

Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу Утеевой Райсы Акылбеккызы на тему «Комплексная переработка фосфоритов с извлечением фосфора и получением ферросилиция, карбида кальция», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07160- «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	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)	Диссертация выполнена в рамках НИП по гранту AP14869066 «Разработка ресурсосберегающей безшлаковой технологии электротермической переработки фосфоритов» по программе прикладных исследований МОН РК «Научная и (или) научно-техническая деятельность на 2022-2025 годы», приоритету «Глубокая переработка сырья и продукции» (№ гос.регистрации 0122РК00424) и планами госбюджетных НИР ЮКУ им. М.Ауезова, в которых соискатель являлась исполнителем.

2	Важность для науки	Работа вносит /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Технологические решения по разработке комплексной электротермической переработке рядовых и высококремнистых фосфоритов месторождений Чулактау и Чилисай с получением востребованных товарных продуктов (карбида кальция, ферросилиция) вносят существенный вклад в науку в области ресурсосбережения и комплексной переработки минерального сырья РК. Важность и значимость нового вклада в науку полностью раскрыты в диссертационной работе и подтверждены публикациями в журналах, входящих в базу данных Scopus (процентилями 32-53), а также полученными патентами на изобретения и полезную модель РК.
3	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	При выполнении диссертационной работы соискатель в ходе проведения теоретических и экспериментальных исследований продемонстрировал высокий уровень самостоятельности, показав себя высококвалифицированным специалистом.
4	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обоснована. При производстве фосфора электротермической плавкой на 1 тонну основного продукта образуется 9-10 тонн шлака, около 0,8 т феррофосфора и 0,3 т

		пыли. Образование значительного количества отходов создает серьезные экологические проблемы из-за их недостаточно эффективного использования в различных отраслях промышленности. Комплексность использования сырья в данном случае достигает лишь около 50 %. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка новой безшлаковой технологии, позволяющей получать товарные продукты – карбид кальция и ферросплавы с одновременным извлечением фосфора в газовую фазу из нерудной части фосфоритов при электроплавке.
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы в полном объеме отражает тему диссертации: «Комплексная переработка фосфоритов с извлечением фосфора и получением ферросилиция, карбида кальция»
	4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Сформулированные соискателем цель и задачи исследования полностью соответствуют теме и содержанию диссертационной работы.

		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы и положения диссертаций логически взаимосвязаны, поскольку актуальность темы, постановка задачи и пути ее решения обоснованы современным состоянием проблемы переработки рядовых и бедных фосфоритов.
		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	Предложенные автором новые решения аргументированы и критически оценены в сравнении с известными методами переработки фосфоритов. В разделах диссертации, а также в материалах статей, опубликованных в сборниках международных конференций и научных журналах, включая издания, входящие в базу данных Scopus, представлен критический анализ существующих технологий и показана эффективность переработки фосфоритов с извлечением фосфора в газовую фазу и получением марочных продукций.
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, о чем свидетельствуют следующие данные: - термодинамическими исследованиями и моделированием рабочих систем впервые показана возможность одновременного образования CaC_2, FeSi с извлечением

		фосфора в газовую фазу в температурной области 500-2100°C при различных составах компонентов и давлениях; - установлено влияние температуры на распределение Ca, Si, P и Fe и на количественные соотношения образующихся соединений при получении карбида кальция, фосфора и ферросилиция из фосфоритов Чулактау и Чилисай; - показано, что реакционная способность SiO_2 по отношению к трикальцийфосфату изменяется в следующем ряду: $((\text{SiO}_g, \text{Si}) > \text{SiC} > \text{FeSi}_2 > \text{FeSi} > \text{Fe}_3\text{Si})$; - анализ влияние температуры и давления на равновесные параметры показал, что снижение давления в системе с 1 до 0,01 бар способствует увеличению степени извлечения кальция в карбид кальция, кремния в ферросплав с возгонкой фосфора в газовую фазу на 300°C. Математическим планированием эксперимента с использованием рототабельного метода второго порядка переработке фосфоритов Чулактау и Чилисай установлены оптимальные соотношения компонентов, обеспечивающего образование карбида
--	--	--

			кальция второго и третьего сорта, литражом 160-250 дм³/кг, ферросилиция марки FeSi25- FeSi50 и извлечением фосфора в газовую фазу 94-99%. Новизна научных результатов и положений подтверждается двумя патентами РК: 1 патент на изобретение и 1 патент на полезную модель
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы, приведенные в диссертационной работе, являются полностью новыми, поскольку опираются на результаты термодинамических исследований, математического планирования эксперимента и собственных экспериментальных данных с апробацией в укрупненно-лабораторном масштабе.
		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%)	Технические, технологические и экономические решения являются полностью новыми и научно обоснованными. Они отражают экологическую и экономическую эффективность безшлаковой переработки фосфоритов Чулактау и Чилисай с извлечением фосфора и получением востребованных товарных продуктов.
6	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки	Все основные выводы диссертации основаны на полученных теоретических и

		зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	экспериментальных доказательствах предлагаемой технологий.
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;	Соискатель выносит на защиту основные положения приведенные в диссертации. - Доказана возможность безшлаковой переработки фосфоритов с получением карбида кальция, силицидов железа и извлечением фосфора в исследуемой системе $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-C-Fe-SiO}_2$ при различных соотношениях компонентов. - Доказано, что соотношения компонентов количества восстановителя, железосодержащей добавки, температура, давления оказывают существенное влияние на равновесную степень распределения кальция, кремния, фосфора и железа. Полученные данные термодинамического моделирование рабочей системы в исследуемой области 500-2200°C показали равновесное распределение следующих соединений (CaSiO_3, MgSiO_3, Na_2SiO_3, $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, FeP_2, FeP, Fe_2P, Fe_3P, FeSi, Fe_5Si_3, FeSi_2, Fe_3Si, Si, Si(g), SiC, SiO(g), CaC_2, Ca(g), CaF_2, CaF, $\text{CaF}_2\text{(g)}$, CaF(g), $\text{P}_2\text{(g)}$, $\text{P}_4\text{(g)}$, CO).

		- Доказано, что реакционная способность продуктов при взаимодействии с $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ сопровождается образованием газообразного фосфора. При 1600°C реакционная способность углерода по отношению к $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ убывает в следующем порядке: $(\text{SiOg}, \text{Si}) > \text{SiC} > \text{FeSi}_2 > \text{FeSi} > \text{Fe}_3\text{Si}$. - Экспериментально доказана возможность электроплавки фосфоритов Чулактау и Чилисай и их смеси. При электроплавке фосфоритов Чилисай CaC_2 с объемом 148-152 $\text{дм}^3/\text{кг}$ и ферросилиций марки FeSi50 образуются в присутствии 50,8-56,5% кокса и 11,8-12,8% стальной стружки; а карбид кальция с литражом от 149 до 165 $\text{дм}^3/\text{кг}$ и марка FeSi45 выплавляется при 51,2-54,2% кокса и 12,5-18,4% стальной стружки; карбид кальция с литражом от 128 до 167 $\text{дм}^3/\text{кг}$ и низкокремнистый ферросилиций марки FeSi25 образуется при 53,4-58% кокса и 38,7-40% стальной стружки. - Доказано, что при электроплавке смеси фосфоритов Чулактау и Чилисай в соотношении 1:1, частичная замена фосфорита Чулактау на фосфорит Чилисай
--	--	---

			способствует увеличению содержания в смеси P_2O_5 с извлечением в газовую фазу до 99,4%, кремния в ферросплаве до 41,4-42,6%, что позволяет получить ферросилиций марки FeSi45.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет;	Все полученные результаты, доказывающие выносимые на защиту положения не тривиальны и отличаются оригинальным подходом к их получению
		7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет;	Все выносимые на защиту положения являются новыми
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий;	Выносимые на защиту положения имеют широкий уровень для применения
		7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно	Да, основные положения, выносимые на защиту доказаны и отражены в 20 научных публикациях, включая 2 патента РК (1 патент на изобретения и 1 патент на полезную модель), 1 монографию, 1 - публикацию в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК; 5 статьи в журналах, входящих в международную базу данных Scopus; 2 статьи в международных журналах, а также 11 публикаций в материалах международных

			научно-практических конференциях РК и за рубежом.
8	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Да, выбор методологии обоснован. Методология исследования подробно изложена в разделе 2 диссертации.
		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	Для достижения результатов исследований использовались программные комплексы HSC-10.0. При обработке экспериментальных данных применялись методы математического моделирования с использованием рототабельного плана второго порядка (план Бокса–Хантера). Для анализа исходных и конечных продуктов работы применялись современные физико-химические методы: атомно-абсорбционная спектроскопия на приборе AAS-1 (Германия); исследование с помощью растрового электронного микроскопа JSM-6490LV с системой энергодисперсионного микроанализа INSA Energy (Япония); дифференциально-термический и термогравиметрический анализ с использованием дериватографа Q-1500D с компьютерным контролем.

		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	Все полученные выводы и закономерности подтверждены экспериментальными исследованиями
		8.4 Важные утверждения подтверждены / частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные положения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора.	Используемые в диссертационной работе источники литературы (93 наименования) достаточны для литературного обзора
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет.	Да, диссертационная работа имеет теоретическое значение, поскольку подтверждается результатами термодинамических исследований о возможности одновременного протекания процессов образования карбида кальция, ферросилиция с максимальным извлечением фосфора.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и	Да, результаты укрупненно-лабораторных испытаний обладают практическим

		существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет.	значением и могут быть использованы на предприятиях фосфорной промышленности.
		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 полностью новыми и возможны к использованию как на предприятиях, так и для подготовки PhD докторов.
10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в работе высокое.

Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07160 – «Химическая технология неорганических веществ»

После рассмотрения работы имеются следующие вопросы:

1. В ваших исследованиях используются фосфориты Чулактауского и Чилисайкого месторождений. Обоснуйте с какой целью Вы используете фосфорит Чилисайского месторождения и в каких оптимальных соотношениях?
2. Для математического планирования эксперимента Вы используете рототабельной планирования второго порядка с критерием Фишера. Чем обоснован выбор этого метода?

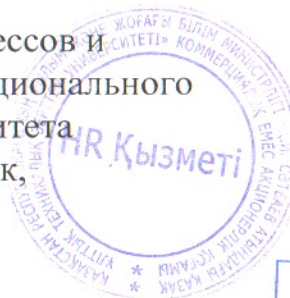
3. Обычно в традиционной технологии переработки фосфоритов при электроплавке образуется феррофосфор, в Вашей технологии наблюдается ли образование феррофосфора на ряду с ферросилицием?

.....

Заключение: Диссертационная работа Утевой Райсы Акылбеккызы на тему «Комплексная переработка фосфоритов с извлечением фосфора и получением ферросилиция, карбида кальция» выполнена в соответствии с требованиями КОКСНВО МНВО РК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07160 - «Химическая технология неорганических веществ».

Официальный рецензент

Заведующая кафедрой «Химических Процессов и
Промышленной Экологии» Казахского Национального
исследовательского технического университета
им. К. Сатпаева, кандидат технических наук,
ассоциированный профессор



Кубекова Ш.Н.

