

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 AP09058310, № ГР 0121PK00348) 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 вносит / не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта / не раскрыта	<p>Диссертационная работа Воробкало Н.Р. посвящена решению одной из актуальных проблем современной науки, а именно вовлечение в металлургический передел некондиционного сырья с получением новой конкурентноспособной продукции. По причине непригодности отечественных сырьевых материалов, а также сложности технологического процесса на территории нашей Республики не производятся ферросплавы с титаном. Автором разработана эффективная технология выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава с использованием некондиционных ильменитовых концентратов отечественных месторождений и высокозольных углей в качестве восстановителя. Успешная реализация разрабатываемой технологии в условиях реальных производств позволит решить целый ряд проблем горно-металлургического комплекса. Во-первых, повышение уровня импортозамещения за счет использования отечественных ильменитовых концентратов и получения из них конкурентноспособной на мировом рынке продукции (богатый титановый шлак, новый комплексный титансодержащий ферросплав). Во-вторых, расширение сортамента выпускаемой на территории РК титансодержащей продукции и изделий из нее. В-третьих, улучшение свойств стальных изделий за счет комплексного легирования при использовании алюмосиликотитана.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет</p>	<p>Важно подчеркнуть высокий уровень самостоятельности, продемонстрированный автором в диссертационной работе. Соискателем представлен широкий ряд исследований как теоретического, так и практического характера:</p>

			<p>- осуществлен анализ технологий производства и минерально-сырьевой базы для получения нового комплексного титансодержащего ферросплава;</p> <p>- методом термодинамически-диаграммного анализа на основе системы Ti-Fe-Al-Si был спрогнозирован конечный фазовый состав сплава;</p> <p>- методом полного термодинамического анализа на программном комплексе HSC Chemistry было осуществлено моделирование процесса выплавки разрабатываемого сплава для определения и уточнения температурного интервала металлообразования и особенностей восстановительных процессов;</p> <p>- проведены испытания по выплавке нового комплексного титансодержащего ферросплава в укрупненно-лабораторных, моделирующих промышленных условиях;</p> <p>- изучены физико-химические характеристики полученного в результате испытаний сплава.</p> <p>На основании полученных в результате исследования данных, автором был разработан технологический регламент на выплавку нового комплексного титансодержащего ферросплава, получены технические условия (стандарт организации) и патент на изобретение РК. Также лично автором были подготовлены и опубликованы публикации в отечественных журналах, в журналах ближнего и дальнего зарубежья.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	<p>Актуальность настоящей работы, в первую очередь связана с отсутствием промышленных предприятий по производству ферросплавов с титаном (например, низко- и высокопроцентные марки ферротитана, ферросиликотитана и др.). Предприятия, нуждающиеся в эффективных раскислителях при выпуске низко- и</p>

			<p>среднелегированных марок сталей вынуждены использовать альтернативные виды ферросплавов, не позволяющие в полной мере придавать специфические свойства сталям, поэтому сортамент высокопрочных сталей сокращен до минимума или вообще отсутствует. Качество Казахских ильменитовых концентратов по содержанию диоксида титана и примесям не позволяет напрямую из них производить ферросплавы с титаном, поэтому автором предлагается предварительно получать из них промежуточный продукт – богатый титановый шлак. В процессе его получения нежелательные примеси будут переведены в попутный металл, а сам богатый титановый шлак станет сырьевым материалом для выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава. В качестве восстановителя при выплавке сплава используются высокозольные угли, которые малоприменимы в энергетических целях. В этой связи актуальность данной диссертационной работы не подлежит сомнению.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации ясно и полно отражает тему исследования. Каждая глава диссертации и выводы к ним обоснованы и характеризуют логическую связь между разделами.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>Наблюдается полное соответствие целей и задач в представленной диссертационной работе. Решение поставленных задач отражено в соответствующих разделах диссертационной работы, а также в материалах, приведенных в приложениях.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная;</p>	<p>Все разделы и положения в диссертационной работе взаимосвязаны и изложены в логической последовательности. Структура диссертационной работы включает в себя введение, 4 глав,</p>

		3) взаимосвязь отсутствует	заключение, список использованных источников и приложения. Главы тесно связаны друг с другом, все выводы последовательно вытекают из полученных практических данных и анализа литературных источников.
		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 другихавторов	Автором проведен глубокий критический анализ состояния, технологического уровня и минерально-сырьевой базы производства титансодержащих сплавов. Предложенные автором новые решения (принципы и методы) аргументированы и на практике доказаны. Была проведена оценка по сравнению с известными технологиями выплавки ферросплавов с титаном, автор четко выразил новые решения проблематики в данной области. Критический анализ представлен диссертантом в полном объеме.
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 являются полностью новыми, что подтверждается патентом на изобретение РК № KZ36232 от 26.05.2023 г. «Шихта для получения комплексного титансодержащего ферросплава».
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы, сделанные в диссертации, представляют собой оригинальные и новые результаты разработки технологии выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческиерешения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические решения являются новыми и обоснованными, что подтверждается публикациями в рейтинговых зарубежных и отечественных журналах, выступлениями на международных конференциях, полученными актами испытаний, технологическим регламентом, техническими условиями (стандарт организации), патентом на изобретение РК.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative	В работе осуществляется систематический анализ исследовательской информации, применяются соответствующие методы и подходы для сбора и

		research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	анализа данных, а также проявляется логическое и критическое мышление при формулировке выводов. Все основные выводы, представленные в диссертации, обоснованы и основаны на весомых доказательствах, что подтверждает научную надежность и достоверность исследования.
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> 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да;</u> 2) нет</p>	<p>7.1 Основные положения, выносимые на защиту доказаны путём проведения теоретических и экспериментальных исследований.</p> <p>7.2 Тривиальность отсутствует, так как все выносимые положения новые.</p> <p>7.3 Все положения, выносимые на защиту диссертации, являются новыми, что подтверждается публикациями в высокорейтинговых журналах, входящим в базу SCOPUS, в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, докладами на международных конференциях.</p> <p>7.4 Уровень применимости научных положений, представленных в данной диссертации, можно охарактеризовать как широкий, так как не ограничивает использование только рассмотренных в работе ильменитовых концентратов месторождений Шокаш и Обуховское. Полученный в результате новый комплексный титансодержащий ферросплав имеет несколько направлений применений – комплексный раскислитель стали, восстановитель при выплавке высокопроцентных марок ферротитан, а также может применяться при производстве сварочных электродов.</p> <p>7.5 Все научные положения, представленные в диссертации, получили подтверждение и доказательство их достоверности через публикации в высокорейтинговом журнале, входящим в базу SCOPUS, а также в журналах,</p>

			рекомендованных КОКСНВО МНВО РК. Кроме того, результаты исследования были представлены и обсуждены на международных конференциях.
8.	Принцип достоверности источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Выбранная автором методология обоснована и достаточно подробно описана в работе.
		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	В настоящей диссертационной работе использовались методы исследования, широко апробированные и показавшие свою преимущество в прикладных физико-химических исследованиях сложных металлургических процессов: дифференциально-термический анализ, химический анализ, рентгенофазовый анализ, определение удельного электросопротивления, термодинамическое моделирование на программном комплексе, термодинамически-диаграммный анализ, выплавка в руднотермических печах, металлографический анализ, пикнометрический метод определения плотности, определение температуры кристаллизации. 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.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и	Теоретические выводы подтверждены экспериментальными исследованиями. Автором

		<p>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>проведены укрупненно-лабораторные испытания приближенным к промышленным условиям. Получена опытная партия нового комплексного титансодержащего ферросплава, что подтверждается актами испытания.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/неподтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Все значимые утверждения в диссертации подтверждаются ссылками на актуальную научную литературу. Проведенный ретроспективный анализ научной литературы охватывает известные публикации последних десятилетий.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Список использованных источников содержит 194 наименования, что является достаточным для осуществления литературного обзора в рамках диссертационного исследования.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>В диссертационной работе имеются теоретические значимые аспекты выраженные в проведенном термодинамическом моделировании процесса выплавки нового комплексного титансодержащего ферросплава на программном комплексе «HSC Chemistry». При моделировании изучен характер процесса карбидообразования и определено оптимальное соотношение диоксида кремния к твердому углероду в составе шихтовой смеси, что предотвращает образование карбидов титана.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>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». Практическая ценность также</p>

			отражается в разработанной документации – технологический регламент, технические условия (стандарт организации) и в патенте на изобретение РК.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В рамках диссертационной работы предложена технология получения нового комплексного титансодержащего ферросплава, который может заменить механическую смесь для комплексного легирования и раскисления стали, состоящую из ферросилиция марки ФС45, вторичного алюминия и ферротитана марки ФТи25.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Работа изложена грамотным академическим языком, легко читается, основные понятия и положения представлены в полном объеме.

Заключение

Считаю, что рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) МНВО РК, а её автор Воробкало Нина Руслановна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07203 – «Металлургия».

Рецензент

к.т.н., заведующий кафедрой «Металлургия»,
ассоциированный профессор (доцент)
НАО «Торайгыров университет»



(Handwritten signature in blue ink)

Жунусов А.К.

«Торайгыров университеті» коммерциялық емес заңдыкертік құрылымының
қолын растаймын
подпись Жунусов А.К. заверяю
HR-қызметі Ж