

Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу Пазыловой Даны Темирбековны на тему «Разработка технологии извлечения хлоридов цветных металлов из шлаков свинцового производства с использованием дистиллерной жидкости», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000-Химическая технология неорганических веществ

№ 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) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p>	<p>Диссертационная работа выполнялась в соответствии с государственной программой индустриально-инновационного развития Республики Казахстан, отмеченной в Стратегии «Казахстан-2050» на 2015-2019 гг., приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве РК (от 29.04.20г.) на 2021-2023 годы: Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции и с планом научно-исследовательской работы кафедры по госбюджетным НИР на 2016-2020гг. Б-16-02-03 «Исследования по созданию альтернативно-инновационных технологий обогащения сырья и получения продуктов синтеза неорганических соединений из природных рудно-минеральных ресурсов и техногенных отходов различных отраслей промышленности», на 2021-2025 гг. Б-21-03-02</p>

		<p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>«Разработка новых перспективных технологий и усовершенствование традиционных технологий получения неорганических продуктов, экологически безопасных удобрений и стимуляторов роста растений на основе минерального сырья и техногенных отходов»</p>
2.	Важность для науки	<p>Работа <u>вносит</u>/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</p>	<p>Диссертационная работа вносит значительный вклад в развитие науки РК. Ее содержание и результаты крупноразмерно-лабораторных испытаний, с подтвержденным актом крупноразмерно-лабораторных испытаний и 2 полезными моделями РК наглядно свидетельствуют об актуальности и важности исследования.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:  1) <u>Высокий</u>;  2) Средний;  3) Низкий;  4) Самостоятельности нет</p>	<p>Высокий. Диссертация является самостоятельной разработкой, в которой рассматриваются актуальные вопросы по комплексной утилизации химических и металлургических отходов с получением новых материалов многоцелевого назначения на основе техногенных отходов.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:  1) <u>Обоснована</u>;  2) Частично обоснована;  3) Не обоснована.</p>	<p>Актуальность диссертации четко обоснована решением теоретических и экспериментальных вопросов технологии переработки металлургических шлаков с использованием в качестве хлорагента дистиллерной жидкости для получения неорганических хлоридов металлов и теплоизоляционного материала в единой технологической схеме. На основе термодинамического моделирования рабочих систем в зависимости от температуры и давления определены равновесное распределение элементов и соединений, а также состав газовой фазы. Математическим планированием эксперимента и кинетическими исследованиями</p>

		<p>определены область протекания процесса и факторы влияющие на степень выделения неорганических хлоридов.</p> <p>Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации «Разработка технологии извлечения хлоридов цветных металлов из шлаков свинцового производства с использованием дистиллерной жидкости»</p> <p>Цель, задачи исследования и научное обоснование безотходной переработки дистиллерной жидкости и отвалных шлаков свинцового производства с одновременным извлечением неорганических хлоридов цветных металлов и получением теплоизоляционного материала соответствует теме диссертации.</p> <p>Диссертация представляет целостное исследование, все разделы которого полностью взаимосвязаны и характеризуются логической последовательностью.</p> <p>На основе критического анализа ранее известных отечественных и зарубежных решений переработки химических и металлургических отходов, соискателем предложены и аргументированы собственные решения, отражающие содержание диссертационного исследования.</p>
<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:  <b>1) Отражает;</b>  2) Частично отражает;  3) Не отражает.</p>	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:  <b>1) соответствуют;</b>  2) частично соответствуют;  3) не соответствуют.</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:  <b>1) полностью взаимосвязаны;</b>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует.</p>	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:  <b>1) критический анализ есть;</b>  2) анализ частичный;  3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов.</p>

<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Научные результаты и положения являются полностью новыми, так как впервые методом термодинамического моделирования с использованием современного программного комплекса HSC-5.1 Chemistry разработанного Outokumpu Research Oy установлена температура начала равновесной хлоридовозгонки свинца, цинка, меди из отвальных свинцовых шлаков с использованием дистиллерной жидкости; доказано, что уменьшение температуры и повышение степени хлоридовозгонки неорганических хлоридов металлов возможно при уменьшении давления; кинетическими исследованиями установлена энергия активации периода зарождения реакции которая для хлоридовозгонки свинца составляет 162 кДж/моль, меди – 140 кДж/моль. По результатам исследований опубликованы статьи в международном научном журнале, входящем в базу данных Scopus, 4 в изданиях, рекомендованных КОКСИВО МНИВО РК и получены 2 патента на полезную модель РК.</p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Выводы диссертации являются полностью новыми, в полной мере отражают решение поставленных задач, соответственно цели исследования.</p>
	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обособленными:  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p>	<p>Технические, технологические, экономические решения являются полностью новыми и обособленными. На основании установленных физико-химических закономерностей хлоридовозгоночного обжига с использованием дистиллерной жидкости в качестве хлоранта определены составы рабочих смесей и технологические режимы, обеспечивающие высокую степень извлечения неорганических хлоридов металлов. Преимуществом разработанной технологии является извлечение из шлака не только неорганических хлоридов металлов, но и получение товарной продукции - концентрата</p>

		3) не новые (новыми являются менее 25%).	неорганического хлорида цинка и теплоизоляционного материала. Выполненные предварительные технико-экономические расчеты показали, что прибыль за счет извлечения неорганических хлоридов свинца, меди, цинка с одновременным получением теплоизоляционного материала, на 1 т шлака составляет прибыль – 6915 тенге.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах термодинамических, кинетических и экспериментальных исследований комплексной переработки металлургических отходов и дистиллерной жидкости, подтверждены известными научными теориями и имеют теоретическую значимость. Термодинамический анализ используемых реакций выполнен с использованием программного комплекса HSC-5,1 Chemistry. Математическое планирование экспериментов выполнены с использованием метода рототабельного планирования исследований второго порядка – методом Бокса-Хантера. Кинетические данные обработаны классическим уравнением Павлюченко. «Кажущаяся» энергия активации периода зарождения реакции определена с помощью метода Зеликмана-Медведева.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <b>доказано;</b> 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано.	Соискатель выносит на защиту 4 основных положения: - результаты термодинамического моделирования взаимодействия компонентов дистиллерной жидкости с основными соединениями характерными для отвалных свинцовых шлаков. Доказано, что хлоридовозгонка меди начинается при $T > 1000^{\circ}\text{C}$ , цинка и свинца – $> 600^{\circ}\text{C}$ . Хлоридовозгонка меди сдерживается хлорированием $\text{Cu}_2\text{O}$ и переходом $\text{CuCl}_2$ в газ, цинка – хлорированием $\text{ZnSiO}_3$ , а свинца – переходом $\text{PbCl}_2$ в газ; увеличение температуры позитивно влияет на хлоридовозгонку металлов; увеличение количества хлорагента от 7 до 10% практически не

влияет на  $\alpha_{\text{хл}}$   $\text{Cu}$ ,  $\alpha_{\text{хл}}$   $\text{Pb}$  и несколько повышает  $\alpha_{\text{хл}}$   $\text{Zn}$ : при 10%  $\Sigma \text{CaCl}_2$  и  $\text{NaCl}$

- результаты кинетических исследований и основные закономерности образования и извлечения неорганических хлоридов свинца, цинка, меди при взаимодействии отвальных свинцовых шлаков с дистиллерной жидкостью.

Полученные результаты по кинетике хлоридовозгонки цветных металлов из отвальных шлаков доказывают, что максимальная степень хлоридовозгонки цветных металлов из отвального шлака наблюдается при температуре  $1000^{\circ}\text{C}$  за 90 мин; увеличение степени хлоридовозгонки меди и свинца сопровождается уменьшением  $E_{\text{каж}}$  для меди от 126 до 54 кДж/моль и свинца от 128 до 88 кДж/моль.

- результаты укрупненно-лабораторных испытаний окислительно-хлорирующего обжига отвальных свинцовых шлаков с дистиллерной жидкостью с извлечением неорганических хлоридов цветных металлов.

Проведенные укрупненно- лабораторные испытания доказали возможность извлечения цветных металлов в виде неорганических хлоридов и получение теплоизоляционного материала.

- расчет основных экономических показателей извлечения неорганических хлоридов свинца, цинка, меди из отвальных свинцовых шлаков с использованием дистиллерной жидкости. Выполненные предварительные технико-экономические расчеты доказали, что себестоимость переработки 1т шлака снижается за счет использования отхода производства соды и прибыль при реализации неорганических хлоридов металлов.

Тем не менее, несмотря на полученные положительные результатам по укрупненно-лабораторным испытаниям по этому разделу есть замечания: какой температурный режим наблюдается в системе охлаждения и улавливания неорганических хлоридов? Из

		<p>какого материала была сделана труба вращающейся печи, система улавливания возгонов, материалы фильтра? Какова была скорость вращения реакции трубы и угол ее наклона?</p> <p>Основные положения, выносимые на защиту не являются тривиальными, так как содержат решения отличающиеся научной новизной теоретических исследований по термодинамическому моделированию рабочих систем, кинетическим исследованиям и практической значимостью укрупненно-лабораторных исследований с подтверждением результатов полученными полезными моделями РК.</p> <p>Основные положения, выносимые на защиту являются новыми и подтверждены публикациями в международном научном журнале, входящем в базу данных Scopus и 4 публикациями в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МННВО РК.</p> <p>Уровень для применения полученных результатов – широкий. Разработанная безотходная технология переработки отвалных металлургических шлаков с использованием дистиллерной жидкости может быть рекомендована для разработки проектов к внедрению в производство.</p> <p>Основные положения, выносимые на защиту доказаны автором в статьях в международном научном журнале, входящем в базу данных Scopus, в изданиях, рекомендованных КОКСННВО МННВО РК и полученными патентами на полезную модель РК.</p> <p>Выбор методологии обоснован. Методология диссертационной работы построена на широко известных и апробированных научных подходах и методах исследований.</p>
	<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) <u>да;</u> 2) <u>нет</u></p>	
	<p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p>	
	<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u></p>	
	<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p>	
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и представляемой</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) <u>да;</u></p>

информации	<p>2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: термодинамическое моделирование по программному комплексу HSC-5.1 Chemistry. Кинетические исследования и математическое планирование экспериментов выполнены с использованием метода рототабельного планирования исследований второго порядка.</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p>	<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: термодинамическое моделирование по программному комплексу HSC-5.1 Chemistry. Кинетические исследования и математическое планирование экспериментов выполнены с использованием метода рототабельного планирования исследований второго порядка.</p>
	<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями. Термодинамическим моделированием определено, что в равновесных условиях наиболее полно хлоридовозгонкой из шлаков извлекается свинец, затем цинк и медь. Кинетическими исследованиями установлено, что увеличение степени хлоридовозгонки меди и свинца сопровождается уменьшением «E<sub>каж</sub>» для меди от 126 до 54 кДж/моль и свинца от 128 до 88 кДж/моль.</p> <p>Предлагаемая технология извлечения неорганических хлоридов цветных металлов прошла апробацию укрупненно-лабораторными испытаниями в научно-исследовательской лаборатории «Перспективные металлургические технологии» и подтверждена актом испытаний.</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p>	<p>Теоретические выводы и выявленные закономерности доказаны и подтверждены основными экспериментальными исследованиями. Термодинамическим моделированием определено, что в равновесных условиях наиболее полно хлоридовозгонкой из шлаков извлекается свинец, затем цинк и медь. Кинетическими исследованиями установлено, что увеличение степени хлоридовозгонки меди и свинца сопровождается уменьшением «E<sub>каж</sub>» для меди от 126 до 54 кДж/моль и свинца от 128 до 88 кДж/моль.</p> <p>Предлагаемая технология извлечения неорганических хлоридов цветных металлов прошла апробацию укрупненно-лабораторными испытаниями в научно-исследовательской лаборатории «Перспективные металлургические технологии» и подтверждена актом испытаний.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Установленные зависимости и закономерности процесса хлоридовозгонки цветных металлов при использовании дистиллерной жидкости подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>



9	Принцип практической ценности	<p>8.5 Использованные источники литературы <b>достаточно</b>/не достаточно для литературного обзора</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:  <u>1) да;</u>  2) нет</p>	<p>В диссертационной работе приведены ссылки на источники, состоящие из 112 наименований. Полагаю, что это достаточно для раскрытия проблемы и определения механизмов их решения.</p> <p>Да, диссертация имеет важное теоретическое значение. Получены новые данные по термодинамическому моделированию рабочих систем и возможных реакций, полученные программным комплексом HSC-5.1 Chemistry дают количественные показатели равновесного распределения элементов и соединений в зависимости от температуры и давления. Установлено, что в равновесных условиях увеличение степени хлоридовозгонки неорганических хлоридов металлов наблюдается в следующем ряду <math>PbCl_2 &gt; ZnCl_2 &gt; CuCl</math>. Кинетическими исследованиями установлено, что хлоридовозгонка неорганических хлоридов свинца, цинка, меди протекает в кинетическом режиме с «кажущейся» энергией активации для свинца от 138 до 88 кДж/моль, меди от 126 до 54 кДж/моль, цинка 58 кДж/моль. Интенсификация процессов возможна при увеличении температуры. Результаты научного исследования внедрены в содержание лекционного и практических занятий, что подтверждено 3 актами внедрения НИР в учебный процесс.</p>
	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u>	<p>Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике, так как предлагаемая технология прошла укрупненно-лабораторные испытания с определением оптимальных параметров максимального извлечения цветных металлов и получением товарной продукции - теплоизоляционного материала с высокой механической прочностью. Предлагаемая технологическая схема</p>	<p>Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике, так как предлагаемая технология прошла укрупненно-лабораторные испытания с определением оптимальных параметров максимального извлечения цветных металлов и получением товарной продукции - теплоизоляционного материала с высокой механической прочностью. Предлагаемая технологическая схема</p>

	2) нет	подтверждена 2 патентами на полезную модель РК. Предложения для практики являются полностью новые. Предложенная безотходная технология может быть использована для разработки проектов по утилизации отвалных металлургических шлаков с применением дистиллерной жидкости для хлорирующего обжига.
10. Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) <b>высокое;</b></p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма диссертационной работы – высокое. Диссертация написана грамотным научно-техническим языком, доступным профессионально-техническим стилем. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).</p>

**Заключение:** Диссертация выполненная на тему «Разработка технологии извлечения хлоридов цветных металлов из шлаков свинцового производства с использованием дистиллерной жидкости» по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор Пазылова Дана Темирбековна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000 – Химическая технология неорганических веществ.

**Официальный рецензент:**

Кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Химические процессы и  
промышленная экология» Satbayev University

*Кубекова Ш.Н.*

