

**РЕЦЕНЗИЯ**  
на диссертационную работу  
**Воробкало Нины Руслановны**

на тему «**Исследование и разработка технологии выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава**»,  
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 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>	<p>Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан НТП: «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции». Специализированное научное направление: Новые материалы многоцелевого назначения на основе природного сырья и техногенных отходов.</p> <p>Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования молодых ученых по научным и (или) научно-техническим проектам на 2021-2023 годы финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИРН АР09058310, № ГР 0121РК00348) на тему «Исследование и разработка технологии выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава» (договор № 87-КМУ 2 от 02.03.2021 г.). Воробкало Н.Р. – ответственный исполнитель.</p>

2.	Важность для науки	Работа <b>вносит</b> / не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <b>хорошо раскрыта</b> / не раскрыта	Работа Воробкало Н.Р. является квалификационным научным исследованием, результаты которого вносят существенный вклад в отечественное ферросплавное производство. Впервые в металлургической практике был получен комплексный титансодержащий ферросплав, не производимый в Казахстане, карботермическим бесплаковым способом, с использованием высокозольных углей в качестве восстановителя.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <b>Высокий;</b> 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Высокий уровень самостоятельности и авторской значимости исследования подтверждается выполнением самостоятельных термодинамических расчетов балансовым методом, а также при помощи программных комплексов, активным участием в укрупненно-лабораторных испытаниях, в международных конференциях в качестве докладчика, а также публикациями в отечественных и зарубежных рецензируемых журналах. Автор внесла большой вклад в теоретические и экспериментальные работы для получения результатов, которые представляют научную новизну и практическую ценность работы в целом. Считаю, что уровень самостоятельности автора можно оценивать как высокий.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <b>Обоснована;</b> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Диссертация направлена на решение актуальной задачи, так как на сегодняшний день качество Казахстанских ильменитовых концентратов ограничивает применение традиционных технологий получения ферросплавов с титаном на территории Республики Казахстан. В связи с чем есть необходимость в разработке эффективной и ресурсосберегающей технологии получения титансодержащих ферросплавов с вовлечением некондиционных ильменитовых концентратов.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации. В результате автором предложена

		<p>1) <b>Отражает;</b>  2) Частично отражает;  3) Не отражает</p>	<p>ресурсосберегающая технология получения нового комплексного титансодержащего ферросплава. Где предлагается из некондиционных ильменитовых концентратов получать промежуточный продукт – богатый титановый шлак, который станет основным сырьем для производства комплексного ферросплава с титаном. В качестве восстановителя при производстве комплексного сплава используются высокозольные угли отечественных месторождений.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:  1) <b>соответствуют;</b>  2) частично соответствуют;  3) не соответствуют</p>	<p>Цель и задачи, поставленные в данной диссертации, прямо соответствуют ее теме. Автор ясно формулирует цель и четко определяет задачи исследования, которые направлены на разработку технологии выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава карботермическим бесшлаковым способом.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:  1) <b>полностью взаимосвязаны;</b>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Из содержания оглавления, выводов и заключения ясно видно, что все разделы и положения диссертации тесно связаны между собой и логически последовательно развиваются. Автор умело устанавливает логические связи и переходы между разделами, предоставляя полную информацию по рассматриваемой проблематике.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:  1) <b>критический анализ есть;</b>  2) анализ частичный;  3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты другихавторов</p>	<p>Предложенные автором новые решения являются результатом критического анализа и сравнительной оценки с известными решениями в области производства ферросплавов с титаном (низко- и высокопроцентных марок ферротитана). Автор детально аргументирует значимость и необходимость разработанных методов, опираясь на факты, собранные данные и предшествующие научные исследования. В процессе сравнительного анализа существующих методов автор выделяет их преимущества и недостатки, что позволяет обоснованно оценить новые предложения и их потенциальное применение.</p>

5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <b><u>полностью новые;</u></b>  2) <b>частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) <b>не новые (новыми являются менее 25%)</b></p>	<p>Все научные результаты и положения, представленные в данной диссертации, являются полностью новыми и оригинальными. Это подтверждается наличием патента на изобретение, публикациями в высокорейтинговых журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science, а также в журналах, рекомендованных КОКНВО МНВО РК и презентациями на международных конференциях. Кроме того, на разработанный сплав получены технические условия (стандарт организации), а на технологию его выплавки разработан технологический регламент.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <b><u>полностью новые;</u></b>  2) <b>частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) <b>не новые (новыми являются менее 25%)</b></p>	<p>В результате исследований в рамках диссертационной работы автором получено 13 выводов, которые являются полностью новыми и основываются на обширных исследованиях и анализе данных. Автор провел исследование исходного сырья (ильменитовые концентраты и высокозольного угля) и продуктов плавки (богатый титановый шлак и новый комплексный титансодержащий ферросплав), спрогнозировал конечный фазовый состав разрабатываемого сплава, провел термодинамический анализ процесса, рассчитал оптимальное соотношение <math>SiO_2/C_{тв}</math> в составе шихты, предотвращающее образование карбидов титана, в результате укрупненно-лабораторных испытаний при участие автора была получена опытная партия нового комплексного титансодержащего ферросплава.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <b><u>полностью новые;</u></b>  2) <b>частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) <b>не новые (новыми являются менее 25%)</b></p>	<p>В диссертации автор представил полностью новые и обоснованные технические, технологические решения. Автор предложил инновационные подходы и методы, основанные на глубоком анализе существующих проблем и актуальных вызовов в соответствующих областях. Решения автора базируются на теоретических основах переработки отходов и подкреплены результатами практических</p>

			экспериментов и исследований, что подтверждает их новизну и обоснованность.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомах с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы	Все основные выводы, представленные в данной диссертации, являются научно обоснованными. Автор осуществил тщательный анализ собранных данных, исследования и провел эксперименты, чтобы подтвердить свои утверждения. Кроме того, он применил признанные методологические подходы и опирался на широкий спектр актуальной литературы, что доказывает надежность и достоверность его выводов.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано;</u></p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да;</u></p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да;</u></p> <p>2) нет</p>	<p>7.1 Основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту, полностью доказаны. Автор обосновал выдвигаемые положения, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- результаты изучения физико-химических свойств ильменитовых концентратов Шокашского и Обуховского месторождения;</li> <li>- результаты термодинамически-диаграммного анализа системы Ti-Fe-Al-Si;</li> <li>- результаты полного термодинамического моделирования процесса выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава;</li> <li>- результаты, полученные в ходе проведения испытаний по выплавке богатого титанового шлака и нового комплексного титансодержащего ферросплава;</li> <li>- результаты изучения физико-химических свойств нового комплексного титансодержащего ферросплава.</li> </ul> <p>Каждое положение подтверждено достаточными и весомами доказательствами, включая результаты экспериментов, анализ данных и проведенные исследования, что гарантирует их надежность и обоснованность.</p> <p>7.2 Во всех научных положениях, представленных в</p>

			<p>диссертации, отсутствуют элементы тривиальности.</p> <p>7.3 Все представленные положения являются новыми в научной области. Автор демонстрирует оригинальность и инновационность своих исследований, предлагая технологию выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава. Она основывает свои выводы на собственных экспериментальных данных и критически анализирует их сравнительно с известными решениями, подтверждая их новизну и оригинальность.</p> <p>7.4 Уровень для применения научных положений можно оценить, как широкий. Этот факт можно аргументировать тем, что полученный в результате испытаний новый титансодержащий ферросплав, можно использовать как комплексный раскислитель стали, в производстве сварочных электродов и проволоки, а также в роли комплексного восстановителя для производства высокопроцентных марок ферротитана.</p> <p>7.5 Все положения доказаны в статьях в высокорейтинговых журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science, в журналах, входящих в перечень рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, а также докладами на международных конференциях.</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да;</u> 2) нет</p>	<p>Автор диссертации обосновывает выбор использованной методологии и подробно описывает ее основные принципы и этапы. Он предоставляет аргументы и научные обоснования для выбора конкретных методов и подходов, демонстрируя их применимость и релевантность к поставленным целям и задачам исследования. Кроме того, автор представляет достаточно детальное описание методологии, включая инструменты, процедуры, схемы и алгоритмы, чтобы обеспечить полное</p>

		понимание читателя и возможность повторения исследования другими специалистами в данной области.
	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Результаты диссертационной работы были получены с использованием современных методов научных исследований, а также с применением современных методик обработки и интерпретации данных с использованием компьютерных технологий. В процессе исследования использована программа для термодинамического моделирования «HSC Chemistry» (версия 9), а также для аналитических исследований были использованы оборудования с компьютерным обеспечением: Аппарат рентгеновский для спектрального анализа «Спектроскан МАКС-GVM», рентгенофазовый анализ на рентгеновском дифрактометре «Empyrean Malvern Panalytical» и Shimadzu XRD-7000, сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 40 и энергодисперсионный спектрометр INCA X-Act Oxford Instruments.</p>
	<p>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):</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Теоретические выводы подтверждены экспериментальными испытаниями. Автором проведены укрупненно-лабораторные испытания, моделирующие промышленные условия, на что имеется соответствующие акты испытаний. На разработанный сплав получены технические условия (стандарт организации), а на технологию его выплавки разработан технологический регламент. На шихту для выплавки получен патент на изобретение.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения, представленные в диссертации, подтверждены ссылками на актуальную научную литературу. В ходе работы автор опирается на результаты предыдущих исследований и научные публикации, которые подтверждают и поддерживают его теоретические и экспериментальные выводы.</p>
	8.5 Использованные источники литературы	В диссертации представлен обширный литературный

		<u>достаточно</u> /не достаточно для литературного обзора	обзор, основанный на использовании 194 источников литературы, включающих как классические работы, так и современные научные публикации. Источники литературы были тщательно подобраны и охватывают широкий спектр релевантных и актуальных исследований, обеспечивая полноту и надежность информационной базы для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Данная диссертация обладает высоким теоретическим значением, так как основные теоретические выводы и модели, представленные в ней, являются новыми и оригинальными. Автор критически анализирует существующие теоретические подходы и на их основе разрабатывает новые концепции, расширяя существующие знания и предлагая новые теоретические решения, которые могут применяться в реальной практике.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет практическое значение, так как ее результаты и выводы могут быть применены на практике. Технология, разработанная в рамках диссертации, была успешно протестирована в Химико-металлургическом институте им. Ж.Абишева. Результаты диссертации в виде учебного пособия внедрены в учебный процесс НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», а также в производственный процесс ТОО «НПО «Марганец».
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В данной диссертации представлены комплекс технических решений для практики, которые основаны на оригинальных исследованиях и обладают высоким потенциалом применения. Результатом чего является -технология выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава. Полученный в результате испытаний новый титансодержащий ферросплав, можно использовать как комплексный раскислитель стали, в производстве сварочных электродов и проволоки, а также в роли комплексного



			восстановителя для производства высокопроцентных марок ферротитана.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <b>высокое;</b> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в диссертации является высоким. Автор достоверно и четко излагает свои исследования, использует специальные термины и техническую терминологию, а также представляет аргументированные выводы на основе анализа полученных данных и обзора научной литературы.

### Заключение

Диссертационная работа, представленная Воробкало Ниной Руслановной на тему: «Исследование и разработка технологии выплавки нового комплексного титаносодержащего ферросплава», является успешно законченной научной работой, где продемонстрирована высокий уровень научности и решение актуальной прикладной задачи. В ней представлены достаточно обоснованные результаты, которые согласуются с действующими нормативными требованиями и обладают внутренней целостностью.

Я считаю, что рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям Комитета по контролю качества в сфере образования и науки РК, установленным для диссертаций на соискание степени доктора философии (PhD), а её автор Воробкало Нина Руслановна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07203 – «Металлургия».

### Рецензент

к.т.н., ассоциированный профессор,  
 доцент кафедры «Металлургия и горное дело»  
 Актыбинского регионального университета им. К.Жубанова

