

**Письменный отзыв официального рецензента
на диссертационную работу
Арғын Айдара Әбділмәлікулы
«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>	Проблемы, рассмотренные в работе, имеют большой вклад в науку. Получены новые данные по формам нахождения металлов, растворимости кислорода в штейнах и определены количественные соотношения FeO и Fe ₃ O ₄ в медно-свинцовых штейнах. Показаны пути совершенствования процесса конвертирования. Значимость диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки технологии переработки медно-свинцовых штейнов совместно с сульфидным медным концентратом.

			Поставленная задача о важности раскрыта полностью и на высоком уровне.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельной работы диссертанта высокий и определяется личным вкладом его в получении результатов при написании диссертации и научных статей, а также личным участием в международных конференциях. В данной работе отсутствует раздел «самостоятельное написание». Поэтому этот уровень оценивался косвенно.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Конвертирование медно-свинцовых штейнов свинцового производства на ТОО «Казцинк» сопровождается повышенным содержанием вредных металлов-примесей: до 25 % свинца, до 4 % мышьяка и до 1,0 % сурьмы. Обратные конвертерные шлаки 1-го периода конвертирования содержат до 35 % свинца, до 3 % меди и до 1,5 % (в сумме) мышьяка и сурьмы. Решение указанных актуальных проблем, направленных на повышение качества конвертерного шлака и черновой меди в диссертации обоснована достаточно четко.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы с логической точки зрения структурирована хорошо и полностью отражает тему диссертации
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цель и задачи работы, представленные в диссертационной работе, соответствуют теме.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) взаимосвязь частичная;	Все разделы диссертационной работы логически взаимосвязаны между собой. В работе проведены комплексные исследования по изучению вредных примесей в условиях конвертирования, что

		3) взаимосвязь отсутствует	позволило диссертанту разработать пути совершенствования процесса конвертирования.
		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; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Научно-технический уровень разработанной в диссертационной работе технологии определяется использованием новейших достижений теоретических знаний и обоснована новыми исследованиями термодинамики равновесия системы медно-свинцовый штейн – газовая фаза в условиях заданных значений парциального давления кислорода (P_{O_2}) и серы (P_{S_2}) и растворимости кислорода в штейнах. Установлено, что полученные результаты и выбранные оптимальные технологические режимы процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом впервые в мировой практике позволяют получать качественные продукты.
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%)	К новым результатам и положениям, полученным в диссертационной работе можно отнести: - новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах. Впервые установлены количественные соотношения FeO и Fe ₃ O ₄ в медно-свинцовых штейнах и описан механизм их образования. Установлено, что снижение содержания PbS в медно-свинцовых штейнах ведет к росту содержания FeO и снижению Fe ₃ O ₄ . Показано, что при повышенных концентрациях PbS происходит замещение анионов кислорода, связанного в вюстит, на анионы серы, связанные в PbS. Кислород, связанный в магнетит, практически серой не замещается. Построены количественные математические модели, прогнозирующие содержания FeO и Fe ₃ O ₄ в реальных медно-

			<p>свинцовых штейнах в зависимости от изменения их состава.</p> <p>- термодинамический анализ реакций взаимодействия компонентов высокосернистого медного концентрата с медно-свинцовым штейном. Показана возможность использования концентрата в качестве сульфидирующего агента для улучшения качества конвертерного шлака и черновой меди. При конвертировании медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом достигнуто высокое извлечение Pb, As и Sb в пыль: 97,62; 91,0 и 75 %, соответственно. Содержание меди в шлаке снижается с 2,5 масс. до 1,3 % масс.; содержание оксида железа (III) – с 18 масс.% до 10 масс.%.</p> <p>- построенные математические модели, позволяющие прогнозировать динамику поведения цветных и сопутствующих металлов-примесей и температуру процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом в зависимости от продолжительности процесса.</p> <p>Какого поведение благородных металлов при конвертировании медно-свинцовых штейнов по предложенной технологии?</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 диссертационной работе, являются совершенно новыми. Анализ мировых инновационных патентов и Казахстана показал, что полученные результаты ранее не публиковались. Разработанная технология не имеет аналогов и обладает рядом теоретических и практических преимуществ: установлением оптимальных параметров новой технологии конвертирования</p>

			медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом, обеспечивающим получение качественных продуктов; возможностью прямой переработки сульфидного медного концентрата в конвертерах с одновременным использованием его в качестве сульфидизатора для улучшения качества конвертерного шлака и черновой меди.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В результате проведенных соискателем теоретических и экспериментальных работ разработана новая технология переработки медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом. Рассчитаны технологические и технико-экономические показатели новой технологии. Технические и технологические решения являются полностью новыми. Экономическая эффективность от использования новой технологии составляет ~35 млн. долларов США в год. Экономическая эффективность рассчитана в обобщенной форме, и, в целом, не отражает истинную экономическую эффективность технологии.
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)	Выводы, приведенные в работе, основаны на результатах экспериментальных и физико-химических 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 новых положения, приведенные в работе, полностью экспериментально доказаны. В работе проведены лабораторные и укрупненно-экспериментальные работы по совместной переработке высокосернистого медного концентрата с медно-свинцовым штейном.

	4) не доказано	
	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>	2 новых 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> ; 2) нет	Результаты работы опубликованы в 3 публикациях в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК, в 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 учитывает особенности пирометаллургического способа производства черновой меди и основывается на исследовании процессов, используемых в производстве меди и свинца (плавление, конвертирование, улавливание пыли, газов и т.д.). В работе исследована термодинамика системы медно-свинцовый штейн – газовая фаза при заданных значениях парциального давления кислорода (PO ₂) и серы (PS ₂), получены новые данные по растворимости кислорода в штейнах. Полученные этими методами результаты позволили диссертанту получить достоверные новые 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 новые методы исследования с применением технических средств и приборов высокой точности: атомно-абсорбционного анализа (спектрометр Pin Acle, фирмы Perkin Elmer), оптически эмиссионного анализа (спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 710 ES), термогравиметрического анализа (анализатор фирмы Mettler Toledo), рентгенофазового анализа (рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO PANalytical), структурного анализа (растровый электронный микроскоп JSM-6390LV, JEOL), ИК-спектроскопического анализа (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	Полученные в работе выводы и закономерности аргументированы и подтверждены экспериментальными исследованиями поведения меди, свинца и сопутствующих металлов-примесей

		доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	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 подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Список использованной литературы состоит из 99 наименований. Приведенные источники являются актуальными, тесно связаны с материалом диссертации. Список литературы вполне достаточный для литературного обзора диссертационной работы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа имеет теоретическое значение: новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах и определению количественных соотношений вюстита и магнетита в медно-свинцовых штейнах получены впервые и хорошо дополняют теоретические пробелы имеющиеся в технической литературе.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Приведенные в диссертационной работе результаты имеют высокую практическую значимость. Улучшение качества продуктов конвертирования за счет совместной переработки медно-свинцовых с высокосернистым медным концентратом без особых материальных затрат легко может быть интегрирована в существующую на ТОО "Казцинк" технологию конвертирования медно-свинцовых штейнов. Это позволит значительно улучшить не только технологические показатели процесса

			конвертирования медно-свинцовых штейнов, но и последующих операций огневого рафинирования и электролиза меди.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Использование высокосернистого медного концентрата в качестве сульфидирующего агента обеспечивает высокое извлечение свинца, мышьяка и сурьмы в пыль. Рекомендации к практике являются новыми. Предложенная технология существенно улучшает качество получаемых продуктов и ведет к выводу примесей из технологической цепи «плавка-конвертирование».
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа написана грамотным научно-техническим языком, формулировки научных положений и выводы имеют четкий и законченный характер.

Заключение

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа Арғын Айдар Әбділмәлікұлы на тему «Совершенствование технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов сульфидированием» по своей актуальности, научной новизне, важности для теории и практики, объему экспериментальных исследований полностью соответствует требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степеней PhD, а ее автор Арғын Айдар Әбділмәлікұлы заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

Доцент кафедры «Горное дело,
металлургия и естествознания» Жезказганского
университета имени О. А. Байконурова, доктор PhD



Байконуров Е. Г.