ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию **Курмангалиева Дамира Болатовича**
на тему **«Исследование и разработка технологии извлечения ценных компонентов из металлургических шлаков методом электрохимического гидрохлорирования»,**
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – Металлургия

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
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: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); **3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).**	Тематика диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки «Передовое производство, цифровые и космические технологии», а также задачам государственной политики Республики Казахстан в области рационального использования природных ресурсов, развития обрабатывающей промышленности и экологической безопасности техногенных территорий. Актуальность тематики подтверждается тем, что в ходе выполнения диссертационной работы докторант стал победителем конкурса грантового финансирования исследований молодых учёных «Жас ғалым» Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2025–2027 годы; часть исследований выполнена в рамках проекта ИРН AP25796667 «Разработка рациональной технологии извлечения ценных компонентов из шлаков медеплавильного производства Казахстана», руководителем которого является докторант.
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность **хорошо раскрыта**/не раскрыта.	Результаты диссертационной работы вносят существенный вклад в развитие гидрометаллургии техногенного сырья цветной металлургии. Впервые экспериментально доказана возможность извлечения меди из лежалых медеплавильных шлаков электрохимическим гидрохлорированием с генерацией активного хлора непосредственно в пульпе из

			раствора хлорида натрия. Такой подход снимает основное ограничение хлоридных методов – необходимость транспортировки и хранения газообразного хлора. Установлены физико-химические закономерности процесса: селективность разделения меди и железа обеспечивается управлением pH (вскрытие меди при pH 1,2–1,5, гидролиз железа(III) при pH 3,0–4,0, верхняя граница процесса – pH 4,0–4,5); процесс протекает в автокислотном режиме без постоянного дозирования соляной кислоты; определяющим электрическим параметром является удельный заряд, отнесённый к массе шлака; полнота извлечения меди определяется долей её доступных форм в шлаке. Важность работы раскрыта убедительно. При снижении среднего содержания меди в добываемых рудах до 0,52 % в отвалах медеплавильных предприятий Казахстана накоплены десятки миллионов тонн шлаков с содержанием меди 0,7–1,0 %, а физические методы обогащения лежалого шлака, как показано в работе, малоэффективны.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Уровень самостоятельности докторанта высокий. Автором лично сформулированы цель и задачи исследования, выполнен аналитический обзор литературы, проведены исследования вещественного состава и обогатимости лежалых шлаков, поисковые однофакторные опыты, оптимизация режима по плану Бокса–Бенкена, балансовые испытания, обработка и интерпретация результатов, технико-экономическая оценка. Для проведения опытов автором разработан лабораторный электролизёр оригинальной конструкции. Экспериментальная часть выполнена в аккредитованной лаборатории Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», что подтверждено актом о проведении лабораторных испытаний. О самостоятельности автора свидетельствуют также руководство грантовым проектом

			по теме диссертации, первое авторство во всех публикациях и патент Республики Казахстан на полезную модель № 12292.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность темы обоснована. Среднее содержание меди в добываемых рудах снизилось с 1,0–1,2 % в 1980-е годы до 0,52 % в 2022 г., дефицит меди к 2035 г. оценивается до 30 %, поэтому вовлечение в переработку техногенного сырья приобретает особое значение. В отвалах медеплавильных предприятий Казахстана накоплены десятки миллионов тонн шлаков с остаточным содержанием меди 0,7–1,0 % и цинка до 2,5 %, которые загрязняют окружающую среду. Существующие технологии (пирометаллургическое обеднение, флотация) разработаны преимущественно для текущих шлаков и ориентированы на возврат медьсодержащего продукта в основной цикл. В лежалых шлаках поверхность сульфидов окислена при длительном хранении, поэтому показатели известных технологий не могут быть перенесены на них без экспериментальной проверки. Хлоридные методы селективны по меди, но требуют обращения с газообразным хлором; при электрохимическом гидрохлорировании это ограничение снимается.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: **1) отражает;** 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертации отражает её тему. Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка из 101 использованного источника и трёх приложений; объём без приложений составляет 104 страницы, работа содержит 32 таблицы и 22 рисунка. Последовательно рассмотрены научные основы электрохимического гидрохлорирования и методы переработки лежалых медеплавильных шлаков (глава 1), материалы и методы исследования (глава 2), вещественный состав и обогатимость шлака, закономерности процесса, селективность разделения меди и железа, многофакторная оптимизация, распределение компонентов по продуктам и

			проверка режима на шлаке Жезказганского медеплавильного завода (глава 3), предварительная технико-экономическая оценка (глава 4).
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: **1) соответствуют;** 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель и задачи исследования соответствуют теме диссертации. В качестве объекта исследования выбраны шлаки медеплавильного производства – одного из основных металлургических переделов Казахстана, в отвалах которого накоплены десятки миллионов тонн шлаков с остаточным содержанием меди 0,7–1,0 %. Выбор объекта не ограничивает значения результатов: установленные закономерности (генерация активного хлора непосредственно в пульпе, селективное разделение цветного металла и железа управлением pH, автокислотный режим) могут быть распространены на шлаки других производств цветной металлургии. Применимость подхода к шлаку другого предприятия подтверждена испытанием установленного режима на шлаке Жезказганского медеплавильного завода. Под ценными компонентами в работе рассмотрены все потенциально извлекаемые элементы шлака. На основании сопоставления их содержания и форм нахождения (подраздел 3.3) в качестве целевого компонента обоснованно принята медь: она находится преимущественно в сульфидной форме, доступной окислительному вскрытию активным хлором, и составляет основную ценность материала. Поведение остальных компонентов (Zn, Pb, Ag, Au, As) изучено и учтено в материальных балансах. Цель работы – научное обоснование и разработка технологии извлечения меди из лежалых шлаков Балхашского медеплавильного завода методом электрохимического гидрохлорирования. Для её достижения поставлены семь задач: от изучения вещественного состава шлаков и теоретического

			обоснования процесса до оптимизации режима, балансовых испытаний и технико-экономической оценки. Все задачи решены в соответствующих подразделах работы, что показано в заключении диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: **1) полностью взаимосвязаны;** 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Результаты изучения вещественного состава и низкая эффективность физических методов предконцентрации обосновывают переход к прямой химической переработке шлака; термодинамический анализ определяет рабочий интервал pH; поисковые опыты задают область оптимизации; найденный по плану Бокса–Бенкена режим проверен на шлаке другого типа, подтверждён материальными балансами и положен в основу технико-экономической оценки.
		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; 4) анализ отсутствует.	В литературном обзоре выполнен критический анализ гидрометаллургических методов переработки медеплавильных шлаков: аммиачного, сернокислотного и хлоридного выщелачивания, в том числе с химическими окислителями. Показаны их ограничения: неполное извлечение меди, соизвлечение железа и образование кремнегеля, расход кислоты, необходимость подачи внешнего окислителя или газообразного хлора. Электрохимическое гидрохлорирование сопоставлено с альтернативными методами по извлечению, селективности, реагентной системе и основным ограничениям (таблица 1.3).
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Научные результаты и положения являются новыми. Сведений о применении электрохимического гидрохлорирования к медеплавильным шлакам в доступной научной и патентной литературе не обнаружено; известные работы посвящены золотосодержащим рудам, хвостам обогащения, медно-кобальтовым концентратам и медно-

			никелевым шламам. Впервые для лежалых медеплавильных шлаков установлены: – условия селективного разделения меди и железа управлением pH и ширина рабочего окна селективности (2,5–3,0 единицы pH); – автокислотный режим процесса, исключающий постоянное дозирование соляной кислоты; – определяющая роль удельного заряда, отнесённого к массе шлака, и закономерности влияния силы тока, концентрации хлорида натрия, продолжительности процесса и соотношения Ж:Т на извлечение меди и переход железа; – связь достигаемого извлечения меди с долей её доступных форм в шлаке (70,0 % для шлака БМЗ и 45,0 % для шлака ЖМЗ при доле доступных форм 46,1 %).
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Выводы диссертации являются новыми, сформулированы с количественными показателями и следуют из полученных автором экспериментальных данных. Новыми являются, в частности, выводы о достижении извлечения меди 70,0 % без предварительного обогащения при переходе в конечный раствор около 1,0 % железа, что превышает извлечение в концентрат при флотации (47,5 %), и о том, что превышение достаточной электрической нагрузки или повышение концентрации NaCl до 300 г/дм³ не увеличивает извлечение меди, но усиливает побочные процессы.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; **2) частично новые (новыми являются 25-75%);** 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Технологическое решение – прямое электрохимическое гидрохлорирование лежалого шлака без предварительного обогащения и без постоянного дозирования соляной кислоты с гидролитическим осаждением железа при pH 3,0–4,0 – является новым и защищено патентом Республики Казахстан на полезную модель № 12292. Экономическое решение также новое: оценка выполнена применительно к условиям Балхашского медеплавильного завода и учитывает исключение затрат на подкисление.

			Стадии экстракции и электроэкстракции меди и оборота электролита приняты по известным решениям, что обоснованно отмечено автором; поэтому технико-технологические решения оцениваются как частично новые.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы **основаны**/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Основные выводы основаны на весомых доказательствах. Они получены на сертифицированном аналитическом оборудовании аккредитованной лаборатории и подтверждены параллельными опытами в двух- или трёхкратной повторности с относительным расхождением не более 3 %, контрольными опытами в установленном режиме и материальными балансами со сходимостью по меди 98,9–99,2 %. Результаты плана Бокса–Бенкена обработаны статистически: значимость коэффициентов проверена по критерию Стьюдента, адекватность уравнений регрессии – по критерию Фишера (F = 0,70 и 0,58 при критических значениях 19,3 и 19,4), коэффициент детерминации обоих уравнений равен 0,985, наибольшее отклонение расчётных значений от опытных не превышает разброса повторных опытов в центре плана.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? **1) доказано;** 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	Положения, выносимые на защиту, сформулированы конкретно, логически вытекают из полученных результатов и охватывают все этапы работы: современное состояние лежалых шлаков и обоснование перехода от физических методов предконцентрации к химическому вскрытию; применение электрохимического гидрохлорирования с генерацией активного хлора непосредственно в пульпе; селективное разделение меди и железа управлением pH в автокислотном режиме; закономерности влияния технологических параметров и оптимизацию режима;

		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; **2) нет;** 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	принципиальную реализуемость и экономическую целесообразность переработки. 7.1 Положения доказаны: они подтверждены экспериментальными данными, полученными на сертифицированном аналитическом оборудовании, материальными балансами со сходимостью по меди 98,9–99,2 %, параллельными опытами в двух- или трёхкратной повторности с расхождением не более 3 %, контрольными опытами в установленном режиме и статистической обработкой результатов плана Бокса–Бенкена. 7.2 Положения не являются тривиальными: установленные закономерности (определяющая роль удельного заряда, автокислотный режим, рабочий интервал pH с верхней границей 4,0–4,5) не следуют напрямую из известных данных и получены экспериментально. 7.3 Положения являются новыми: сведений о применении электрохимического гидрохлорирования к медеплавильным шлакам в доступной научной и патентной литературе не обнаружено. 7.4 Уровень применения широкий: результаты применимы к лежалым шлакам медеплавильных предприятий Казахстана и другому техногенному медьсодержащему сырью, что подтверждено испытанием установленного режима на шлаке другого типа (ЖМЗ). 7.5 Положения отражены в публикациях автора и подтверждены документально. Вещественный состав и обогатимость лежалого шлака БМЗ опубликованы в журнале Processes (MDPI, 2026; Scopus Q2, Web of Science); подходы к гидрометаллургической переработке медеплавильных шлаков и способ извлечения ценных компонентов – в журналах «Комплексное использование минерального сырья» (2022) и «Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева» (2023); технологическое решение защищено
		7.3 Является ли новым? **1) да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; **3) широкий;** 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье? **1) да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	

			патентом РК на полезную модель № 12292 «Способ переработки металлургических шлаков». Результаты, относящиеся к режиму процесса, селективности разделения меди и железа, автокислотному режиму и испытанию шлака ЖМЗ, подтверждены актом о проведении лабораторных испытаний электрохимического гидрохлорирования медеплавильных шлаков в лаборатории ТИМС Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет» (апрель–июнь 2026 г.) – профильного научно-исследовательского института в области металлургии цветных металлов. Практическая значимость положений подтверждена письмом поддержки Филиала ТОО «Корпорация Казахмыс» – «Q.I. Satbaev atyndagy Jezqazgan Tau-ken ondirisi» (исх. № 04/5280 от 16.10.2026 г.) и письмом Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет» о заинтересованности в результатах диссертационной работы. Письмо поддержки особенно значимо, поскольку Балхашский и Жезказганский медеплавильные заводы, шлаки которых являлись объектами исследования, входят в группу компаний «Казахмыс».
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: **1) да;** 2) нет.	Выбор методологии обоснован физико-химическими особенностями объекта (тонкая вкраплённость медьсодержащих фаз в фаялитовой и стекловидной матрице, окисление поверхности сульфидов при хранении) и задачей селективного разделения меди и железа. Методология подробно описана: приведены пробоподготовка и методы анализа шлака, методы предконцентрации, конструкция лабораторного электролизёра и схема подключения электродов, методика опытов электрохимического гидрохлорирования, аналитического контроля и расчёта извлечения по твёрдому остатку с контролем по жидким продуктам.

		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.	Использованы современные методы исследования: рентгенофазовый анализ (Bruker D8 Advance), оптическая микроскопия в отражённом свете (Olympus BX 51 Pol. с системой анализа изображений Mineral C-7), химический фазовый анализ, атомно-абсорбционная (PinAAcle 500, AAnalyst 400 PerkinElmer) и атомно-эмиссионная (ДФС-8-3 с анализатором МАЭС) спектрометрия, элементный анализ (ELEMENTRAC CS-i ELTRA). Термодинамическое моделирование выполнено в программном комплексе HSC Chemistry, планирование эксперимента и регрессионный анализ – по плану Бокса–Бенкена.
		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.	Теоретические выводы подтверждены экспериментально. Области устойчивости меди и железа, установленные по диаграммам E–pH систем Cu–Cl–H_2O и Fe–H_2O, согласуются с результатами опытов по селективному разделению меди и железа; автокислотный режим подтверждён опытами без постоянного дозирования соляной кислоты, в которых извлечение меди не снижалось; связь извлечения меди с её фазовым составом подтверждена испытанием шлака ЖМЗ (45,0 % при доле доступных форм 46,1 %). Результаты подтверждены материальными балансами и актом лабораторных испытаний.
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, в том числе на публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, и на патентные источники. Сведения о сырьевой базе и рынке меди подкреплены данными Международной исследовательской группы по меди и Геологической службы США.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Список литературы включает 101 источник за 1955–2026 годы. Использованы материалы баз данных Web of Science, Scopus, ScienceDirect, MDPI, eLIBRARY.ru, патентные базы Казахстана, России и зарубежных стран, монографии и научно-технические отчёты профильных организаций, в том

			числе работы последних лет по переработке лежалых медеплавильных шлаков. Источники достаточны для литературного обзора и обоснования новизны.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: **1) да;** 2) нет.	Диссертация имеет теоретическое значение. Установлены закономерности электрохимического гидрохлорирования медеплавильных шлаков, условия селективного разделения меди и железа в хлоридной среде, механизм автокислотного режима и связь полноты извлечения меди с её фазовым составом. Полученные уравнения регрессии описывают влияние силы тока, концентрации хлорида натрия и продолжительности процесса на извлечение меди и переход железа и расширяют теоретические основы хлоридной гидрометаллургии техногенного сырья.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: **1) да;** 2) нет.	Диссертация имеет практическое значение. Определён рациональный режим процесса (4,0 А, NaCl 175 г/дм³, Ж:Т = 6:1, 90 мин), обеспечивающий извлечение меди 70,0 % без предварительного обогащения при переходе в конечный раствор около 1,0 % железа. Разработана принципиальная схема переработки с получением катодной меди. По предварительной оценке, себестоимость катодной меди составляет 4 750 тг/кг, рентабельность продукции – 36,8 %, простой срок окупаемости – 3,6 года. Схема рекомендована к опытно-промышленной проверке; первоочередным объектом являются отвалы Балхашского медеплавильного завода. Высокая вероятность применения результатов подтверждается патентом Республики Казахстан на полезную модель № 12292, актом лабораторных испытаний ВНИИцветмет, письмом поддержки Филиала ТОО «Корпорация Казахмыс», в группу компаний которой входят Балхашский и Жезказганский медеплавильные заводы, и письмом о заинтересованности ВНИИцветмет.

		9.3 Предложения для практики являются новыми: **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Предложения для практики являются новыми: прямая переработка лежалого шлака электрохимическим гидрохлорированием без предварительной флотации и без постоянного дозирования соляной кислоты, с гидролитическим выводом железа в твёрдый остаток при pH 3,0–4,0. Исключение кислотного подкисления устраняет текущую статью затрат, сопоставимую с затратами на электроэнергию. Полученные данные о вещественном составе лежалого шлака, формах нахождения меди и параметрах процесса могут быть использованы в качестве исходных данных для проектирования опытно-промышленной установки.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: **1) высокое;** 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое. Диссертация изложена грамотным научным языком с корректным использованием терминологии металлургии и электрохимии, логично структурирована и оформлена в соответствии с установленными требованиями. Выводы по главам и заключение сформулированы конкретно, с количественными показателями; иллюстративный и табличный материал информативен.
11.	Замечания к диссертации	*1. В литературном обзоре наряду с гидрометаллургическими методами желательно было рассмотреть пирометаллургическую альтернативу – хлоридную продувку и хлоридовозгонку, развиваемые казахстанскими исследователями, в частности В.М. Шевко и Д.К. Айткуловым.* *2. В таблице 1.3 методы переработки шлаков сопоставлены по литературным данным; сравнение было бы нагляднее при включении в неё показателей, полученных автором (извлечение меди 70,0 %, переход железа около 1,0 %, удельный расход электроэнергии).* *3. Температура пульпы не рассматривалась как самостоятельный фактор: процесс вёлся без термостатирования при саморазогреве до 47–50 °C. Желательно пояснить, каким образом при оценке эффекта силы тока учитывалось влияние сопутствующего саморазогрева пульпы.* *4. В технико-экономической оценке, стадии извлечения меди из продуктивного раствора и оборота электролита приняты по известным решениям и в работе экспериментально не проверялись; их проверку следует предусмотреть на следующем этапе.*	

		5. По оформлению: в тексте и отдельных таблицах используются разные обозначения единиц концентрации (г/дм³ и г/л); в нескольких местах в обозначении градуса Цельсия буква «С» набрана кириллицей. Обозначения целесообразно унифицировать. Указанные замечания не снижают научной и практической ценности работы и носят рекомендательный характер.
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	По теме диссертации опубликованы 3 научные работы, в том числе 1 статья в журнале, индексируемом в базах данных Scopus (Q2) и Web of Science, и 2 статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК; получен патент Республики Казахстан на полезную модель. Докторант является первым автором всех статей. 1. Kurmangaliyev D., Abdulina S. Physicochemical characteristics of copper smelting slags from Kazakhstan and their potential for secondary resource recovery // Processes. – 2026. – Vol. 14, No. 1. – Art. 113. В статье приведены результаты комплексного исследования вещественного состава медеплавильных шлаков Казахстана, форм нахождения меди и оценки их ресурсного потенциала. Статья опубликована в международном рецензируемом журнале, имеет высокий научный уровень и составляет основу экспериментальной части диссертации. 2. Kurmangaliyev D.B., Abdulina S.A., Mamyachenkov S.V. Promising methods for hydrometallurgical processing of copper slag // Complex Use of Mineral Resources. – 2022. – № 4(323). – P. 46–50. В статье выполнен анализ перспективных гидрометаллургических методов переработки медных шлаков, обосновывающий выбор направления исследования. 3. Kurmangaliyev D.B., Abdulina S.A., Krykpaeva A.A., Mamyachenkov S.V. A method for extracting valuable components from copper smelter slag // Bulletin of D. Serikbayev EKTU. – 2023. – № 3. – P. 80–87. В статье изложен способ извлечения ценных компонентов из шлака медеплавильного производства, развитый в диссертации и защищённый патентом Республики Казахстан на полезную модель № 12292 «Способ переработки металлургических шлаков». Публикации соответствуют теме диссертации, отражают её основные результаты и имеют достаточный научный уровень.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Курмангалиева Д.Б. на тему «Исследование и разработка технологии извлечения ценных компонентов из металлургических шлаков методом электрохимического гидрохлорирования» является завершённым самостоятельным исследованием, выполнена в полном объёме, обладает научной новизной, актуальностью и практической значимостью и соответствует требованиям Правил присуждения степеней. Её автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – Металлургия.

Заключение

Диссертационная работа Курмангалиева Д.Б. «Исследование и разработка технологии извлечения ценных компонентов из металлургических шлаков методом электрохимического гидрохлорирования» выполнена в полном объёме и на должном научном уровне, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Считаю, что автор диссертации Курмангалиев Дамир Болатович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – Металлургия.

Официальный рецензент:

Доктор философии (PhD) по специальности 8D07204 «Металлургическая инженерия», старший научный сотрудник АО «Институт металлургии и обогащения» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева _____ **М.А. Дюсебекова**

Дюсебекова М.А.

05 11 26