

## ОТЗЫВ

**официального рецензента на диссертационную работу Мухамедовой Нурии Мейрамкановны  
«Исследование структурно-фазового состояния и физико-механических свойств материала на основе кремния и технического  
углерода» на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D072300 – «Техническая физика»**

| №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><b>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></b></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p><b>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</b></p> | <p>Представленные в диссертации результаты исследования соответствуют приоритетному направлению развития науки Республики Казахстан, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан: «Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции».</p> <p>Основные экспериментальные результаты настоящей диссертационной работы были получены при финансовой поддержке Государственного учреждения «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» в рамках Договора №271 от 12.02.2015 года по теме «Способ получения силицированного графита» на 2015-2018 г.</p> <p>Диссертация соответствует приоритетному развитию науки Республики Казахстан: Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции.</p> |
| 2.   | Важность для науки   | Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта   | Диссертационная работа Мухамедовой Н.М. вносит значимый вклад в развитие науки, а ее важность хорошо раскрыта. Полученные результаты способствуют решению прикладных проблем физики твердого тела, материаловедения и технологий материалов и порошковой металлургии.<br>Важность для науки, полученных результатов, заключается в разработке  |

|    |                              |  |  |
|----|------------------------------|--|--|
|    |                              |  | <p>способа получения карбидокремниевых материалов с использованием вторичных продуктов промышленности (Патент РК на изобретение №32057. бюл. №9, опуб. 15.05.2017 г.); получении карбидокремниевой керамики методом искроплазменного спекания (ИПС) с использованием в качестве исходных компонентов кварцевый и графитовый лом; установлении особенностей структурно-фазового состояния и физико-механических свойств карбидокремниевой керамики, полученной методом ИПС.</p>   |
| 3. | Принцип самостоятельности    | <p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Высокий;</b></li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>    | <p>Соискатель обладает высоким уровнем самостоятельности, что подтверждается личным вкладом автора.</p>  |
| 4. | Принцип внутреннего единства | <p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Обоснована;</b></li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol> | <p>Актуальность исследования заключается в возрастающем спросе карбидокремниевых материалов в атомной, космической, химической и нефтегазовой промышленности. Обусловлено это наличием уникальных свойств карбидокремниевых материалов таких как прочность и стойкость к окислению и агрессивным средам, Казахстан является страной богатой полезными ископаемыми поэтому актуальными и востребованными задачами являются разработка новых технологий и способов получения принципиально новых материалов, которые будут способствовать не только развитию научной области, но и отдельных секторов промышленности. Одним из таких перспективных материалов является карбид кремния. Известно, множество технологий, позволяющих получить материалы на основе карбида кремния. Традиционные, известные всему миру способы и технологии получения карбидокремниевых материалов заключаются в пропитки графитовой заготовки жидким кремнием, или же горячем прессовании кремния и углерода с применением эвтектических добавок. На сегодняшний день, производство материалов на основе карбида кремния в Казахстане отсутствует, а тем более с применением вторичных продуктов промышленности в качестве исходных компонентов. Кроме того, согласно Национального плана развития Республики Казахстан до 2025 года (утвержденного Указом Президента Республики Казахстан от 26 февраля 2021 года № 521) общенациональной задачей является развитие собственной научно-технологической и инновационной базы для</p> |

|    |                         |   |  |
|----|-------------------------|---|--|
|    |                         |   | научно-технологического развития страны. Все это еще раз подтверждает актуальность темы исследования.  |
|    |                         | 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:<br><b>1) Отражает;</b><br>2) Частично отражает;<br>3) Не отражает   | Содержание отражает тему настоящей диссертации. Представленные главы и ее разделы, заключение, положения и выводы согласуются и посвящены исследованию структурно-фазового состояния и физико-механическим свойствам материала, полученного на основе кремния и технического углерода.   |
|    |                         | 4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:<br><b>1) соответствуют;</b><br>2) частично соответствуют;<br>3) не соответствуют   | Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации. Задачи взаимосвязаны, последовательны и направлены на достижение цели диссертации.   |
|    |                         | 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:<br><b>1) полностью взаимосвязаны;</b><br>2) взаимосвязь частичная;<br>3) взаимосвязь отсутствует   | Все разделы и положения диссертации полностью логически взаимосвязаны. Экспериментальные результаты приводятся для защиты положений. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, все главы которой имеют логическую цепочку повествования.   |
|    |                         | 4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:<br><b>1) критический анализ есть;</b><br>2) анализ частичный;<br>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов | В подразделах 1.1 и 1.2 приводится информация о структурно-фазовом состоянии и физико-механических свойствах карбидокремниевых материалов. В подразделе 1.3 приводится информация о методах и технологиях получения материалов на основе карбида кремния. Диссертантом Мухамедовой Н.М. на основе приведенной информации проведен критический анализ ранее известных решений, а также предложены и аргументированы собственные принципы, отражающие содержание диссертационного исследования, поставлены задачи и методы получения результатов исследования. |
| 5. | Принцип научной новизны | 5.1 Научные результаты и положения являются новыми?<br><b>1) полностью новые;</b><br>2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br>3) не новые (новыми являются менее 25%)   | Научные результаты и положения диссертации являются новыми. Получены следующие научные результаты:<br>1. Впервые разработан способ получения карбидокремниевых материалов с использованием вторичных продуктов промышленности в качестве исходных компонентов.<br>2. Впервые получена карбидокремниевая керамика методом искроплазменного спекания (ИПС) с использованием в качестве исходных компонентов кварцевый и графитовый лом.<br>3. Установлены особенности структурно-фазового состояния и физико-механических свойств карбидокремниевой керамики.  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   | <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?<br/> <b>1) полностью новые;</b><br/> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>  | <p>полученной методом ИПС.</p> <p>Полученные автором результаты и выводы являются полностью новыми, и основываются на экспериментальных исследованиях автора диссертации. Основным результатом диссертационной работы является способ, разработанный для получения карбидокремниевой керамики с использованием в качестве исходных компонентов вторичные продукты промышленности.</p>  |
|    |   | <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:<br/> <b>1) полностью новые;</b><br/> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>  | <p>Новизна и обоснованность технических и технологических решений подтверждается наличием инновационного патента РК (Патент РК на изобретение №32057. бюл. №9, опуб. 15.05.2017 г.) и актами внедрения результатов диссертационной работы в научно-исследовательскую деятельность Национального ядерного центра Республики Казахстан и в учебный процесс НАО «Университет имени Шакарима города Семей».</p>  |
| 6. | Обоснованность основных выводов         | <p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>   | <p>Обоснованность и достоверность каждого результата (научного положения) подтверждаются экспериментальными результатами и их анализом, и публикациями результатов исследований в международных и отечественных научных изданиях и полученным патентом РК.</p> <p>Выводы соискателя характеризуются внутренним единством и полным соответствием положениям диссертации.</p> <p>Заключение, сформулированное по результатам работы, согласуется с актуальностью, основным содержанием работы и является изложенным в логической последовательности выводом.</p> |
| 7. | Основные положения, выносимые на защиту | <p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> 1) доказано;<br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> 1) да;<br/> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> | <p><b>№ 1.</b> Способ получения карбидокремниевой керамики с использованием в качестве исходных компонентов вторичные продукты промышленности.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> <b>доказано;</b></p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> <b>нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> <b>да</b></p> <p>7.4 Уровень для применения:<br/> <b>широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?<br/> <b>да;</b></p>  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | <p>1) узкий;<br/> 2) средний;<br/> 3) широкий<br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> 1) да;<br/> 2) нет</p> | <p>По данному положению всего опубликовано 3 печатные работы.</p> <p><b>№ 2.</b> Влияние основных термодинамических параметров спекания на изменения структурно-фазового состава карбидокремниевой керамики.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> <b>доказано;</b><br/> 7.2 Является ли тривиальным?<br/> <b>нет</b><br/> 7.3 Является ли новым?<br/> <b>да</b><br/> 7.4 Уровень для применения:<br/> <b>широкий</b><br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> <b>да;</b></p> <p>По данному положению опубликовано 5 печатных работ.</p> <p><b>№ 3.</b> Изменение физико-механических свойств карбидокремниевой керамики в зависимости от параметров спекания.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> <b>доказано;</b><br/> 7.2 Является ли тривиальным?<br/> <b>нет</b><br/> 7.3 Является ли новым?<br/> <b>да</b><br/> 7.4 Уровень для применения:<br/> <b>широкий</b><br/> 7.5 Доказано ли в статье?<br/> <b>да;</b></p> <p>По данному положению всего опубликовано 10 работ.</p> |
|--|--|--|--|

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 8. | Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации | 8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана<br>1) да;<br>2) нет   | Выбор методов и методических подходов обоснован. Методология и оборудование подробно описаны в главе 2.  |
|    |  | 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:<br>1) да;<br>2) нет  | Выявленные взаимосвязи и закономерности, а также сделанные теоретические выводы, полностью доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями, которые проведены на современном оборудовании, прошедшим калибровку и/или метрологическую поверку.   |
|    |  | 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):<br>1) да;<br>2) нет | Работа носит экспериментальный характер. Выявленные взаимосвязи и закономерности, а также выводы обоснованы и подтверждены экспериментальными результатами, которые получены с применением современных методов исследований таких как сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия; рентгеноструктурный анализ; и др. Кроме того, полученные результаты были сопоставлены с известными литературными данными, которые были получены, в том числе, и экспериментальным путем. |
|    |  | 8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу   | Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную цитируемую литературу.  |
|    |  | 8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора   | В диссертации использован 141 источник литературы, из них более 30% работы за последние 10 лет.  |
| 9  | Принцип практической ценности  | 9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:<br>1) да;<br>2) нет   | Данные, полученные при реализации НИР в рамках диссертационной работы, могут быть использованы при объяснении характера структурных образований при использовании вторичных продуктов промышленности в качестве исходных компонентов. Также получены данные о физико-механических свойствах карбидокремниевой керамики, полученной методом ИН и ИПС с использованием кварцевого и графитового лома в качестве исходных компонентов.  |

|     |                                 |  |  |
|-----|---------------------------------|--|--|
|     |                                 | <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:<br/> <b>1) да;</b><br/> 2) нет</p>                  | <p>Практическое значение подтверждается наличием инновационного патента РК и актами внедрения результатов диссертационной работы в научно-исследовательскую деятельность Национального ядерного центра Республики Казахстан и в учебный процесс НАО «Университет имени Шакарима города Семей».</p>   |
|     |                                 | <p>9.3 Предложения для практики являются новыми?<br/> <b>1) полностью новые;</b><br/> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);<br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> | <p>Проведенные автором исследования дают дополнительные знания по вопросам технологии создания новых материалов методами индукционного нагрева и искроплазменного спекания, с использованием в качестве исходных компонентов вторичные продукты промышленности. Полученные экспериментальные данные о характере структурных образований и физико-механических свойствах карбидокремниевой керамики будут востребованными научными и проектными организациями.<br/> Работа может быть полезной в различных областях промышленности, таких как металлургия, атомная, автомобильная и аэрокосмическая промышленности.</p> |
| 10. | Качество написания и оформления | <p>Качество академического письма:<br/> <b>1) высокое;</b><br/> 2) среднее;<br/> 3) ниже среднего;<br/> 4) низкое.</p>   | <p>Диссертация написана грамотным научно-техническим языком, доступным стилем, читается легко. В целом диссертационная работа носит законченный научно-исследовательский характер.</p>   |

По диссертации можно сделать следующие замечания:

- В тексте диссертации имеются орфографические опечатки и неточности (например, стр.2 «индукцинного», стр.7 «триструктурально-изотропного», стр.97 «предперессовании образцов» и т.д.).
- Некоторые рисунки имеют мелкие подписи, что затрудняет их понимание. На рисунке 3 приведена ссылка на рисунок 1.1.1, который отсутствует в диссертации.

Однако, вышеприведенные замечания не снижают научно-практической ценности диссертации Мухамедовой Н.М. которая выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу.

Диссертация Мухамедовой Н.М. «Исследование структурно-фазового состояния и физико-механических свойств материала на основе кремния и технического углерода» по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК к PhD - диссертациям, а ее автор Мухамедова Нурия Мейрамкановна несомненно заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D072300 – Техническая физика».

**Официальный рецензент:**

Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан  
PhD, заведующий лабораторией  
проблем безопасности атомной энергии



(подпись)

Майергенев А.А.  
(ФИО)

15.03.2022