

**Письменный отзыв официального рецензента  
на диссертационную работу  
Арғын Айдары Әбділмәліқылы  
«Совершенствование технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов сульфидированием»  
на соискание степени доктора философии (PhD)  
по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия»**

№ 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>	Диссертационная работа выполнена в рамках грантового проекта: № AP05130595 «Разработка новой высокотехнологичной барботажной технологии прямого извлечения свинца, меди, цинка и редкоземельных металлов в товарные продукты из некондиционных полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства» на 2018-2020 г.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не раскрыта</u>	Работа вносит существенный вклад в науку и ее важность хорошо раскрыта. В работе получены новые данные по формам нахождения цветных металлов, железа и сопутствующих металлов-примесей (As, Sb) в продуктах конвертирования: медно-свинцовых штейнах и конвертерных шлаках. Впервые получены новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах. На основании новых результатов построены математические модели, позволяющие прогнозировать динамику поведения металлов и

			<p>температуру процесса конвертирования в зависимости от продолжительности процесса при совместной переработке медно-свинцовых штейнов с высокосернистым медным концентратом. Важность работы хорошо раскрыта во введении и направлена на повышение качества продуктов конвертирования медно-свинцовых штейнов и вовлечения в прямую переработку медных концентратов.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Высокий</u>;</li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>	<p>Уровень самостоятельной работы диссертанта высокий и определяется личным его вкладом в получении результатов, написании диссертации и научных статей, личным участием в международных конференциях.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Обоснована</u>;</li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Современное состояние производства меди характеризуется тем, что в переработку вовлекается сырье с низким содержанием базовых и повышенным содержанием сопутствующих вредных металлов-примесей. Это привело к получению сложных по составу полиметаллических штейнов с высоким содержанием металлов-примесей. Дальнейшая переработка медно-свинцовых штейнов конвертированием привела к большим негативным последствиям – росту эмиссий вредных веществ в атмосферу, что увеличило нагрузку на окружающую среду и здоровье людей.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Отражает</u>;</li> <li>2) Частично отражает;</li> <li>3) Не отражает</li> </ol>	<p>Содержание диссертационной работы отражает тему диссертации</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>соответствуют</u>;</li> </ol>	<p>Цель и задачи работы, представленные в диссертационной работе, соответствуют теме.</p>

		<p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p>	
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы диссертационной работы логически взаимосвязаны между собой. Диссертантом изучены физико-химические характеристики и вещественные составы медно-свинцовых штейнов, медных концентратов и продуктов конвертирования, получаемых при совместной переработке медно-свинцового штейна и высокосернистого медного концентрата.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <u>критический анализ есть</u>;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>В диссертационной работе соискателем проведен анализ современных способов переработки медно-свинцовых штейнов (в работе приводится 99 литературных ссылок). В результате проведенного анализа диссертантом предложена новая технология: совместная переработка медно-свинцовых штейнов с высокосернистым медным концентратом, обеспечивающая улучшение качества конвертерного шлака и черновой меди.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения 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>К новым результатам и положениям диссертационной работы можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах. Впервые установлены количественные соотношения FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в медно-свинцовых штейнах и описан механизм их образования. Построены количественные математические модели, прогнозирующие содержания FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в реальных медно-свинцовых штейнах в зависимости от изменения их состава.</li> <li>- На основании термодинамического анализа реакций взаимодействия компонентов высокосернистого медного концентрата с медно-</li> </ul>

			<p>свинцовым штейном показана возможность использования концентрата в качестве сульфидизатора для улучшения качества конвертерного шлака и черновой меди.</p> <p>- Построены математические модели, позволяющие прогнозировать распределение металлов и температуру процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом в зависимости от продолжительности процесса.</p> <p>Каков механизм влияния высокосернистого медного концентрата на технологические показатели процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов?</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>Выводы, приведенные в работе, являются совершенно новыми. Полученные в экспериментальных условиях результаты по формам нахождения металлов в исходных и получаемых продуктах конвертирования, растворимости кислорода в штейнах, ранее (кроме соискателем и в соавторстве) не публиковались.</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>По результатам проведенных диссертантом теоретических и экспериментальных работ разработана новая технология переработки медно-свинцовых штейнов совместно с сульфидным медным концентратом. Рассчитаны технико-экономические показатели новой технологии. Экономическая эффективность от внедрения новой технологии составила ~35 млн. долларов США в год. Экономическая эффективность была рассчитана в обобщенной форме и в целом не отражает экономическую эффективность технологии, так как некоторые позиции не</p>

			рассмотрены. Например: не учтена амортизация установки, здания и т.д.
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 и достаточно хорошо обоснованы результатами экспериментальных исследований. Это не противоречит основным теоретическим и практическим закономерностям в 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	4 новых положения, выносимые на защиту, полностью экспериментально доказаны. В работе проведены лабораторные и укрупненно-экспериментальные работы по совместной переработке сульфидного медного концентрата с медно-свинцовым штейном.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u>	В диссертационной работе нет тривиальных элементов. Обнаруженные в работе закономерности и особенности изучаемого процесса рассматриваются с точки зрения современного теоретического и технологического подхода.
		7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет	Положения, изложенные в работе, являются новыми. Приведенные положения и результаты по теме работы ранее (кроме соискателем и в соавторстве) в литературе не описаны.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>	Два положения, приведенные в работе, в целом пригодны для применения не только в Казахстане, но и за рубежом. Другие положения основаны на переработке медно-свинцовых штейнов, получаемых непосредственно в условиях ТОО "Казцинк".
		7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u> ;	Результаты работы опубликованы в 3 публикациях в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК, в

		2) нет	1 статье в международном журнале, входящем в базу данных Web of Science, в 2 статьях в международных журналах, входящих в базу данных Scopus и 1 статье в журнале входящем в базу данных РИНЦ. Результаты работы апробированы личным участием диссертанта на 5 международных конференциях.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Выбранная в работе методика и методология учитывают особенности пирометаллургических процессов получения черновой меди. В работе разработана и применена новая методика для исследования равновесия системы медно-свинцовый штейн – газовая фаза при заданных значениях парциального давления кислорода ( $PO_2$ ) и серы ( $PS_2$ ), использование которой позволила получить новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах. Полученные при помощи новой методики результаты позволили диссертанту получить достоверные данные.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	В работе использован комплексный подход, объединивший использование современных методов термодинамических расчетов и новых методов физико-химических исследований с применением технических средств и приборов высокой точности: атомно-абсорбционный анализ (спектрометр PinAAcle, фирмы PerkinElmer), оптический эмиссионный анализ (спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 710 ES), термогравиметрический анализ (анализатор фирмы MettlerToledo), рентгенофазовый анализ (рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO производства компании PANalytical), структурный

			анализ (растровый электронный микроскоп JSM-6390LV производства компании «JEOL Ltd.»), ИК-спектроскопический анализ (ИК спектрометр FT-801 фирмы Simex).
		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) да; 2) нет	Полученные в работе новые выводы и закономерности доказаны и подтверждены широким набором экспериментальных исследований по изучению поведения меди, свинца и сопутствующих металлов-примесей при конвертировании медно-свинцовых штейнов в условиях ТОО «Казцинк», исследованиями равновесия системы медно-свинцовый штейн – газовая фаза при контролируемых значениях парциального давления кислорода и серы.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения, приведенные в диссертации подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	В работе приведен список литературы из 99 наименований. Приведенные источники достаточны для формирования литературного обзора диссертационной работы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	В диссертационной работе проведены комплексные исследования, направленные не только изучению процессов получения меди, но и селективному извлечению Pb, As, Sb в целевые продукты. Такой подход, безусловно, повышает теоретическую значимость работы.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных	Приведенные в диссертационной работе результаты имеют высокую практическую значимость.

		<p>результатов на практике:</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Разработанная новая технология конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом позволяет использовать концентрат в качестве сульфидизатора; улучшить качество продуктов конвертирования за счет вывода Pb, As, Sb из технологической цепи "плавка - конвертирование"; осуществить прямую плавку концентрата; повысить содержание SO<sub>2</sub> в отходящих газах; повысить извлечение меди в черновую медь. Новая технология в настоящее время имеет высокую возможность применения для конвертирования медно-свинцовых штейнов в условиях ТОО "Казцинк".</p> <p>Как влияет сульфидирование конвертерного шлака на перераспределение форм нахождения металлов? Особенности формы нахождения благородных металлов в конвертерных шлаках и влияние сульфидирования на снижение их потерь?</p>
		<p>9.3 Предложения для практики 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>Рекомендации к практике являются совершенно новыми. Использование концентрата в качестве сульфидирующего агента обеспечивает высокое извлечение Pb, As и Sb в пыль: 97,62; 95,77 и 75 %, соответственно. Это, в свою очередь, ведет к их выводу из технологической цепи «плавка-конвертирование», и существенно улучшает качество получаемых продуктов.</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:</p> <p><u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к таким работам, и отличается внутренним единством. Разделы диссертационной работы логически объединены и</p>



		направлены на решение поставленных задач.
--	--	---

Диссертационная работа Аргына А.Ә. на тему «Совершенствование технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов сульфидированием» выполнена в полном объеме и соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам PhD, имеет новизну и актуальность и заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

Директор департамента координации научно-технических проектов и программ  
 Республиканского государственного предприятия  
 «Национальный Центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», кандидат технических наук



Бердикулова Ф. А.

Исходный номер: \_\_\_\_\_  
 Подпись: *Бердикулова*  
 КУБЛАҒЫРАҒЫН ЗАБЕРІЮ  
 ҚР ИИДМ ИДК ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
 "ҚР МШҚКӨЖ ҰО" ШІЛҚ РИК РҒП НА ҚОЖ "НЦ КТМС РК"  
 БАС ҒАЛЫМИ ХАТШЫСЫ ҚР МИИР РК  
 24 11 2024 ж.