

**ОТЗЫВ**  
**официального рецензента на диссертационную работу**  
**Кайдар Баяна Берісұлы на тему «Получение углеродных волокон на основе техногенных отходов и их практическое применение»,**  
**предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии (в химии)».**

№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) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</b></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 развития науки.</p> <p>Диссертационная работа выполнялась в рамках государственного грантового финансирования по теме проекта: АР09259842 «Получение углеродных волокон различного функционального назначения путем переработки каменноугольной смолы и нефтяного битума».</p>
2.	Важность для науки	<p><b>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</b></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.</p> <p>Результаты исследований по синтезу углеродных и наноструктурированных волокон на основе материалов из техногенных или растительных отходов и различных функциональных добавок могут быть применены при изготовлении газовых сенсоров и сорбционных мембран.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p><b>1) Высокий;</b></p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>	<p>Уровень самостоятельности высокий. Автор данной диссертационной работы лично принимал участие в постановке задач и проведении научных экспериментов, анализе литературных данных, определении методов анализа и путей применения, постановке теоретических и практических задач, обсуждении полученных результатов, обосновании выводов.</p>
4.		<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p><b>1) Обоснована;</b></p>	<p>Актуальность проведенного в диссертации исследования хорошо обоснована, сделан акцент</p>

<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.</p> <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: <b>1) Отражает;</b> 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <b>1) соответствуют;</b> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <b>1) полностью взаимосвязаны;</b> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <b>1) критический анализ есть;</b> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>на перспективность применения технологного отхода в виде каменноугольной смолы для синтеза поликарбоната и их дальнейшего применения в качестве сырья по получению углеродных волокон, а также продемонстрировано их потенциальное применение в качестве носителя частиц оксидов металлов в газочувствительных системах; нанопористых углей и наночастиц диоксида кремния в качестве сорбционных материалов.</p> <p>Содержание диссертации хорошо отражает тему. Работа посвящена экспериментальным исследованиям синтеза и применения углеродных и наноструктурированных волокон на основе материалов, полученных из техногенных или растительных отходов с добавлением различных модифицирующих добавок.</p> <p>Диссертационную работу отличает целостность и логичность постановки целей и задач, а также путей их реализации. Постановленные цели и задачи логически вытекают из содержания литературного обзора.</p> <p>Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, литературный обзор позволяет понять предысторию исследования, его цели и задачи, экспериментальная часть дает исчерпывающую информацию о методах исследования и используемом оборудовании. Обсуждение результатов опирается на экспериментальный материал.</p> <p>Автором диссертационной работы отработана технология синтеза углеродных и наноструктурированных волокон с использованием техногенных или растительных отходов. Есть критический анализ достоинств и</p>
-------------------------------------	--	--

		<p>недостатков приведенных для сравнения технологий.</p> <p>Высокий научный уровень выполненного исследования подтверждается научными публикациями как в Казахстанских журналах («News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences», «Горение и плазмохимия»), так и в журналах дальнего зарубежья («South African Journal of Chemical Engineering», «Chemistry and Chemical Technology» и «Russian Journal of Non-Ferrous Metals»), апробацией результатов на международных конференциях и симпозиумах, а также получением патентов на полезную модель РК.</p> <p>Научные результаты и положения диссертации являются полностью новыми.</p>
<p>5. Принципы научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  <b>1) полностью новые:</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  <b>1) полностью новые:</b>  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 и обоснованными:  1) полностью новые;  <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b>  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертационной работы являются полностью новыми, что подтверждается научными публикациями автора в зарубежных рецензируемых научных журналах.</p> <p>Все технические решения направлены на реализацию поставленных задач, связанных с получением углеродных и наноструктурированных волокон являются частично новыми. Технологии получения композиционных материалов UV являются новыми.</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы <b>основаны/не основаны</b> на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы основаны на достоверном экспериментальном материале. В работе применялся комплекс современных приборов и методов анализа.</p>

7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>Положение 1 – Формирование углеродного пека с удалением летучих компонентов достигается путем термической обработки каменноугольной смолы при 400 °С в течение часа в среде аргона, что обусловлено разрушением химических связей между молекулами смолы и образованием высокоупорядоченной формы углерода.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;  <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p><b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;  2) средний;  <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>Положение 2 – Углеродные волокна (содержание C <math>\geq</math> 92 %) синтезируются методом электроспиннинга при соотношении полиакрилонитрила и углеродного пека 70:30 по массе, что обусловлено использованием каменноугольного пека за счет его высокого содержания углерода в составе.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;</p>
		<p>Положение 1 доказано в диссертации и результаты опубликованы в научных работах, в том числе в статье Production of carbon fibers by electrospinning method // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2019, 4(436), -P. 86–94. DOI: 10.32014/2019.2518-170X.101 (Scopus CiteScore 2.0 (2021) процитировать 47%) и Compositional fibers based on coal tar mesophase rich obtained by electrospinning method // Chemistru and Chemical Technology, 2021 3(15), -P. 403-407. DOI: 10.23939/chct15.03.403 (Scopus CiteScore 1.5 (2021) процитировать 35%), а также в полученном патенте на полезную модель РК «Способ получения углеродных нановолокон». Положение 1 является новым, не является тривиальным и может иметь широкий уровень применения.</p> <p>Положение 2 доказано в диссертации и результаты опубликованы в научных работах, в том числе в статье Carbon/NiO compositional fibers // Eurasian Chem.-Technol. J. 2022, 2(24), -P. 59-67. DOI: 10.18321/ecj1319 (Scopus CiteScore 1.3 (2021) процитировать 31%), а также в полученном патенте на полезную модель РК «Способ получения углеродных нановолокон». Положение 2 является новым, не является тривиальным и может иметь средний уровень применения.</p>

	<p>4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; <b>2) нет</b> 7.3 Является ли новым? <b>1) да;</b> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; <b>2) средний;</b> 3) широкий</p>	<p>Положение 3 – Чувствительность по отношению к ацетону равная 73 % достигается путем допирования углеродных волокон наночастицами оксида никеля со средним размером 48 нм, за счет чего увеличивается площадь поверхности для адсорбции газа и детектируемый газ вступает в химическую реакцию с наночастицами оксида никеля приводя к изменению электропроводности волокон. 7.1 Доказано ли положение? <b>1) доказано;</b> 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; <b>2) нет</b> 7.3 Является ли новым? <b>1) да;</b> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; <b>2) средний;</b> 3) широкий</p>
	<p>4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; <b>2) нет</b> 7.3 Является ли новым? <b>1) да;</b> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; <b>2) средний;</b> 3) широкий</p>	<p>Положение 3 доказано в диссертации и результаты опубликованы в научных работах, в том числе в статье Gas sensitive materials based on polyacetylonitrile fibers and nickel oxide nanoparticles // J. Compos. Sci., 2022, 6(326). DOI: 10.3390/jcs6110326 (Scopus CiteScore 3.6 (2021) процентиль 68%), Carbon/NiO compositional fibers // Eurasian Chem.-Technol. J. 2022, 2(24), -P. 59-67. DOI: 10.18321/ecstj1319 (Scopus CiteScore 1.3 (2021) процентиль 31%), а также в полученном патенте на полезную модель РК «Способ получения газочувствительных композиционных волокон». Положение 3 является новым, не является тривиальным и может иметь средний уровень применения.</p>

	<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p> <p>Положение 4 – На основе нанопористых углей и наночастиц диоксида кремния, синтезированных из отходов растительного сырья, получают наноструктурированные волокна, имеющие степень сорбции не менее 88 % относительно ионов марганца II, что достигается за счет большой удельной поверхности используемых добавок.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><u>1) доказано;</u> 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; <u>2) нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; <u>2) средний;</u> 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да; <u>2) нет</u></p>	<p>Положение 4 доказано в диссертации и опубликованы в научных работах, в том числе в статье Saibon/NiO compositional fibers // Eurasian Chem.-Technol. J. 2022, 2(24), -P. 59-67. DOI: 10.18321/escj1319 (Scopus CiteScore 1.3 (2021) процитировано 31%). Положение 4 является новым, не является тривиальным и может иметь средний уровень применения.</p> <p>По вышеуказанным положениям имеются следующие замечания:</p> <p>1. Основные положения, выносимые на защиту: формирование углеродного пека с удалением летучих компонентов достигается путем термической обработки каменноугольной смолы при 400 °С в 8 течение часа в среде аргона, что обусловлено разрушением химических связей между молекулами смолы и образованием высокоупорядоченной формы углерода. (Стр.8)</p> <p><i>Химических связей между молекулами смолы нет.</i></p> <p>2. Основные положения, выносимые на защиту: на основе нанопористых углей и наночастиц диоксида кремния получают наноструктурированные волокна, имеющие степень сорбции не менее 88 % относительно ионов марганца II, что достигается за счет большой удельной поверхности используемых добавок. (Стр.8)</p> <p><i>Зачем добавляли активированные угли в волокна. При использовании просто формованных углей</i></p>
--	--	--

		<p><i>сорбция была бы выше, хотя бы потому что конденсация угля выше.</i></p>
<p>8. Принципы достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Методология работы достаточно подробно описана в разделе экспериментальной часть. Она включает описание методики: получения углеродных пеков методами термической обработки и фракционной дистилляции; получения волокон-предшественников на основе полученных углеродных пеков с добавлением полимерного связующего и модификацией различными функциональными добавками; физико-химические методы исследования полученных образцов; исследование газо-чувствительных и сорбционных свойств полученных материалов.</p>
	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Все использованные методы анализа современными и удачными для проведения подобного рода исследований.</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):  <b>1) да;</b>  <b>2) нет</b></p>	<p>Теоретические выводы и установленные закономерности в диссертационной работе подтверждены экспериментальными исследованиями.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на достоверную научную литературу. Ссылки на отечественные и зарубежные источники были взяты с международных рецензируемых баз данных Scopus и Web of Science.</p>
	<p>8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточно</u>/не достаточно для литературного обзора</p>	<p>Исползованные источники литературы в диссертационной работе объемом 161 достаточно. Представленное количество источников в</p>

		диссертационной работе правильно отражает состояние науки в данной области исследования.
9	<p>Принцип практической ценности</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми?  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Данная работа является научным исследованием, в котором решаются как теоретические, так и прикладные задачи.</p> <p>Диссертационная работа имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Полученные наноструктурированные волокна могут быть применены в качестве газочувствительных и сорбционных материалов, в качестве носителей катализаторов и в других областях науки.</p> <p>Предложения по практическому исследованию полученных в диссертации результатов являются полностью новыми. Они могут быть использованы при разработке технологии производства сенсоров для распознавания летучих органических соединений и сорбционных материалов для очистки воды от ионов тяжелых металлов, а также могут быть использованы при разработке методических материалов для обучения студентов высших учебных заведений.</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p> <p>Качество академического письма:  <b>1) высокое;</b>  2) среднее;  3) ниже среднего;  4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям.</p> <p>Следует отметить, что по тексту диссертационной работы имеются следующие замечания:</p> <p>1. Страница 11 – Утверждение «В целом UV являются одномерными наноматериалами, конфигурацию которых отражает гексагональные углеродные структуры, где каждый атом углерода</p>



		<p>соединен с четырьмя другими, при такой связи три атома углерода имеют <math>sp^2</math> гибридизацию с длиной связи 1,415 Å, а четвертый связан межмолекулярными связями» не верно.</p> <p><i>Атом углерода имеет четыре валентных электрона. Три электрона имеют <math>sp^2</math> гибридизацию, а четвертый остается р-электроном. Три электрона образуют С-С связи, а четвертый электрон делокализован по ароматической структуре.</i></p> <p>2. Страница 11 – Утверждение «Углеродные волокна изготавливаются из углеродного материала, обычно из графита или полимера на основе углерода, такого как полиакрилонитрил (ПАН)» не верно.</p> <p><i>Углеродные волокна не изготавливаются из графита.</i></p> <p>3. Страница 36 – В качестве отходов для получения углеродных волокон были использованы: ...</p> <p><i>Вероятно, диссертант имел в виду в качестве сырья для получения углеродных волокон были использованы:</i></p> <p>4. Страница 51 – Рамановские D и G пики в таблице 8 и тексте перепутаны.</p> <p>5. «Битум, в основном, получают путем вакуумной перегонки сырой нефти или смеси сырой нефти». <i>Требуется пояснить фразу.</i></p> <p>6. Страница 61 – «Как видно из результатов СЭМ, НБП полученный при термической обработке нефтяного битума при температуре 400 °С имеет выраженную слоистую структуру, обусловленную высокой степенью графитизации и формированием мезофазных структур».</p>
--	--	--

		<p>Вызывает сомнения утверждение о высокой степени графитизации нефтяного битума после обработки при температуре 400 °С.</p> <p>7. Страница 66 – Энергия активации разложения ПАН составляет <math>4,52 \cdot 10^4</math> ккал/моль, ...</p> <p>Слишком высокая энергия активации разложения ПАН – 45 200 ккал/моль.</p> <p>8. Страница 74 (Рисунок 39) – СЭМ-изображения стабилизированных (а) и карбонизированных (б) ПАН/КУП волокон и ЭДРС-спектр (в) волокон карбонизированных волокон.</p> <p>Почему отсутствует азот в ЭДРС-спектре, карбонизированных ПАН/КУП волокон.</p> <p>9. Страница 81-84 – Система ПАН/AV волокна обладает низкой адсорбционной емкостью в отношении сорбции ионов марганца (II). Сорбционная емкость 1,93 мг/г. Это ставит под сомнение практическую значимость.</p> <p>Упомянутые выше замечания не снижают общий научно-практический уровень диссертационной работы.</p>
--	--	--

Решение: присудить степень доктора философии (PhD).

**Официальный рецензент:**

Д.х.н., Ведущий научный сотрудник,  
Федерального исследовательского центра (ФИЦ)  
«Институт катализа СО РАН»

  
(подпись)

В.В. Чесноков

Личную подпись  
заверяю.  
Вед. специалист по кадрам  
КАДРОВ



  
А.В. Красильникова