

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Аубакирова Дастана Рахметоллаевича
 «Разработка и исследование технологии производства износостойких чугуновых отливок с использованием модификаторов»,
 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	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)	1.1. Диссертационная работа по объекту исследования, поставленной цели и решенным задачам соответствует направлениям развития науки и государственным программам: - НТП Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции (2018-2020 г.г.). По приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции». По подприоритету: Новые материалы многоцелевого назначения на основе природного сырья и технологических отходов. 1) Диссертация выполнена в рамках проекта программно-целевого финансирования: по теме «Создание, разработка и внедрение технологий производства и обработки износостойких материалов нового поколения для получения деталей металлургических агрегатов» (ПЦФ 2018-2020 годы, по договору с МОН РК №217 от 20.03.2018, исполнитель).
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> / не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> / не раскрыта	2. Экспериментальные и теоретические данные, полученные в результате научно-исследовательской деятельности диссертанта вносят существенный вклад в науку и направлены на решение проблем в повышении эксплуатационных свойств износостойких отливок из низколегированного чугуна (мельющие шары, футеровки и брони дробилок и мельниц, детали грунтовых и шламовых насосов и др.), что достигается

	<p>достаточно экономным и при этом эффективным методом модифицирования комплексным модификатором, содержащим одновременно бор и барий, без использования дорогих и многостадийных процессов воздействия на первичную структуру сплава. В диссертации хорошо раскрыто влияние бор- и барийсодержащих ферросплавов на структуру и износостойкие свойства низкохромистого чугуна. Результаты лабораторных исследований подкреплены данными промышленными испытаниями.</p> <p>Диссертант в результате проведенных работ разработал технологию внутриформенного модифицирования чугуна новой комплексной борбариевой добавкой применительно к литью по газифицируемым моделям. При этом мировых аналогов по использованию подобных ферросплавов для внепечной обработки чугуна и стали неизвестно.</p> <p>Таким образом, результаты этих исследований и разработок в совокупности являются достижением в области теории и технологии металлургических процессов, в частности, процессов литейного производства.</p>
<p>3. Принцип самостоятельности</p>	<p>3. Автор участвовал в определении цели работы и постановке задач исследования, а также в написании статей и тезисов докладов.</p> <p>Лично автором получена основная часть научных и практических результатов данной работы, определяющая как научную новизну, так и практическую ценность работы в целом. Диссертантом представлена самостоятельно подготовленная квалификационная работа, содержащая совокупность следующих научных результатов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнен полный термодинамический анализ процесса выплавки и внепечной обработки чугуна предлагаемыми добавками для определения особенностей влияния легирующих и модифицирующих элементов на фазовый состав и свойства; - проведены лабораторно-экспериментальные исследования по выплавке и внутриформенному модифицированию чугуна бор- и барийсодержащими ферродобавками; - определены зависимости эксплуатационных характеристик
	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет

		<p>чугуна (твёрдости, износостойкости и ударостойкости) от степени легирования хромом и количества вводимых модифицирующих добавок;</p> <p>- экспериментально доказана возможность повышения износостойких свойств чугуновых отливок путём обработки бор-барийсодержащими добавками, наработка опытная партия отливок мелющих шаров, которая испытана в промышленных условиях, что подтверждается соответствующими актами.</p> <p>Кроме этого, весь комплекс прикладных работ по отработке и освоению технологических процессов выплавки и модифицирования низкохромистого чугуна бор- и барийсодержащими ферросплавами выполнялся в рамках научного проекта программно-целевого финансирования, где автор являлся исполнителем.</p> <p>Содержание работы в целом свидетельствует о высокой квалификации автора исследований и высоком уровне самостоятельности.</p>
<p>4. Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Отражает</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 	<p>4.1) Актуальность работы определяется в объективно назревшей необходимости обеспечения нужд отечественной горно-металлургической промышленности качественной металлопродукцией из казахстанского сырья. Технопарк оборудования многих горнодобывающих и обрабатывающих предприятий, для обеспечения бесперебойной работы производства, нуждается в модернизации и постоянном техническом обслуживании по замене изнашивающихся деталей и сменных запасных частей.</p> <p>4.2 1) Содержание диссертации отражает и полностью раскрывает заявленную тему. Полученные диссертантом научные и практические результаты работы обладают внутренним единством и направленностью их на достижение поставленной цели и решение сформулированных задач благодаря, имеющейся взаимосвязи между результатами теоретических, экспериментальных исследований и промышленных испытаний, подкреплённых прилагаемыми к работе актами опытно-промышленных испытаний модификаторов и разработанной технологии модифицирования.</p>

	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) <u>частично соответствуют</u>; 3) <u>не соответствуют</u></p>	<p>4.3 1) Цели и задачи соответствуют теме диссертационной работы. Согласно поставленным задачам определены соответствующие разделы диссертационной работы.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) <u>взаимосвязь частичная</u>; 3) <u>взаимосвязь отсутствует</u></p>	<p>4.4 1) Все разделы в работе взаимосвязаны и изложены в логической последовательности. Диссертационная работа характеризуется внутренним единством, логической последовательностью и взаимосвязью научных и прикладных разработок, поскольку все приведенные в диссертации теоретические исследования, результаты и выводы направлены на решение объективно назревшей актуальной проблемы разработки технологии производства качественных износостойких чугуновых отливок с использованием модификаторов.</p>
	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) <u>анализ частичный</u>; 3) <u>анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</u></p>	<p>4.5 1) Предложенные автором новые решения (принципы и методы) аргументированы и на практике доказаны. Была проведена технико-экономическая и критическая оценка известных технологий производства износостойких отливок, где автор четко выразил новые пути решения проблематики в данной области. Автором, посредством теоретических и прикладных исследований была полностью доказана возможность повышения износостойких свойств низкохромистого чугуна путём модифицирующей обработки бор- и барийсодержащими добавками.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) <u>не новые (новыми являются менее 25%)</u></p>	<p>5.1 1) Новизна результатов исследовательской работы подтверждается патентом №6407 от 10.09.2021 г. «Способ производства износостойкого хромистого чугуна». Диссертант в результате проведенных работ разработал технологическую карту производства чугуновых мелющих шаров с использованием способа внутриформенного модифицирования чугуна новой комплексной борбариевой добавкой применительно к литью по газифицируемым моделям. При этом мировых аналогов по использованию подобного ферросплава для внепечной обработки чугуна и стали неизвестно.</p>

6. Обоснованность основных выводов	<p>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%)</p> <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми обоснованными: 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>5.2 1) Выводы являются полностью новыми, что можно видеть из полученных результатов исследования.</p> <p>5.3 1) Технологические решения, предложенные автором по модифицирующей внутриформенной обработке чугуна бор-барийсодержащими ферросплавами, являются новыми и обоснованными на практике, что доказано опытно-промышленными испытаниями, а также разработанной технологической картой по производству мелющих чугуновых шаров методом ЛПМ.</p> <p>Экономическое решение является новым, так как впервые показана возможность значительного повышения износостойких свойств такого относительно недорогого и доступного сплава, как низкохромистый белый чугун за счет модифицирования новым перспективным комплексным борбариевым ферросплавом отечественной разработки. Технология, разработанная диссертантом, экономически выгодна, что подтверждается приближенно рассчитанной себестоимостью мелющих чугуновых шаров из низкохромистого чугуна, модифицированного новым борбариевым ферросплавом.</p> <p>Таким образом, представленные в диссертационной работе технические, технологические, экономические решения являются новыми и обоснованными и являются обстоятельными и законченными, получены на основе исследований, проведенных на высоком научном и профессиональном уровне. Полученные решения и приведенные на их основе выводы, сформулированные в диссертации, являются достоверными и обоснованными.</p>
6.	<p>Все основные выводы <u>основаны/не основаны</u> на весомых с научной точки зрения доказательствах либо <u>достаточно хорошо обоснованы</u> (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>6. Все представленные выводы полностью основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы.</p>

<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) да; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>1 положение. Математический метод определения фазового состава чугуна, основанный на математическом описании линий равновесия диаграммы Fe₃C.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения широкий;</p> <p>7.5. доказано в статье «Математическое описание диаграмм состояния» // «Вестник КазНИТУ». - Алматы: КазНИТУ, 2020. - №6 (142). - С. 705-708.</p> <p>2 положение. Результаты термодинамического моделирования процесса выплавки и модифицирования НХЧ опытными модификаторами.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения широкий;</p> <p>7.5. доказано в статье «Термодинамическое моделирование фазообразования в хромистых чугунах» // Труды Междунар. науч.-практ. online конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13), - Караганда: КарГУ, 2021. - С. 1283-1285</p> <p>3 положение. Результаты лабораторных исследований по внутриформенному модифицированию НХЧ бор- и барийсодержащими модификаторами.</p> <p>7.1. положение полностью доказано;</p> <p>7.2. не является тривиальным;</p> <p>7.3. является новым;</p> <p>7.4. уровень для применения узкий;</p> <p>7.5. доказано в статье «Планирование экспериментов по внепечной обработке низкохромистого чугуна бор- и барийсодержащими добавками» // «Труды Университета». - Караганда: КарГУ, 2022. - №2 (87). - С. 54-62.</p> <p>4 положение. Результаты опытно-промышленных работ по выплавке и модифицированию НХЧ бор- и барийсодержащими модификаторами;</p>
---	--	---

		<p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения узкий; 7.5. доказано в статье «Modifier Effect on Mechanical Properties of Low-Chromium Cast Iron» // «Metalurgija», Zagreb (Croatia), 2022, – №61 (1), – P.159-162.</p> <p>5 положение. Результаты исследования микроструктуры и износостойких свойств образцов из модифицированного чугуна.</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения средний; 7.5. доказано в статье «Modifying Effect of a New Boron-Barium Ferroalloy on the Wear Resistance of Low-Chromium Cast Iron» // «Metals», 2022, Volume 12, Issue 7, 1153, – P. 1-18.</p> <p>6 положение. технология производства износостойких чугуновых отливок с использованием модификаторов, включающая новый способ ввода модификатора при производстве отливок методом ЛПМ.</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения узкий; 7.5. доказано в работе Патент №6407 на полезную модель от 10.09.2021 г. «Способ производства износостойкого хромистого чугуна».</p>
<p>8. Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да;</p>	<p>8.1) Выбранная автором методология достаточно подробно описана и обоснована в работе.</p> <p>8.2) 1) При выполнении диссертационной работы автором использовались следующие методы: термодинамическое моделирование процесса выплавки и модифицирования сплава с использованием ПО «TERRA», «HSC Chemistry» и «ThermoCalc»; математическое планирование эксперимента;</p>

	2) нет	<p>физическое моделирование процессов плавки чугуна, заливки и внутрiformенного модифицирования отливок; методы металлографического анализа образцов (оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, МРСА); методы количественного и качественного анализа микроструктуры образцов с применением ПО «Thixomet PRO»; методы определения механических свойств образцов.</p>
8.3	<p>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>;</p> <p>2) нет</p>	<p>8.3 1) Теоретические выводы подтверждены экспериментальными исследованиями. Автором проведены лабораторные и опытно-промышленные испытания, в реальных условиях действующего производства. Получена опытная партия мелких шаров из модифицированного борбариевым ферросплавом чугуна, которая была испытана в промышленных условиях, что подтверждается актами испытания.</p>
8.4	<p>Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены/неподтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, что отражено в литературном обзоре первого раздела диссертаций.</p>
8.5	<p>Использованные источники литературы <u>достаточно/не достаточно</u> для литературного обзора</p>	<p>8.5 Автор сделал обзор на достаточное количество литературных источников по теме исследования.</p>
9	<p>Принцип практической ценности</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>9.1 1) В диссертационной работе имеются теоретически значимые аспекты, которые представлены результатами термодинамического моделирования процесса вышлавки и модифицирования на программных комплексах «ТЕРРА» и «ThermoCalc», математической обработки экспериментальных данных, количественного анализа микроструктуры с использованием программы «Thixomet PRO», выводы из которых дают теоретические основы для исследований в данной области.</p>
9.2	<p>Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>9.2 1) Диссертационная работа носит прикладной характер (практическое значение). В работе доказана высокая вероятность применения полученных результатов на практике. ТОО «QazCarbon» и ТОО «КМЗ имени Пархоменко» провели серию промышленных испытаний по модифицированию чугуна для шаров ферросплавами содержащими бор и барий и исследованию износостойких характеристик полученных отливок.</p>

		<p>Научные результаты работы вполне отвечают требованиям коммерциализации НИР.</p>
<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)</p>	<p>9.3 1) Разработанная технология модифицирования может быть применена на производстве для повышения износостойких свойств отливок из белого чугуна. Это подтверждается опытно-промышленными испытаниями, проведёнными в условиях заводов ТОО «QazQarbo» и ТОО «КМЗ имени Пархоменко».</p> <p>В рамках настоящей диссертационной работы предложена технология внутриформенного модифицирования низкохромистого чугуна комплексным борбариевым модификатором, что позволит значительно поднять качество отечественной литейной продукции без использования дорогостоящих импортных материалов.</p>	<p>10. Качество академического письма достаточно высокое, все положения работы изложены в соответствии с научной терминологией металлургической отрасли.</p>
<p>10. Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>; 2) <u>среднее</u>; 3) <u>ниже среднего</u>; 4) <u>низкое</u>.</p>	

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 Аубакиров Дастан Рахметоллаевич заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07203 – «Металлургия».

Рецензент

**к.т.н., доцент кафедры «Металлургия и материаловедение»
НАО «Карагандинский индустриальный университет»**



Мусин Д.К.