

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию КОВАЛЕЦ Натальи Павловны «Механические и электрофизические свойства композитов и нанокompозитов полимер/металл, полученных матричным синтезом на трековых мембранах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Ковалец Н.П. посвящена развитию метода матричного синтеза и характеристики трековых мембран для развития сенсорных технологий на основе гигантского комбинационного рассеяния света. Актуальность этого направления связана с решением важной фундаментальной проблемы – исследованию формирования горячих точек или оптических наноантенн, используя металлические наноструктуры в полимерной матрице, для усиления оптического поля. Автор работы систематически исследовала механические, оптические и электрические свойства трековых мембран с полным или частичным их заполнением различными металлами.

В диссертационной работе Ковалец Н.П. представлен ряд новых результатов и приведена их интерпретация. Достоверность и обоснованность экспериментальных и теоретических результатов и выводов, сформулированных в диссертации, определяется высокой точностью и воспроизводимостью полученных результатов за счет комплексного применения апробированных экспериментальных методик и современного научного оборудования, совместимости результатов с известными литературными данными.

Диссертация состоит из Введения, пяти глав, Заключение и списка литературы (105 наименований), списка публикаций автора. Объем диссертации - 120 страниц, включая 48 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы. Сформулированы научная новизна и практическая значимость исследований, приведены

выносимые на защиту положения. Дана необходимая информация об апробации диссертационной работы и личном вкладе автора.

Глава 1 посвящена литературному обзору в области шаблонного синтеза микро- и нанокомпозитов и вторичных металлических структур на базе трековых мембран. В соответствии с поставленными задачами рассмотрены основы теории прочности нанокомпозитов.

В Главе 2 приведены результаты по исследованию механических свойств образцов, используя оригинальную растяжную микромашинку, позволяющую растягивать образцы в поле зрения микроскопа, в том числе для проведения ГКР измерений. Кроме того, были проведены комплексные исследования оптических и электрических свойств мембран с использованием сканирующих зондовых, электронных и спектроскопических методов.

Глава 3 демонстрирует основные результаты по механическим свойствам композитов, содержащих трековую мембрану с разными порами и различными типами металлов. Одним из оригинальных результатов является разработка прочного металлического покрытия за счет частичного заполнения металлом пор трековой мембраны.

Глава 4 посвящена изучению образования микротрещин на поверхности трековых мембран, металлизированных плазмонным металлом, при механической нагрузке. Автору удалось зарегистрировать ГРК спектры молекул красителя малахитовый зеленый на трековой мембране под внешним давлением. Автором разработана физическая модель для объяснения усиления ГРК сигнала после снятия нагрузки. Основным результатом этой главы является вывод, что изменение механических и электрических характеристик металлического покрытия в процессе эксплуатации зависит от средней длины микротрещин и их поверхностной плотности.

В главе 5 рассмотрена технология получения ГРК-активных структур в виде ансамбля кросс-сшитых нанопроволок. Оптическая

эффективность такой структуры зависит, с одной стороны, от геометрии исходной мембраны, с другой – от длины выращенных нанопроволок. Автор диссертации предложила оригинальный способ сшивания концов нанопроволок, которые приводят к образованию горячих точек.

В целом диссертационная работа оформлена удовлетворительно, результаты и выводы сформулированы корректно. Однако в представленной диссертации содержится ряд недостатков, которые не снижают ценности и актуальности работы:

1. Объем диссертации (около 100 страниц!) не вполне достаточен для *экспериментальной* работы.

2. На ГКР-спектрах (рис. 4.1, 4.4, 4.11 и т.д.) не наблюдается широкополосное фоновое излучение, которое является отличительным признаком ГКР сигнала. Возможно автор вычитал этот нелинейный фон, однако для достоверности результатов следовало бы привести оригинальный спектр. На первый взгляд, механизм этого усиления имеет иную природу, не связанную с плазмонным резонансом.

3. В работе не рассмотрены методы оценки усиления ГКР сигнала и не приведен их сравнительный анализ.

4. Из текста диссертации неясно каким образом автор диссертации контролировал уровень заполнения металлом пор трековых мембран.

5. В тексте диссертации имеются в значительном количестве орфографические и стилистические ошибки, некоторые погрешности оформления.

В заключение следует отметить, что диссертационная работа Ковалец Натальи Павловны выполнена на высоком научном уровне, основные результаты докладывались автором на российских и международных конференциях и были опубликованы в престижных научных журналах (10 статей в рецензируемых научных изданиях, индексируемых международными базами данных (Web of Science,

Scopus) и рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных работ). Кроме того, Ковалец Н.П. является соавтором патента РФ на изобретение. Это подчеркивает значительный вклад автора в быстро развивающуюся область метал-полимерных трековых мембран и свидетельствует о признании ее достижений. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям согласно п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации No 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор Ковалец Наталья Павловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, профессор,

Заведующий кафедрой оптики и нанофотоники Института физики К(П)ФУ

e-mail: Sergey.Kharintsev@kpfu.ru

Тел.: +7 (843) 233-52-14

«26» апреля 2024 г.  / Харинцев Сергей Сергеевич

Контактные данные:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ФГАОУ ВО КФУ

Почтовый адрес: 420008, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корпус 1

Юридический адрес: 420008, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корпус 1

Тел.: +7 (843) 233-71-09

e-mail: public.mail@kpfu.ru



Список основных публикаций официального оппонента С. С. Харинцева по тематике диссертации Н.П. Ковалец "Механические и электрофизические свойства композитов и нанокompозитов полимер/металл, полученных матричным синтезом на трековых мембранах" в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

1. Kharintsev S.S., Battalova E.I., Mukhametzhanov T.A., Pushkarev A.P., Scheblykin I.G., Makarov S.V., Potma E.O. and Fishman D.A. Light-controlled multi-phase structuring of perovskite crystal enabled by thennoplasmonic metasurface // ACS Nano 17, 10, 9235-9244 (2023)
2. Kharintsev S.S. and Kazarian S.G. Nanoscale Melting of 3D Confined Azopolymers through Tunable Thermoplasmonics // The Journal of Physical Chemistry Letters V. 13, No, 23, P. 5351-5357 (2022).
3. Kharintsev S.S., Kharitonov A.V., Chemykh E.A., Alekseev A.M., Filippov N.A., and Kazarian S.G. Designing two-dimensional temperature profiles using tunable thermoplasmonics // Nanoscale 14, 12117 (2022)
4. Kharintsev S.S., Chemykh E.A., Shelaev A.V., Kazarian S.G. Nanoscale Sensing Vitrification of 3D Confined Glassy Polymers Through Refractory Thennoplasmonics // ACS Photonics V .8, No.5, pp. 1477-1488 (2021).
5. Kharintsev S.S., Kharitonov A. V. Gazizov A. R. Kazarian S.G. Disordered Nonlinear Metalens for Raman Spectral Nanoimaging // ACS Applied Materials & Interfaces V. 12(3) pp. 3862-3872 (2020).
- 6, Kharintsev S.S., Saparina S.V., Fishman A.I., Stolov A.A., Li J. Spectrally Resolving Coherent TERS Spectroscopy of Electrically Biased Carbon-Coated Fibers // The Journal of Physical Chemistry C 124(27), 14752-14758 (2020).
7. Kharintsev S.S., Saparina S.V., Fishman A J., Stolov A.A., Li J. Water-Anchored Edge Defects in Amorphous Carbon Probed with Thermal- and Electro-assisted Raman Spectroscopy and Nanoscopy// The Journal of Physical Chemistry C 124 (29), 15886-15894 (2020).
8. Kharintsev S.S. Far-field Raman color superlensing based on disordered plasmonics // Optics Letters, 44(23), 5909-5912 (2019).