

Письменный отзыв
официального рецензента на диссертационную работу
Рамазановой Райгуль Амангельдиновны
«Физико-химические исследования и разработка гидрометаллургической технологии переработки труднообогатимых
окисленных цинковых руд»
на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 – Metallургия

№ 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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: <u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> <u>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</u> 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Работа выполнена в рамках научного проекта грантового финансирования МОН РК «Разработка технологии переработки окисленных цинковых руд с низким содержанием основного ценного компонента на основе современных гидрометаллургических и обогатительных процессов» на 2015-2017 гг. № 66-312-16 90538/ГФК. Диссертация выполнялась в соответствии с государственной программой индустриально-инновационного развития Республики Казахстан, отмеченной в Стратегии «Казахстан-2050» и утвержденной Указом Президента РК № 874 от 1 августа 2014 года на 2015-2019 гг.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</u>	Работа вносит заметный вклад в теорию гидрометаллургических процессов, в частности в область кинетики и закономерностей сернокислотного выщелачивания цинка из оксидных цинковых руд, а так же в области оценки термодинамической реакционной способности окисленных цинковых минералов по отношению к

			серной кислоте и нового в равновесных условиях фазообразования в системах, содержащих Zn, Pb, Fe, Mn, Si, H ₂ O, S
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) <u>Средний</u> ; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Объективный уровень самостоятельности соискателя рецензенту установить довольно трудно. (этот уровень может оценить только руководитель работы). Поэтому моя оценка соблюдения принципа самостоятельности носит косвенный характер. В частности исходя из того, что из 13 научных публикаций по теме диссертации соискатель Рамазанова Р.А. в списке авторов имеет первую позицию 9 раз и вторую 4 раза. В полной мере об уровне самостоятельности можно будет судить только в процессе защиты диссертации.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность работы обоснована, она связана с тем, что в виду интенсивной переработки коренных сульфидных руд, возникает необходимость в создании экономически целесообразных технологий получения цинка из окисленных, оксидных и смешанных руд, запасы цинка которых в Казахстане составляют ориентировочно около 70-80 млн.т.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации отражает тему диссертации. Однако тема диссертации носит несколько глобальный характер. В названии темы диссертации поэтому необходимо было указать руду месторождения Шаймерден. Но это в большей мере относится к организации, в которой была утверждена тема диссертации
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Цель работы и ее задачи соответствуют теме диссертации. Они отражают направленность теоретической и прикладной работы по созданию эффективной технологии выщелачивания окисленной цинксодержащей руды месторождения Шаймерден гидрометаллургическим (серноокислотным) методом.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) взаимосвязь частичная;	В работе присутствует довольно хорошая, логически обоснованная полная взаимосвязь между ее разделами, анализа современного состояния пиро- и гидрометаллургической переработки окисленного цинкового сырья, исследования состава и свойств руды Шаймерден, термодинамическим и кинетическим обоснованием

		3) взаимосвязь отсутствует	извлечения цинка из руды в раствор, определения основных технологических режимов и экономики разработанного процесса.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Критический анализ и сравнительная оценка разработанной технологии в работе имеются. Автором диссертационной работы на основании публикаций в журналах и патентной литературе в первой и шестой главах приводится анализ существующих гидрометаллургических методов сернокислотного выщелачивания цинка из окисленных цинковых руд (с указанием их достоинств и недостатков). Предложенный и разработанный Рамазановой Р.А. новый способ извлечения цинка в раствор является более эффективным в сравнении с известным. Он позволяет существенно (примерно на 20%) повысить извлечение цинка в раствор.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<p>Научные результаты являются полностью новыми. Автором диссертации, в частности в области термодинамики, установлен ряд реакций способности цинксодержащих минералов по отношению к серной кислоте, определены равновесные условия образования новых малорастворимых продуктов, содержащих Zn, Pb, Fe, Mn, Si, H₂O, S, которые способны экранировать минералы цинка от серной кислоты. Заслуживает внимание так же и результаты исследования кинетики сернокислотного взаимодействия раствора серной кислоты с каламином и смитсонитом с использованием метода Зеликмана (метод секущих) с определением продолжения лимитирующей стадии процесса диффузии кислоты к поверхности цинксодержащего минерала сквозь слой малорастворимого гидратированного кремнезема и диффузии H₂SO₄ (для каламина) сквозь слой растворенного ZnSO₄ и CO₂.</p> <p>Тем не менее не смотря на полученные положительные результаты по взаимодействию каламина и смитсонита по этим двум разделам имеются замечания. Так, анализ термодинамической вероятности взаимодействия минералов с серной кислотой по величине и знаку ΔG^0 носит предварительный характер. Для полного термодинамического анализа в работе необходимо было использовать опцию Equilibrium Compositions программного</p>

			<p>комплекса HSC-5.1.</p> <p>В процессе защиты автору диссертации необходимо пояснить свою позицию по отношению к лимитирующей стадии взаимодействия серной кислоты с каламином и смитсонитом: внутренняя или внешняя диффузия. Исходя из значений Екаж (2,6-3,0 кДж) оба эти процесса- типичные внешне диффузионные. Для установления истинной лимитирующей области необходим анализ зависимости скорости процесса от скорости оборотов мешалки.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p><u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертации являются полностью новыми. В них сформулированы результаты новых исследований в области теории (термодинамики, кинетики) и новой четырехстадийной противоточной технологии сернокислотного выщелачивания цинка из окисленной руды месторождения Шаймерден. Ранее подобные выводы в области сернокислотного взаимодействия серной кислоты с минералами цинка и окисленной рудой в литератур кем –либо (кроме соискателя) не приводились.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технологические прикладные и экономические решения являются полностью новыми. В работе приведена новая технология сернокислотного извлечения цинка из окисленной руды, основанная на удалении продуктов реакций и обновления за счет этого реакционной поверхности цинксодержащих минералов. На этом принципе реализована противоточная четырехстадийная технология сернокислотного выщелачивания богатой окисленной цинковой руды, которая позволила увеличить степень извлечения цинка в раствор от 75 до 94,65% с доведением содержания 40-45% Zn в растворе. Новизна технологического решения подтверждена патентом РК на полезную модель №2062 и патентом РК №2767385.</p> <p>В диссертации в разделе технико-экономического анализа переработки окисленной цинковой руды приведены обоснованные расчеты себестоимости создания технологии и сравнение ее экономических показателей с существующей технологией. Объективно показано, что за счет исключения из технологической цепочки процесса обжига себестоимость получения 1т катодного</p>

			<p>цинка снижается от 68,3 тыс. тенге до 39,4 тыс. тенге (то есть в 1,73 раза).</p> <p>Несмотря на очевидную технологическую новизну необходимо отметить, что алгоритм экстремального определения оптимальных технологических параметров не в полной мере рациональны. При многофакторности независимых исходных параметров исследования необходимо было проводить методом планирования с получением математической модели процесса и оптимизацией параметров, например методом Зейделя-Гаусса или геометрической оптимизацией.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах</u> либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы достаточно хорошо обоснованы на основании результатов теоретических и прикладных исследований, полученных автором диссертации. Они не вызывают каких либо принципиальных сомнений и возражений.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p>	<p>Три положения выносимые на защиту в области термодинамики, кинетики и технологии доказаны в полной мере. Так, в работе приводятся результаты исследований в определении термодинамических характеристик, термодинамике (по значению ΔG^0) взаимодействия цинковых минералов с серной кислотой, а так же кинетике и технологии нового четырехстадийного противоточного процесса.</p>
		<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Элементы тривиальности в работе отсутствуют. Полученные результаты в области термодинамики, кинетики и закономерностей механизма взаимодействия цинковых минералов с серной кислотой рассматриваются не упрощенно, а с позиции современных представлений в области теории и технологии</p>

			гидрометаллургической переработки окисленной цинковой руды.
		7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет	Положения в области термодинамики, кинетики и технологии являются в высшей степени новыми. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо описаны в журнальных статьях и патентах.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) <u>средний</u> ; 3) широкий	Уровень для применения средний, так как результатом исследований в области термодинамики, кинетики и прикладных исследований можно использовать только для окисленных руд. Для коренных, сульфидных руд полученные результаты не применимы.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u> ; 2) нет	Положения достаточно полно доказаны в статье и патентах, которых по теме диссертации автором опубликовано 12. В том числе в публикациях в журналах Metalurgija, Metallurgist, Chemical engineering transactions имеющих по базе Scopus процентиль от 38 до 46 и квартиль Q4 по базе данных Web of Science, и трудах международных конференций в Шеффилде, Москве и Алматы, трех публикаций в журналах по перечню КОКСОН МОН РК, в патенте на изобретение и патенте на полезную модель.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Методология исследований и анализа сырья, продуктов в работе обоснована, посредством использования достаточно хорошо апробированных современных методов и приборов, а методология проведения прикладных исследований достаточно хорошо и подробно описана.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением	Результаты исследований приведенные в диссертации получены с использованием современного приборного парка (спектрометр PinAAcle, фирмы PerkinElmer, спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 710 ES, анализатор фирмы Mettler Toledo, рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO производства компании

		<p>компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>PANalytical, растровый электронный микроскоп JSM- 6390LV производства компании «JEOL Ltd.», ИК спектрометр FT-801 фирмы Simex), а так же с использованием стандартных экспериментальных установок и теоретически обоснованной методики Зеликмана-Вольдмана для обработки результатов кинетических исследований. Компьютерные технологии в работе были использованы при проведении термодинамического анализа (опции уравнений реакций Eh-pH диаграммы), а так же пакет программ Statistica-7.0 и процессор Excel для стат. анализа результатов и их обработки. Недостатком этого раздела является то, что в работе не была использована опция равновесного состава программного комплекса HSC-5.1, которая с помощью комплекса позволяет провести полный термодинамический анализ равновесного распределения элементов в системе.</p>
		<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности <u>доказаны и подтверждены</u> экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): <u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Результаты термодинамического анализа по Eh-pH диаграммам кинетических исследований, показавших на возможность образования гелеобразных пленок при сернокислотном выщелачивании цинковых минералов были использованы при создании нового противоточного четырехстадийного способа переработки руды Шаймерден с увеличением степени извлечения Zn почти на 20%.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важнейшее утверждение в диссертации о лимитирующей стадии сернокислотного выщелачивания каламина и смитсонита по энергии активации и о виде пленки продукта на поверхности цинксодержащего минерала по величине критерия Пилинга – Бедвордса подтверждены достоверным литературным источником [Вольдман Г. М., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов. Учебное пособие для вузов. Изд.4-е, переработанное и дополненное. - М. : Интермет Инжиниринг, 2003. - 464 с.]</p>

		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Литературный обзор, представленный в диссертации выполнен на основе 83 источников. В литературном обзоре приводится довольно полная информация о существующих и перспективных (в том числе по патентом) методах переработки окисленных цинковых руд. Указаны недостатки и преимущества большей части из них. Этот материал можно публиковать как обзор в одном из рейтинговых журналах. Вместе с тем, в нем имеется старая литература, изданная еще в 60х годах прошлого столетия, например поз. 49, 50, 63 лит. обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; <u>2) нет</u>	Основным целевым назначением диссертации не является проведение фундаментальных исследований в области физико-химии сернокислотного выщелачивания цинка и различных окисленных минералов. Поэтому работа не имеет преимущественно теоретического направления. Она, в большей части, прикладная.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	Прикладные результаты диссертационной работы имеют довольно высокую степень практического значения. Во многом это связано с тем, что сейчас в виду интенсивной разработки коренных сульфидных цинковых руд активные сырьевые запасы могут увеличиваться за счет окисленных, оксидных и смешанных руд. Созданная технология может быть использована при переработке цинковых оксидных руд месторождений Жайрем, Шалкия и Шаймерден. Однако конкурентная способность метода во многом зависит от степени комплексной переработки руды, в частности от технологий использования нерудной составляющей сырья.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Новизна практических рекомендаций и предложений достаточно высокая. Это связано с тем, что предлагаемая технология позволяет увеличить степень извлечения цинка в раствор при сернокислотном выщелачивании окисленной руды месторождения Шаймерден практически на 20% (от 74 до 94,65%) и отказаться от существующего на производстве предварительного декарбонизирующего обжига руды.

10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация написана квалифицированным, доступным, технически грамотным стилем. Формулировки выводов и основных положений однозначные и логически верные. Не ясно с какой целью в диссертации приведен рисунок 2 (стр.25)- одного из самых старых пирометаллургических способов получения цинка. Для чего на рисунках 16 (стр.79) и 18 (стр.84) на вспомогательных прямых, параллельных оси абсцисс, находятся точки для 5,10, 15, 20 минут?
-----	---------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Заключение

Диссертационная работа выполненная на тему: «Физико-химические исследования и разработка гидрометаллургической технологии переработки труднообогатимых окисленных цинковых руд» по содержанию и оформлению, соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам. Автор диссертации Рамазанова Райгуль Амангельдиновна заслуживает присвоения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия».

**Профессор кафедры «Технологии силикатов и металлургия»
Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова,
доктор технических наук, профессор**

 Шевко В.М.

**Секретарь Ученого совета
Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова,
кандидат физико-математических наук, доцент**

 Досыбеков С.К.

