

Письменный отзыв официального рецензента
на диссертационную работу Сидориной Елены Анатольевны
«Исследование и разработка технологии получения футеровки с высокими эксплуатационными свойствами для металлургических агрегатов», представленную на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07203 – «Металлургия»

№ 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 государственными 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) <u>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u>	Диссертационная работа соответствует: По приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции». По подприоритету: Новые материалы многоцелевого назначения на основе природного сырья и техногенных отходов.
2	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> / не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> / не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта. Применение углеродистых фторсодержащих отходов в металлургии и энергетике будет способствовать повышению конкурентоспособности продукции и производств, при максимально возможном сочетании интересов Республики Казахстан и конкретных предприятий, но может столкнуться с проблемой снижения стойкости

			футеровки тепловых агрегатов при воздействии фторсодержащих агентов. Анализ механизмов разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими корродиентами и разработка состава и технологии производства огнеупоров с повышенной стойкостью к фторсодержащим расплавам и газам позволит отечественной промышленности повысить эффективность производства.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности высокий. При выполнении диссертационной работы докторантом самостоятельно выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, о чем свидетельствуют авторские разработки, подтвержденные публикациями в научных изданиях различного уровня.
4	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	До настоящего времени алюмосиликатные огнеупоры с повышенной стойкостью к фторсодержащим корродиентам не разрабатывались, но накопленный практический опыт и проведенные теоретические и практические исследования позволили с новых позиций подойти к решению этой проблемы. Содержание работы полностью отражает тему диссертации. Установлена возможность комплексного использования сырья Республики Казахстан для получения обособленных алюмосиликатных огнеупоров с повышенной химической и термической стойкостью к фтор- и щелочесодержащим реагентам тепловых процессов. Цель работы – анализ механизмов разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими реагентами (шлаками, газами) и разработка состава и технологии производства алюмосиликатных огнеупоров, стойких к фторсодержащим реагентам. Для достижения поставленной цели намечалось решение следующих задач: - Проведение комплексных исследований механизмов и кинетики разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими корродиентами металлургического производства; - Исследование физико-химических и технологических свойств алюмосиликатного огнеупорного сырья Республики Казахстан; - Разработка состава и технологии производства алюмосиликатных

			огнеупоров повышенной плотности на основе минерального сырья Республики Казахстан, для тепловых агрегатов, перерабатывающих фторсодержащие углеродистые материалы; - Выпустить и испытать опытно-промышленную партию алумосиликатных огнеупоров, стойких к воздействию фторсодержащих корродиентов.
		4.4. Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <u>1) полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы в работе взаимосвязаны, что подтверждается последовательным изложением выполнения поставленных задач, взаимосвязью теоретических исследований и экспериментально полученных результатов.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <u>1) критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	На основе анализа современного состояния технологий производства изделий изучены алумосиликатные огнеупоры, применяемые при футеровки тепловых агрегатов при воздействии на них фторсодержащих корродиентов, а также составы и технология производства химически стойких алумосиликатных огнеупоров. Разработанная технология производства плотных алумосиликатных огнеупоров на основе алюмосиликатного сырья Республики Казахстан позволит изготавливать изделия с минимальной поверхностью взаимодействия с корродиентами, а также с максимально возможным выходом муллита для заданного содержания Al_2O_3 (марки изделия), что позволит обеспечивать повышенную коррозионную стойкость разработанных огнеупорных изделий. Разработаны составы и технология производства особоплотных алумосиликатных огнеупорных изделий, имеющих повышенную стойкость к фторсодержащим корродиентам, для использования в металлургических и энергетических тепловых агрегатах при использовании в качестве топлива фторсодержащих отходов алюминиевого производства.
5	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-	Диссертант предложила новый подход к созданию огнеупоров с повышенной плотностью за счет получения максимально плотной «керамической» структуры изделия путем получения тонкодисперсной смеси наполнителя и связующей матрицы, их максимально плотной

		75%) 3) не новые (новыми являются менее 25%)	упаковки при прессовании и полного спекания при обжиге. Особенности предлагаемой технологии заключается в технологии подготовки заполнителя – шамота и технологии изготовления самих изделий.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	На первом этапе работы исследовано влияние фтор- и щелочесодержащих корродиентов металлургического производства (шлаки, газовая атмосфера), образовавшихся в результате применения отходов алюминиевого производства, на эволюцию структуры и свойств алюмосиликатных огнеупоров. Установлено, что воздействие фтор- и щелочесодержащей газовой атмосферы печи в присутствии большого количества восстановителя (углерода) приводит к образованию сажи и углерода по реакции: $2CO \rightarrow CO_2 + C$ по всему объему футеровки и интенсивному химическому износу алюмосиликатного огнеупора с образованием большого количества железосодержащей стеклофазы. Для замедления процесса коррозии алюмосиликатного огнеупора в фтор- щелочесодержащих корродиентах, необходимо снижение удельной поверхности взаимодействия корродиентов с огнеупором (повышение плотности структуры) и повышение содержания в нем химически стойкого мullита.
		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%)	По разработанной технологии изготовлены образцы сверхплотных алюмосиликатных огнеупоров, с водопоглощением менее 1%, в которых пропитка шлаками и газами практически отсутствует, ввиду незначительной открытой пористости. Разрушение таких огнеупоров под действием корродиентов будет происходить только по механизму химической коррозии. Предлагаемые для производства огнеупорные алюмосиликатные изделия, технология получения которых основана на выводах и заключениях проведенных научных и технологических исследований соответствуют технологическому оборудованию на ТОО «Казогнеупор», г. Рудный. Вовлечение в промышленный оборот дешевых углеродистых отходов алюминиевого производства вместо природного угля или кокса позволяет снизить себестоимость металлургической, химической продукции или электроэнергии на 15-

			30% в зависимости от вида производства. Использование разработанных, более химически стойких огнеупоров, позволит дополнительно сэкономить на ремонтах и простоях тепловых агрегатов.
6	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> / не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо <u>достаточно хорошо обоснованы</u> (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы хорошо обоснованы с применением рентгенофазового анализа, оптической и электронной микроскопии, методов определения керамических и механических свойств (водопоглощение, открытая пористость, кажущая плотность, истинная плотность, предел прочности при сжатии).
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 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	1 - механизм разрушения алюмосиликатных огнеупоров под действием фтор- и щелочесодержащих корродиентов металлургического производства. 7.1 доказан; 7.2 нет; 7.3 да; 7.4 средний; 7.5 – Доказано в статьях «Поведение шамотной футеровки при плавке чугуна в коксогововой вагранке с использованием боя анодов электролизного производства. Часть 1 и 2». Новые огнеупоры. № 9, №11, Россия, 2021г. 2. - состав шихты и технология производства особо плотных алюмосиликатных огнеупоров из сырьевых материалов Республики Казахстан. 7.1 доказано; 7.2 нет; 7.3 да; 7.4 широкий; 7.5 Доказано в статье «Разработка технологии сверхплотных шлакоустойчивых алюмосиликатных огнеупоров» Международная Конференция «Огнеупорщиков и металлургов» Национальный Технологический университет МИСиС, Выпуск №5, г.Москва, 2022г.

			3. - исследование алюмосиликатных огнеупоров после эксплуатации в присутствии фторсодержащих отходов. 7.1 доказано; 7.2 нет; 7.3 да; 7.4 широкий; 7.5 Доказано в статье «Technology of production of aluminosilicate refractories for units processing fluorinated waste» Journal of Complex Use of Mineral Resources, Volume 4 (335), Almaty, 2025г. pp. 89-95 Методология исследований достаточно подробно описана и обоснована в диссертационной работе.
8	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) нет 8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным	В диссертационной работе использовались следующие методы: химический рентгенофлуорисцентный анализ, рентгенофазовый анализ, дифференциально – термический анализ с масс-спектроскопией отходящих газов, метод определения огнеупорности, метод определения температуры начала деформации под нагрузкой, оптическая и электронная микроскопия, методы определения керамических и механических свойств (водопоглощение, открытая пористость, кажущая плотность, истинная плотность, предел прочности при сжатии), метод определения остаточных изменений размеров при нагреве, метод определения спексаемости, метод определения пластичности глин, лазерный седиментационный метод определения гранулометрического состава, метод определения связующей способности глин и каолинов, метод определения чувствительности глин к сушке, метод определения шлакоустойчивости. Подтверждается согласованием теоретических и экспериментальных исследований для организации производства особоплотных алюмосиликатных огнеупорных изделий. Автором проведены лабораторные и опытно-промышленные испытания на ТОО «Maker

		исследованиям (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты показаны на основе педагогического эксперимента): <u>1) да;</u> 2) нет	(Мэйкер) в реальных условиях действующего производства.
		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, что отражено в каждом разделе диссертации.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточно</u> / не достаточно для литературного обзора	Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора (список использованных источников состоит из 83 наименований). Список включает актуальные источники информации, в том числе из международных баз цитирования.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	В работе на основе комплексных исследований механизмов и кинетики разрушения алюмосиликатных огнеупоров фторсодержащими корродиентами металлургического производства установлена особенность протекания физико-химических процессов (синтез муллита и инверсия кварца) при воздействии фторсодержащих агентов в интервале температур 430-1350 ⁰ С от минерального состава алюмосиликатного сырья при развитии синтеза совершенного по форме игольчатого муллита в алюмосиликатной матрице огнеупоров при пониженных температурах, обеспечивая кристаллизацию последнего при температурах от 900 ⁰ С.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	В работе указывается, что разработана технология получения плотных алюмосиликатных огнеупорных изделий с содержанием Al ₂ O ₃ от 35,2 до 72,49 мас. %, содержанием муллита от 18 до 82 мас. %, водопоглощением менее 1 % и пределом прочности при сжатии от 35 до 75 МПа. Разработанные огнеупорные изделия позволяют утилизировать углеродистые фтор- и щелочесодержащие техногенные отходы без потери стойкости футеровки тепловых агрегатов.
		9.3 Предложения для практики являются новыми?	Показано, что при получении плотной структуры огнеупора (водопоглощение менее 1 %), износ огнеупора происходит чисто

		1) полностью новые; 2) частичной новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	химической коррозии и повышение содержания Al_2O_3 более 45 мас. % не оказывает существенного влияния на повышение шлакоустойчивости алумосиликатного огнеупора. Установлено, что для фторсодержащего шлака растворяющая способность по отношению к группе алумосиликатных огнеупоров сильно снижается по мере увеличения в них содержания Al_2O_3 до 45 мас. %; при дальнейшем повышении содержания Al_2O_3 до 62 и 72 мас. % скорость снижения растворимости огнеупора уменьшается.
10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое	Материал диссертации изложен грамотно, с использованием необходимой терминологии, без каких-либо грубых ошибок. Оформление работы выполнено в соответствии с требованиями установленных стандартов. Однако, в работе имеются отдельные опечатки, орфографические и стилистические ошибки.
11	Замечания к диссертации	1. В п.2 научной новизны не указаны влияния количества фтора на стойкость алумосиликатного огнеупора. 2. Разработанная технология получения особоплотных огнеупоров не запатентована. 3. Результаты диссертационных исследований не внедрены в учебный процесс. Выявленные замечания не снижают высокой научной значимости работы и важности полученных результатов.	
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	Научный уровень статей докторанта можно оценить как высокий, так четыре статьи проиндексированы в базе Scopus, причем одна статья имеет процентиль выше 50. Журналы для публикации точно соответствуют направлению исследований и образовательной программе докторантуры и являются авторитетными рецензируемыми изданиями со строгим соблюдением норм академической этики. Структура каждой из статей докторанта соответствует принятой в научной среде, выводы и предположения подтверждены расчетами, графиками, таблицами данных, фотографиями микроструктурных исследований. Основные научные результаты диссертационной работы отражены в 10 публикациях: - 1 статья в журнале, входящих в базу Scopus («CIS Iron and Steel Review» (Russia) – процентиль 62; - 3 статьи в журнале, входящих в базу Scopus Refractories and Industrial Ceramics» (Russia) – процентиль 19; - 3 статьи в журналах рекомендованных КОКНВО МНВО РК: («Труды Университета, № 3(88) (Караганда, Казахстан), «КИМС», № 325 (2), № 335 (4) (Алматы, Казахстан); Результаты исследований также доложены на 3 международных конференциях: - 1 тезис доклада на конференции молодых ученых, Техноген 2021 «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований», (Екатеринбург, РФ); - 1 тезис доклада на научной конференции «Актуальные вызовы современной науки», (Переслав); - 1 тезис доклада на Международной конференции «Огнеупорщиков и металлургов», (Россия, Москва). Таким образом, можно считать, что требования	

	исследования).	КОКСНВО МНВО РК в части научных публикаций докторант выполнил.
13	Решение официального рецензента	Ходатайствовать перед Комитетом о присуждении докторанту Сидориной Елене Анатольевне степени доктора философии (PhD). Диссертационная работа Сидориной Елены Анатольевны на тему «Исследование и разработка технологии получения футеровки с высокими эксплуатационными свойствами для металлургических агрегатов», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07203 – «Металлургия», отвечает требованиям к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) МНВО РК, а её автор Сидорина Елена Анатольевна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).

Официальный рецензент:

**Кандидат технических наук,
профессор кафедры «Металлургия»
НАО «Торайгыров университет»**

Богомолов А.В.

