

## ОТЗЫВ

### официального рецензента на диссертационную работу

Аубакирова Алмата Мукановича на тему «Исследование и разработка технологии коксования слабоспекающихся углей с получением восстановителей для производства феррохрома», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07201 – Metallurgia»

№ 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: <b><u>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);</u></b> 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 диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по направлению «Энергия, передовые материалы и транспорт». Диссертация выполнена в рамках проекта, финансируемого из государственного бюджета «Повышение эффективности использования угольных ресурсов Казахстана путем разработки технологии производства специального кокса из некондиционных углей для нужд ферросплавной промышленности» (ИРН АР25796225, договор №79ЖФ-25-27 от 27 февраля 2025 г.).

2.	Важность для науки	Работа <b>вносит</b> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <b>раскрыта</b> /не раскрыта.	Важность работы для прикладной науки заключается в разработке технологии, позволяющей перерабатывать некондиционные слабоспекающиеся угли марки Г (Жалын), путем его смешивания с неспекающимся углем марки Д (Шубарколь) с получением качественного восстановителя, что значительно расширяет сырьевую базу. Впервые установлена и апробирована технологическая граница применимости таких смесей, а именно: доля слабоспекающегося угля Жалын не должна снижаться ниже 75 % для сохранения необходимой структурной прочности $P_c > 70$ % и достижения оптимальных показателей удельного электросопротивления, реакционной способности и приемлемыми показателями содержания вредных веществ.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: <b>1) высокий;</b> 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Высокий уровень самостоятельности подтвержден не только выполнением лабораторных исследований, но и проведением крупно-

			лабораторной испытаний. Результаты работ отражены в 6 публикациях, из них две статьи в журналах, входящих в базу Scopus и Web of Science, три статьи в научных изданиях, рекомендуемых КОКСНВО МНВО РК, а также один патент на изобретение «Способ получения спецкокса».
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Актуальность работы определяется задачей более рационального использования угольных ресурсов Казахстана и обеспечением ферросплавной отрасли качественными углеродистыми восстановителями. Несмотря на наличие значительных запасов слабоспекающихся углей и угольных отсевов, их потенциал как сырья для производства углеродистых восстановителей используется недостаточно полно, тогда как потребность металлургии в эффективных восстановителях продолжает расти. Диссертационная работа направлена на поиск способов их переработки и вовлечения в металлургические процессы, что подчёркивает её практическую значимость.
		<b>1) обоснована;</b>	
		2) частично обоснована;	
		3) не обоснована.	

		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p><b>1) отражает;</b></p> <p>2) частично отражает;</p> <p>3) не отражает.</p>	<p>Содержание полностью отражает тему, охватывая все необходимые этапы от выбора сырья и лабораторных исследований свойств восстановителей до технико-экономического обоснования и крупно-лабораторной апробации выплавки феррохрома.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p><b>1) соответствуют;</b></p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют.</p>	<p>Поставленные в диссертационной работе цели и задачи полностью соответствует теме и решены в полном объеме.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p><b>1) полностью взаимосвязаны;</b></p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует.</p>	<p>Логическая структура работы полностью взаимосвязана. Каждый раздел является логическим продолжением предыдущего экспериментальных исследований и научных выводов, что подтверждает взаимосвязанность диссертационной работы в целом.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p><b>1) критический анализ есть;</b></p> <p>2) анализ частичный;</p>	<p>В диссертации, предложенные автором решения основаны на обзоре и критическом анализе существующих технологий и выработке решений на основе теоретических</p>

		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	закономерностей. Результаты обработаны методами математической статистики с получением математических моделей, обладающих высокими коэффициентами корреляции.
		4) анализ отсутствует.	
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и выносимые на защиту положения являются новыми: впервые разработана и обоснована технология получения композиционного спецкокса с оптимальным составом шихты, содержащим 75–85 % угля марки Г месторождения Жалын, обеспечивающим критически важный баланс свойств для ферросплавной металлургии: $P_c > 70 \%$ и $CRI > 70 \%$ . Экспериментально подтверждена способность спецкокса Ж-75 обеспечивать получение высокоуглеродистого феррохрома премиального качества с низким содержанием фосфора ( $P \leq 0,030 \%$ ). Установлено, что повышенная реакционная способность композита Ж-75 увеличивает степень извлечения хрома в
		<b>1) полностью новые;</b>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			сплав до 92,1 % и снижает содержание $\text{Cr}_2\text{O}_3$ в шлаке до 4,8 %.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы по результатам исследований являются полностью новыми
		<b>1) полностью новые;</b>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Новизна подтверждена патентом на изобретение. Предлагаемое решение является экономически обоснованным: рассчитанная полная производственная себестоимость композита Ж-75 составляет 55,895 тг, что обеспечивает рентабельность со сроком окупаемости в 1,75 года.
		<b>1) полностью новые;</b>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <b>основаны</b> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Обоснованность выводов подтверждается актами крупно-лабораторных испытаний, проведенных в ХМИ им. Ж. Абишева на рудно-термической печи мощностью 80 кВА. Сравнительный анализ плавок с использованием Ж-100, Ж-85 и Ж-75 показал прямую корреляцию между свойствами восстановителя и технологическими показателями.

7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	7.1 Положения и результаты исследований, выносимые на защиту полностью доказаны; 7.2 Тривиальность отсутствует, т.к. выносимые на защиту положения являются новыми; 7.3 Положения, выносимые на защиту, являются новыми, подтвержденными в публикациях, входящих в базу Scopus и Web of Science, а также в публикациях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК; 7.4 Разработанные в диссертационной работе научные положения обладают широким уровнем применимости, поскольку технология получения спецкокса не ограничивает использование только слабоспекающихся углей месторождения Жалын и может быть адаптирована к другим углям ранней стадии метаморфизма. Полученный композиционный специальный кокс представляет практический интерес для электротермического производства феррохрома в
		7.1 Доказано ли положение?	
		<b>1) доказано;</b>	
		2) скорее доказано;	
		3) скорее не доказано;	
		4) не доказано;	
		5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	
		7.2 Является ли тривиальным?	
		1) да;	
		<b>2) нет;</b>	
		3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым?	
		<b>1) да;</b>	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения:	
		1) узкий;	
2) средний;			
<b>3) широкий;</b>			
4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.			
7.5 Доказано ли в статье?			
<b>1) да;</b>			
2) нет;			

		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	качестве высокоэффективного восстановителя, а также может применяться при выплавке других хромсодержащих ферросплавов и в процессах, требующих материалов с повышенным электросопротивлением и реакционной способностью. 7.5 Все научные положения, представленные в работе, подтверждаются публикациями в высокорейтинговых журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science, а также в журналах, рекомендованных КОКШВО МНВО РК.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Методы исследований (химический, технический, ДТА, РЭМ, определение УЭС, CRI/CSR) соответствуют международным и межгосударственным стандартам ГОСТ.  Использовано современное аккредитованное оборудование и программные комплексы, такие как HSC Chemistry для термодинамического моделирования, что обеспечивает высокую точность
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) да;	
		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) да;	
	2) нет.		

			и воспроизводимость результатов
	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):		Теоретический расчет шихты и экспериментальные плавки показали высокую степень сходимости по материальному балансу. Было подтверждено, что использование Ж-75 приводит к снижению расхода восстановителя на 4,8 % (с 480,8 до 476,2 кг/т) и экономии кварцита по сравнению с Ж-100.
	<u>1) да;</u>		
	2) нет.		
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.		Использованный список литературы включает актуальные отечественные и зарубежные издания, в том числе статьи, входящие в международные высокорейтинговые журналы.
	8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора.		Количество и качество источников достаточны для всестороннего обзора по исследуемому направлению.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Теоретическое значение состоит в уточнении механизмов влияния неспекающихся компонентов на микроструктуру свойства спецкокса
	<u>1) да;</u>		
	2) нет.		

		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p><b>1) да;</b></p> <p>2) нет.</p>	<p>Диссертация имеет практическое значение. Разработанная технология позволяет:</p> <p>1) снизить импортозависимость Казахстана по коксу;</p> <p>2) гарантировать получение высокоуглеродистого феррохрома премиального качества с требуемыми свойствами;</p> <p>3) обеспечить высокую рентабельность производства за счет низкой себестоимости спецкокса (55,895 тг/т).</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми:</p> <p><b>1) полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Предложения для практики, выдвинутые в диссертационном исследовании, являются новыми: всестороннее анализ углей месторождения «Жалын», а также исследование свойств полученного спецкокса позволит снизить потребление дорогостоящего импортного кокса.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p><b>1) высокое;</b></p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Диссертационная работа написана на высоком научном уровне, с соблюдением требований академического письма.</p>

11.	Замечания к диссертации	<p>Оценивая научный уровень и практическую значимость представленной работы, необходимо отметить ряд моментов, требующих дополнительного пояснения или являющихся дискуссионными:</p> <p>1) Композиционный спецкокс Ж-75 обладает высокой пористостью, что обуславливает его высокую CRI. В то же время, такая структура может приводить к повышенной гигроскопичности и водопоглощению. Для обеспечения стабильности тепловых и электрических режимов рудно-термической печи в промышленных условиях необходимо, чтобы диссертация включала подробные операционные рекомендации по контролю влажности спецкокса в цепи поставок (хранение, транспортировка) или, при необходимости, протоколы финальной сушки перед загрузкой в печь;</p> <p>2) В работе детально и всесторонне исследовано поведение фосфора как ключевой лимитирующей примеси. Однако поведение серы в процессе совместного пиролиза углей разной степени метаморфизма освещено с меньшей степенью детализации. В Таблице 3.3 приводятся данные о незначительном повышении содержания серы в коксе (0,472%) по сравнению с исходным углем Жалын (0,451%), однако механизм перераспределения форм серы (органической, пиритной, сульфатной) в процессе коксования шихты раскрыт не полностью. Учитывая жесткие требования к сере в высококачественных сталях, более глубокий анализ десульфурации усилил бы работу;</p> <p>3) В тексте диссертации встречаются отдельные стилистические неточности и опечатки, которые, впрочем, не искажают научного смысла и не влияют на общее положительное восприятие работы.</p> <p>Указанные замечания носят преимущественно рекомендательный характер, направлены на дальнейшее развитие темы исследования и не снижают общей оценки диссертационной работы.</p>
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)	<p>Соискатель имеет высокий уровень научных статей. В журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus опубликовано 2 статьи. Кроме того, в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, опубликованы 3 статьи, рекомендованные для публикации результатов научной деятельности, получен патент на изобретение.</p>
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	<p>Диссертационная работа Аубакирова Алмата Мукановича является завершенным научно-исследовательским трудом, обладающим высокой теоретической новизной и практической значимостью для металлургической отрасли. Доказанная экономическая эффективность и успешная крупно-</p>

