физико-химических методов анализа. Полученные результаты не противоречат основным теоретическим и</p>

		qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	прикладным положениям и принципам в области теории и технологии металлургии.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Объявленные все основные положения, выносимых на защиту, доказаны теоретически и экспериментально, а именно: - использование продуктов электролиза СГЭ для перевода металлов в растворимые состояния при электрохимическом выщелачивании металлов из сырьевого концентрата; - результаты исследования по влиянию условий электрохимической генерации серосодержащих выщелачивающих компонентов на кинетику процесса выщелачивания металлов из различных металлосодержащих руд; - определение оптимальных условий для извлечения меди и цинка из сырьевого концентрата месторождения Риддер – Сокольный.
7.2 Является ли тривиальным? 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>		В диссертационной работе тривиальный подход отсутствует. Все выявленные закономерности, полученные при проведении исследований зависимости рассматривались не упрощенно, а с позиций современных знаний и сведений в области химико-металлургической науки и технологии применительно к многокомпонентному полиметаллическому сырью.	
7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>		Положения выносимые на защиту являются новыми. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо (за исключением автора работы) описаны в литературе.	
7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) <u>средний</u> ; 3) широкий		Объектом исследований диссертанта является многокомпонентное сырье содержащие медь и цинк месторождения Риддер-Сокольный. Разработанная технология электрохимического выщелачивания СГЭ цветных металлов, может быть полезна при переработке полиметаллического сырья Казахстана и СНГ. Поэтому уровень применения оценивается как средний.	

		<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>В приложении А диссертации приведен список 7 публикаций по теме диссертации. В список публикаций соискателя входят одна статья в журналах индексируемом в базе Scopus, три статьи по перечню журналов рекомендованных КОКСОН МОН РК и три публикаций в международных конференциях. В публикациях показаны и нашли отражения положения, выносимые на защиту.</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>Выбор методологии исследований проводился с учетом особенностей исходного исследуемого сырья. В работе дано описание методик исследований гидрометаллургического процесса электровыщелачивания многокомпонентного сырья с использованием СГЭ в растворе гидроксида натрия, при выполнении диссертационной работы были использованы физико-химические методы исследования исходных продуктов, растворов кеков электровыщелачивания. Данные методологии позволили получить соискателю достоверные данные об изучаемых процессах с последующим объективным заключением по работе.</p> <p>Одъако, не показаны сравнительные данные по выщелачиванию сырья с тиосульфатом натрия без наложения электрического тока.</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>В работе наряду с надежными научными методами и приемами экспериментальных исследований, были использованы современные физико-химические методы исследований исходного сырья и продуктов технологических переделов с использованием современных приборов и оборудования: рентгеновский анализ конденсированных систем проведен на анализаторе D8 Advance (Bruker), α-Cu, напряжение на трубке 40 кВ, ток 40 мА, ИК-спектроскопический метод исследования исходных твердых образцов, растворов до и после выщелачивания осуществляли на ИК-Фурье спектрометрах «BRUKER Alpha» и «Avatar 370», рентгенофлуоресцентный анализ металлсодержащих образцов проводили на портативном анализаторе марки Alpha InnovX Systems, анализ металлов выполнен на атомно-абсорбционном спектрометре «ContrAA 300» “Analytic Jena”, для подготовки образцов использовалась многофункциональная модульная система Anton Paar</p>

			Multiwave 3000. pH и электропроводность растворов после электровыщелачивания определялись на комбинированном модуле Metrohm 856.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Закономерности, выявленные в процессе исследования кинетики выщелачивания, образование тиосульфата при катодной поляризации сера-графитового электрода, окисление его до тиосульфатного комплекса полностью подтверждены экспериментальными исследованиями.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Основные важные утверждения, в том числе и результаты автора, подтверждены соответствующими ссылками на достоверную научную литературу. В литературном обзоре не приведены зарубежные источники по использованию сера-графитового электрода электровыщелачивания для извлечение цветных металлов из многокомпонентного сырья.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Список литературных источников диссертации насчитывает 103 научных работ, в том числе для литературного обзора 21, которых достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Целью диссертационной работы является изучение условий использования процесса генерации реагентов на сера-графитовом электроде для увеличения эффективности извлечения цветных металлов из многокомпонентного сырья в водный раствор. Теоретические исследования, представленные в работе, были выполнены для получения дополнительных знаний в области изучаемого процесса, что послужило для осуществления основной цели. Поэтому работа не имеет основного теоретического назначения.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая	Приведенные в диссертации прикладные результаты имеют практическое назначение так как в Казахстане и СНГ отсутствует

	вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	эффективная технология извлечения цветных металлов из многокомпонентного сырья. Создание технологии переработки данного сырья позволит увеличить эффективность извлечения цветных металлов из многокомпонентного полиметаллического сырья в водный раствор.
	9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Практические предложения для осуществления результатов работы на практике являются новыми. Предложенная технология по использованию процесса генерации реагентов на сера-графитовом электроде для увеличения эффективности извлечения цветных металлов из многокомпонентного сырья в водный раствор является актуальной.
10.	Качество написания и оформления Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа написана с выдержкой достаточно хорошего профессионального научно-технического стиля. Формулировки основных положений и выводов четкие, ясные и являются недвусмысленными. В диссертационной работе имеются незначительные опечатки, не снижающие качества работы.

Заключение. Диссертационная работа, выполненная на тему: «Исследование электровыщелачивания цветных металлов из многокомпонентного сырья с помощью сера-графитового электрода», по содержанию и оформлению соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор, Шарипов Рустам Хасанович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия».

Главный научный сотрудник лаборатории редких металлов Государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», кандидат технических наук



Шайхметова Р.А.