

**Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу Ахановой Назым Ерлановны на тему: «Синтез фуллеренов и исследование композиционных фуллеренсодержащих защитных покрытий на основе полимеров», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07108 / 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии (по областям применения).**

№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) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</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 выполнена в рамках прикладных научно-исследовательских работ: ПЦФ МОН РК BR05236800 «Решение стратегических и прикладных задач в нефтегазовой отрасли Казахстана» 2018-2020 гг. и ПЦФ МНВО РК ИРН BR18574080 «Исследование фундаментальных и прикладных проблем физики плазмы, плазмоподобных сред для целей решения задач современной энергетики и получения новых функциональных материалов» 2022-2024 гг.</p> <p>Исследования проведенные в диссертационной работе соответствует приоритетным направлениям развития науки согласно программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020–2025 годы и приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по направлению подготовки кадров 8D071 «Инженерия и инженерное дело», по образовательной программе «8D07108 / 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии (по областям применения)</p>

2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а её важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	Работа вносит существенный вклад в науку, а её важность хорошо раскрывается актуальностью и научной новизной проведенных научных исследований по разработке и оптимизации технологии синтеза фуллеренов и созданию на их основе антикоррозионных композиционных покрытий.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1.) Высокий; 2.) Средний; 3.) Низкий; 4.) Самостоятельности нет.	Докторантом самостоятельно проведены: эксперименты по оптимизации режимов дугового синтеза фуллереносодержащей сажи; экстрагирования фуллеренов из фуллереносодержащей сажи с последующим хроматографическим извлечением синтезированных фуллеренов; разработка технологии создания антикоррозионных композитов и изучение структуры и свойств полученных материалов. Докторантом опубликованы статьи в международных научных журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science, занимающие высокие рейтинговые позиции, в одной из которых докторант является первым автором и автором для корреспонденции. Также докторант демонстрирует полный пошаговый вывод всех аналитических выражений в диссертационной работе. Уровень самостоятельности высокий.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации полностью обоснована важностью исследований в области разработок и оптимизации технологии синтеза фуллеренов, созданию на их основе композитов, предназначенных для практических применений и изучению их свойств, а также понимания основных фундаментальных принципов

		нанотехнологий и материаловедения при создании композиционных материалов.
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) <u>Отражает</u>;</p> <p>2) Частично отражает;</p> <p>3) Не отражает.</p>	<p>Диссертационная работа посвящена оптимизации метода синтеза фуллеренов электродуговым разрядом и исследованию возможностей их дальнейшего использования для создания антикоррозионных защитных покрытий и содержание полностью отражает тему диссертации по всем пунктам заглавия.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <u>соответствуют</u>;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют.</p>	<p>Целью диссертационной работы является: Разработка метода синтеза фуллеренов испарением графита в электродуговом разряде и создание с их применением композиционных полимерных антикоррозионных защитных покрытий. Поставленные цели и задачи полностью соответствуют исследуемой теме диссертационной работы. Автор достигает поставленной цели путем реализации задач, по пунктам постулирующих основными аспектами исследования заявленной темы.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует.</p>	<p>Диссертация состоит из 4 разделов и заключения. Первая часть описывает проблемную область и включает обзор литературы проводимых исследований в области достижений производства фуллеренов и их применения в технологиях по созданию новых композиционных материалов. Во 2, 3 и 4 разделах описаны: экспериментальные и теоретические исследования по оптимизации процесса синтеза фуллеренов; исследования по созданию на основе фуллеренов и полиуретановой смолы композиционных антикоррозионных покрытий; результаты изучения</p>

		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>критический анализ есть</u>;</li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов.</li> </ol>	<p>зависимости коэффициента снижения проницаемости (PRF) водорода в нержавеющей стали при нанесении на их поверхность полученных композиционных антикоррозийных покрытий; в заключении отражены выводы полученные в ходе проведенных исследований.</p> <p>Все разделы и положения представленной работы имеют полную логическую взаимосвязь.</p> <p>Критический анализ есть. В диссертации проведен аналитический обзор литературы, состоящий из 166 научных источников и на основании критического анализа сформулирована цель и постановка задач исследования диссертации, аргументированное решение которых позволило разработать эффективный метод синтеза фуллеренов, метод создания композиционных пленкообразующих антикоррозийных покрытий защищающие металлы от процесса охрупчивания водородом.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью новые</u>;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%).</li> </ol>	<p>Научные результаты и выносимые положения являются полностью новыми:</p> <p>1. Синтез фуллеренов электродуговым методом с автоматической предварительной десорбцией примесей из графитовых электродов за счет резистивного нагрева электродов при температуре ~ 1000 К, значении тока ~100 А и напряжения ~10 В с одновременной откачкой камеры реактора до значения вакуума <math>\leq 10^{-3}</math> Тор без дополнительного оборудования приводит к удалению примесных содержаний электродов, улучшению чистоты эксперимента и в следствие этого, при оптимальных</p>

			<p>параметрах синтеза (180 А) к повышению выхода фуллеренов до 17%.</p> <p>2. Добавление фуллеренов в полиуретановые смолы из различных изоцианатных мономеров и полиолов в среднем улучшает реологические и термические свойства, такие как вязкость на 40% и термостойкость ароматических изоцианатов на 35%.</p> <p>3. Использование композиционных пленкообразующих композитов на основе фуллеренов и полиэфируретана в качестве покрытия нержавеющей стали в 15 раз снижает проникновение изотопов водорода до температуры 573 К, дальнейшее увеличение температуры выше 723 К приводит к деструкции пленки.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Представленные автором выводы являются полностью новыми поскольку впервые представлены результаты исследований по оптимизации синтеза фуллеренов в дуговом разряде с применением метода десорбцию графитовых электродов вакуумом, которая существенно увеличивает выход фуллеренов и обеспечивает высокую чистоту получаемого продукта. Разработаны и созданы композиционные пленкообразующие антикоррозийные материалы защищающие металлические поверхности от водородного охрупчивания.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p>	<p>В диссертационной работе технические, технологические, экономические или управленческие решения являются полностью новыми и обоснованными:</p>

		3) не новые (новыми являются менее 25%).	оптимизирован метод синтеза фуллеренов с выходом 17% электродуговым испарением графита с применением автоматической предварительной десорбции примесей из графитовых электродов с помощью создания вакуума $\leq 10^{-3}$ Тор; исследовано влияние содержания фуллерена на свойства полиуретановых смол, включая их реологические и термические характеристики; обнаружено что добавление фуллеренов в полиэфируретан и дальнейшее использование их в качестве антикоррозийных композитных покрытий до температуры 573К в 15 раз снижает проникновение изотопов водорода в объем нержавеющей стали.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на полученных и представленных в диссертационной работе научных результатах опирающихся на строгое теоретическое изложение основных положений и применяемых методов. Выводы диссертации обоснованы тщательным анализом теоретических и экспериментальных данных. Достоверность полученных результатов подтверждены с помощью современных физико-химических методов анализа.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да;	Все три научных положения, выносимые на защиту, являются новыми и доказаны результатами экспериментальных исследований. Полученные композиционные пленкообразующие покрытия на основе полиэфируретана и фуллеренов, являющиеся устойчивыми к проницаемости изотопов водорода, могут быть использованы в нефтехимической

		<p>2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></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) <u>нет</u></p>	<p>промышленности для защиты оборудования и трубопроводов от коррозии. Новизна полученных результатов исследований доказано опубликованием 10 печатных работ в том числе 2 статьей в высокорейтинговых научных журналах входящих в базу Web of Science и Scopus.</p>
8.	<p>Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации.</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Выбор методологии - обоснован и методология достаточно подробно описана</p>
		<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>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Все результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. В работе использован комплекс современных методов анализа и оценивания полученных результатов. Морфологические и структурные характеристики полученных материалов исследовались на сканирующем (Quanta 3D 200i.), оптическом DM 6000M (Leica) и просвечивающем электронных (TEM, JEOL JEM - 1400 Plus) микроскопах. Структурные характеристики анализировались на спектрометре комбинационного рассеяния света (Ntegra Spectra C3M, NT-MDT), и рентгеновском дифрактометра (MiniFlex 600, Rigaku Corporation). Оптические свойства изучались с помощью спектрометра UV-Vis (Lambda1050, PerkinElmer Ltd) и Фурье-спектрометром Bruker Alpha II.</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>Все теоретические выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями. Разработан и оптимизирован новый метод синтеза фуллеренов в дуговом разряде, предложен метод создания композиционного антикоррозийного материала на основе фуллеренов и полиуретана для защиты стальных поверхностей от водородного охрупчивания.</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 актуальную и достоверную научную литературу, что широко освещено в обзоре литературы и в процессе вывода основных результатов в тексте диссертационной работы.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Используемые источники литературы достаточны. Обзор литературы полностью раскрывает недостатки и достижения в исследуемой области, а ссылки, использованные при обсуждении полученных результатов, дополняют и подтверждают правильность выводов, сделанных автором.</p>
9.	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Диссертационная работа имеет высокий уровень теоретического значения и направлена на понимание фундаментальных основ нанотехнологии и материаловедения в области создания композиционных материалов.</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><b>1.)</b> Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов в нефтехимической промышленности для защиты оборудования и трубопроводов от коррозии.</p>



		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Предложения для практики, предложенные в данной диссертационной работе, являются полностью новыми. Предложены новые методы синтеза фуллеренов и новые разработки по созданию антикоррозионных покрытий на основе фуллеренов и полиуретана. Исследованы физико-химические свойства и структурные характеристики полученных материалов. Полученные научные результаты могут быть использованы при разработке технологических процессов по созданию антикоррозионных покрытий.</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) <u>высокое</u>;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа написана высоким профессиональным научно-техническим стилем, отличается четкой структурой формулировок основных положений и выводов, а также ясностью изложения мыслей. Все разделы диссертационной работы имеют логическую взаимосвязь и направлены на решение поставленных цели и задач. К диссертационной работе имеются замечания редакционного характера так как встречаются незначительные грамматические и стилистические ошибки, к примеру есть повторение одного и того же предложения на странице 33, не приведена ссылка на рисунок 6 на странице 23, на странице 76 первое предложение сформулировано неправильно. Нумерация страниц в содержании не соответствует разделам и пунктам в диссертации. Имеются также некоторые замечания, рекомендательного характера которые</p>

			<p>могли бы дополнить полученные результаты. Известно, что эффективность кристаллизации кристаллов фуллерита в процессе выпаривания зависит от температурного режима. Чем обусловлено, что для извлечения фуллеренов из экстракта процесс выпаривания проводили при температуре 140°C и почему не были исследованы другие температурные режимы? Для повышения надежности результатов идентификацию вещества подтверждают несколькими методами. Идентификацию фуллеренов проводили только Раман-спектроскопией, почему для идентификации фуллеренов, дополнительно, не был применен традиционно используемый ИК-спектроскопический метод? Однако указанные замечания не имеют принципиального характера и не умаляют достоинств диссертационной работы.</p>
--	--	--	--

В целом, диссертационная работа Ахановой Н. Е. на тему: «Синтез фуллеренов и исследование композиционных фуллеренсодержащих защитных покрытий на основе полимеров», завершено исследование и полностью соответствует всем требованиям и нормам, предъявляемым к диссертациям PhD (доктора философии) по специальности «8D07108 / 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии (по областям применения)» а ее автор Аханова Назым Ерлановна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07108 / 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии (по областям применения)».

**Кандидат химических наук,  
главный научный сотрудник  
РГП на ПХВ «Институт проблем горения»**



**Лесбаев Б.Т.**