

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.385.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17.03.2026 г. № 2

О присуждении Марценюку Вадиму Владимировичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка непрерывно- и дисперсно-наполненных композитов с фторполимерными матрицами для создания газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов» по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» (технические науки) принята к защите 15 января 2025 г. (протокол заседания № 1), диссертационным советом 24.2.385.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, приказ о создании диссертационного совета №525/нк от 25.05.2022 г., приказы о внесении частичных изменений: №547/нк от 24.03.2023 г., №377/нк от 15.04.2024 г., №699/нк от 09.07.2024 г., №232/нк от 19.03.2025 г., №1182/нк от 09.12.2025 г.

Соискатель Марценюк Вадим Владимирович, 26 сентября 1994 года рождения.

В 2016 г. окончил бакалавриат в Энгельсском технологическом институте (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология с присвоением квалификации «Бакалавр».

В 2018 г. окончил магистратуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика с присвоением квалификация «Магистр».

В 2022 г. окончил аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология с присвоением квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь». В период подготовки диссертации работал в должности ассистента кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов (история и философия науки, иностранный язык (английский), специальность) по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» выдана в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна».

В настоящее время работает в должности старшего преподавателя на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса в Федеральном государственном бюджетном образовательном

учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Асташкина Ольга Владимировна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса, и.о. заведующего кафедрой.

Официальные оппоненты:

Редина Людмила Васильевна – доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», кафедра химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов, профессор.

Добровольский Юрий Анатольевич – доктор химических наук, профессор, общество с ограниченной ответственностью «Центр водородной энергетики», генеральный директор.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов) в своём положительном отзыве, подписанном Гороховским Александром Владиленовичем, доктором химических наук, профессором,

заведующий кафедрой «Химия и химическая технология материалов», и утверждённым Землянухиным Александром Исаевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором по науке и инновациям Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» указала, что диссертационная работа Марценюка В.В. на тему «Разработка непрерывно- и дисперсно-наполненных композитов с фторполимерными матрицами для создания газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов» по актуальности, практической значимости, объёму и подходам к описанию научных результатов отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями) и паспорту специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов». Данная диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, результаты которого заключаются в разработке и обосновании новых технологий получения структурированных углерод-полимерных композитов. Эти материалы обладают потенциалом для применения в качестве газодиффузионных слоёв топливных элементов водородного типа. В диссертационной работе Марценюка В.В. изложены новые научно обоснованные технические решения по созданию газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов в том числе с микропористым слоем, имеющие существенное значение для развития водородной энергетики в нашей стране. Автор диссертационной работы – Марценюк В.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

Соискатель имеет 70 опубликованных работ, в том числе по теме

диссертации опубликовано 14 работ, из которых 3 статьи в журналах, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science, 3 статьи в журналах, входящих в «Перечень ВАК ... », 1 статья в журнале, индексируемом в РИНЦ, 6 тезисов в сборниках материалов 6-ти международных и всероссийских конференций, получены 3 акта внедрения, 1 патент Российской Федерации на изобретение. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах. В работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях перечня ВАК и международных базах данных Scopus и Web of Science, Марценюк В.В. внес существенный личный вклад при их написании.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Lysenko, A.A. Use of Additive Technologies to Produce Carbon-Polymer Membranes / A.A. Lysenko, V.V. Martsenyuk, N.S. Lukicheva, O.V. Astashkina and S.V. Timofeev // *Fibre Chemistry*. – 2022. – Vol. 54. – No. 2. – P. 78-83. Авторский вклад 80%.

2. Vilacheva, Yu.Yu. On Hydrogen Energy, the Global Market for Fuel Cells, and the Development of Domestic Gas-Diffusion Layers / Yu.Yu Vilacheva, V.V. Martsenyuk, O.V. Astashkina, A.A. Lysenko and Yu.A. Fomenko // *Fibre Chemistry*. – 2023. – Vol. 55. – No. 3. – P. 174-182. Авторский вклад 60%.

3. Vilacheva, Yu.Yu. Use of Fluoropolymers as Components of Fuel Cells / Yu.Yu. Vilacheva, Yu.A. Fomenko, V.V. Martsenyuk and O.V. Astashkina // *Fibre Chemistry*. – 2024. – Vol. 56. – No. 3. – P. 149-153. Авторский вклад 60%.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Все положительные:

1. От старшего научного сотрудника, кандидата физико-математических наук, начальника отдела развития Института нанотехнологий в электронике, спинтроники и фотоники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"» **Алексеева Константина Павловича:**

- относительно влияния морфологии углеродного наполнителя на экстремум пористости. Вы обнаружили экстремальную зависимость пористости только для тканого углеродного наполнителя (УТ-ГЦ). Для нетканого материала (УНМ) такой зависимости не наблюдалось. Можно ли предположить, что это связано с исходной, более высокой пористостью и хаотичной упаковкой волокон в УНМ, где введение полимера просто последовательно заполняет свободный объём?
- в представленной технологии газодиффузионных слоёв используется термообработка при 300°C и 370°C для спекания частиц политетрафторэтилена. Однако известно, что длительная работа топливного элемента может приводить к локальному перегреву в мембранно-электродном блоке. Исследовалась ли Вами термоокислительная стабильность именно полученной наноструктурированной формы политетрафторэтилена (спеченные наночастицы на поверхности углеродного волокна) в сравнении с массивным полимером? Не может ли такой морфологически организованный слой фторопласта на углеродной подложке оказаться более уязвимым к радикальным механизмам деградации в присутствии кислорода и влаги при работе топливного элемента?

2. От доктора химических наук, профессора кафедры физической химии, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» **Заболоцкого Виктора Ивановича:**

- в работе были получены как непрерывно-наполненные композиционные (газодиффузионные слои), так и дисперсно-наполненные (микропористый слой) углерод-фторопластовые композиты. Были применены углеродные дисперсные наполнители: технический углерод и углеродные нанотрубки. Возникает вопрос, чем руководствовался автор при выборе данных углеродных дисперсных

наполнителей при разработке микропористого слоя? Рассматривалась ли возможность использования для создания микропористого слоя кроме углеродных нанотрубок, другие углеродные токопроводящие наноструктуры?

3. От доктора технических наук, ведущего эксперта кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"» **Бурмистрова Игоря Николаевича:**

- известно, что фторопласты, за счёт особенностей химической природы, применяют в качестве антиадгезионных покрытий и смазок как самостоятельно, так и в составе композита. В связи с этим работа могла быть усилена результатами исследования адгезионной прочности между углеродной основой (волокно/филамент) и фторполимерной матрицей;
- для микропористого слоя было выбрано оптимальное соотношение компонентов углеродного наполнителя, состоящее 85/15 по массе технического углерода и углеродных нанотрубок соответственно. Тем не менее в работе представлен анализ влияния этого соотношения только на адгезию, и не указано как оно влияет на ключевые свойства разрабатываемого материала, например, на электронную и протонную проводимость микропористого слоя в части и газодиффузионного слоя в целом;
- технологические схемы, представленные в автореферате, как я понимаю, реализованы в лабораторных условиях. Учитывая, что работе защищается по техническим наукам описание схем могло бы быть улучшено рассмотрением вопросов масштабирования процесса до промышленного уровня.

4. От доктора химических наук, профессора кафедры аналитической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» **Васильевой Веры Ивановны**:

- в связи с заявлением о создании импортозамещающих материалов можно ли считать, что в работе решена задача адаптации и оптимизации технологии под конкретное доступное отечественное сырье? Являются ли предложенные технологические схемы универсальными для любого типа (вида прекурсора) углеродных волокон?

5. От кандидат химических наук, ведущего научного сотрудника, заведующей лабораторией «Лаборатория технологии ионообменных мембран», Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» **Морозовой Софьи Михайловны**:

- для изготовления газодиффузионных слоёв использованы различные основы: ткань, нетканый материал и бумага. И для каждой основы выбраны оптимальные содержания фторопластовой матрицы: 15, 20 и 35 масс. % соответственно. Чем обосновано или экспериментально доказано именно такое содержание матриц?
- основной технологический акцент автор делает на совмещении стадии пропитки углеродной основы со стадией гидрофобизации газодиффузионного слоя. Скажите, возможно ли использование разработанных технологических подходов для создания других типов композитов, состоящих из углеродных и фторопластовых материалов?
- рекомендуется пояснить, почему содержание фторполимера 15% приводит к значительному повышению пористости образцов (рис. 4а);
- описано формирование наночастиц фторполимера на углеродных

наполнителях (рис. 5). Уточните, каково было распределение частиц по размерам и почему форма отлична от идеальной сферы?

6. От кандидата химических наук, заведующей лабораторией неорганического синтеза, Филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» — институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова **Ивановой Александры Геннадьевны**:

- большое количество сокращений и повторности, а также стиль изложения затрудняют восприятия диссертационного материала;
- в автореферате не хватает классификации углеродсодержащих и фторполимерных материалов, используемых при создании ГДС ТПТЭ, определения ключевых понятий, например, что такое непрерывно- и дисперсно-наполненные композиционные материалы, матрица и т.п., предъявляемых требований (технических показателей) к ГДС топливного элемента. Необходимо отметить, что в диссертационном материале всё перечисленное выше имеется;
- на стр. 6 представленные технологические блок-схемы (рис. 1 и 2) получения УПКМ ГДС полностью не отражают весь технологический процесс, описанный в материале диссертации;
- на стр. 9, рис. 5, представлены условные изображения углеродных филаментов, покрытых наночастицами фторопласта (ФП-2), и СЭМ-изображения ФП-2. К этому рисунку не хватает, имеющие в диссертационном материале, СЭМ изображения углеродных филаментов, покрытых ФП-2. Из автореферата непонятно так плотно, сплошным слоем покрывают филаменты все используемые ФП (ФП 1 и 3) или только ФП-2? Почему была выбрана именно матрица ФП-2 для изготовления непрерывно-наполненных УПКМ ГДС?
- изображения СЭМ (рис. 7, стр. 10) имеют различную бар-линию

- (различное увеличение), что затрудняет их сравнение;
- из материала автореферата неясно какой УПКМ ГДС (на основе УТ-ГЦ, УНМ и УБ) является лучшим и рекомендуется;
 - на стр. 11 в предложении «Нанесение МПС на УПГДС позволяет снизить УЭС поперёк плоскости с 18,9 до 17,0 мОм/см² (УТ-ГЦ); с 23,8 до 24,1 мОм/см² (УНМ) и с 52,0 до 46,8 мОм/см² (УБ из ПАН-1), то есть в среднем на 10 % в случае нанесения МПС методом прессования, а также с 18,9 до 15,1 мОм/см² (УТ-ГЦ)», вероятно, подчеркнутые значения перепутаны местами;
 - какой способ нанесения микропористого слоя на УПКМ ГДС является наиболее приемлемым?
 - на рис. 10, стр. 13, неправильно указаны стрелки к кривым ВАХ и мощности ТПТЭ с УПКП ГДС/МПС и эталона: удельная мощность должна быть обозначена черными знаками, а зависимость тока от напряжения - синими, а не наоборот;
 - удельная мощность УПКП ГДС с МПС с комбинированным наполнителем на основе УБ из ПАН-1 (рис. 10) является самой высокой из полученных УПКМ. Однако другие характеристики этого композиционного материала не приведены;
 - в выводах автореферата указано, что полученные УПКМ обладают хемостойкостью. Тем не менее в самом автореферате не приводятся данные об этом.

7. От кандидата химических наук, заведующего отделом политетрафторэтилена и перфторированных ионообменных мембран Акционерного общества «Пластполимер» **Тимофеева Сергея Васильевича:**

- какова роль углеродных нанотрубок в микропористом слое на границе между мембраной и ГДС;
- ведение в микропористый слой мембранного полимера (например, с использованием раствора или дисперсии на его основе) с целью

оптимизации гидрофильно-гидрофобного баланса и электропроводности;

- также можно отметить опечатку на стр. 11 автореферата касательно снижения УЭС с 23,8 до 24,1%.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и представители ведущей организации являются компетентными учеными в области технологии и переработки полимеров и композитов, и имеют соответствующие публикации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан научный подход к изготовлению углерод-фторполимерных композитов с заданными свойствами, заключающийся в определении типа волокнистого углеродного наполнителя, химической природы фторполимера, его массовой доли в композите и способа нанесения, и совмещающий стадии получения композиционного материала и гидрофобизации;

предложено использование фторполимерных матриц разного химического состава при создании непрерывно- и дисперсно-наполненных углерод-полимерных композиционных материалов для газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов с регулируемыми свойствами;

доказана зависимость свойств углерод-полимерных композиционных материалов, используемых для создания газодиффузионных слоёв, от химической природы фторполимеров и характер их изменения в зависимости от содержания фторполимерных матриц в композите;

введены научно-обоснованные представления о взаимосвязи высоких гидрофобных и электропроводящих свойств от параметров тканой структуры углерод-полимерных композиционных материалов и формирования на поверхности углеродных филаментов шаровидных наночастиц полностью фторированного фторполимера;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказан экстремальный характер зависимости общей пористости композиционных материалов на основе тканого углеродного наполнителя от содержания в них фторполимеров и достижение высокой гидрофобности материалов за счет формирования на поверхности углеродных филаментов шаровидных наночастиц полностью фторированного фторполимера;

применительно к проблематике диссертации результативно

использован комплекс методов исследования структуры и свойств непрерывно- и дисперсно-наполненных углерод-полимерных композитов, включая композиты с комбинированным наполнителем в качестве газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов;

изложены доказательства взаимосвязи типов углеродных волокнистых наполнителей (ткань, нетканый материал, бумага), видов фторполимерных связующих различной химической природы (частично или полностью фторированный фторполимер) и свойств углерод-полимерных газодиффузионных слоёв;

раскрыто влияние химической природы и содержания фторполимеров на общую пористость композиционных материалов на основе тканого углеродного наполнителя и высокую гидрофобность при сохранении электропроводящих свойств;

изучены зависимости количественных характеристик разработанных углерод-полимерных газодиффузионных слоёв от технологических параметров их изготовления, включая метод пропитки, содержание связующего, температура и давление прессования, режимы термообработок;

проведена модернизация существующих методов изготовления углерод-полимерных композитов для газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов в части применения частично или полностью фторированных фторполимеров при объединении стадий получения композиционного материала и гидрофобизации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена (наработана партия материалов в полупромышленных условиях) технология непрерывно- и дисперсно-наполненных углерод-полимерных композитов с фторполимерными матрицами;

определены перспективы практического использования разработанных непрерывно- и дисперсно-наполненных углерод-полимерных композитов с фторполимерными матрицами различной химической природы в качестве газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов;

создана система практических рекомендаций при изготовлении газодиффузионных слоёв на основе углерод-фторполимерных бумаг из сформованных аэродинамическим методом резанных углеродных волокон;

представлены предложения по реализации разработанного способа получения углерод-фторполимерных композитов в производственных условиях, а также методические рекомендации к выбору волокнистого углеродного наполнителя и фторполимеров различной химической природы для создания газодиффузионных слоёв.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ воспроизводимость результатов исследований и их согласованность с имеющимися на данный момент литературными источниками, с теоретическими и практическими достижениями мирового уровня;

теория построена на общепринятых принципах создания полимерных композиционных материалов и согласуется с опубликованными экспериментальными данными для известных аналогов;

идея базируется на обобщённых принципах создания композиционных материалов с волокнистыми наполнителями и опыте кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса СПбГУПТД в области создания газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов;

использовано сравнение свойств и принципов изготовления углерод-

полимерных композитов с полученными ранее отечественными и зарубежными данными независимых авторов;

установлена согласованность основных характеристик и эксплуатационных свойств разработанных углерод-полимерных композитов для газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов с аналогичными, в том числе зарубежными, промышленно-выпускаемыми аналогами;

использованы современные методики сбора данных с применением взаимодополняющих средств измерений и обработки результатов.

Личный вклад соискателя состоит в совместной с научным руководителем разработке стратегии планирования экспериментов и в непосредственном выполнении исследовательской работы, обработке и анализе полученных данных, формулировании положений и выводов, а также подготовке материалов для патентования и опубликования статей в научных изданиях, в апробации разработанных материалов в производственных условиях. Все изложенные в диссертации результаты получены автором лично или при непосредственном его участии.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны замечания. Соискатель Марценюк В.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 17 марта 2026 г. диссертационный совет принял решение, что диссертация Марценюка Вадима Владимировича «Разработка непрерывно- и дисперсно-наполненных композитов с фторполимерными матрицами для создания газодиффузионных слоёв водородных топливных элементов» по актуальности, научной новизне, объёму и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), является

законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические разработки по созданию непрерывно- и дисперсно-наполненных полимерных композиционных материалов с фторполимерными матрицами в качестве газодиффузионных слоёв для топливных элементов с протонообменной мембраной, имеющих существенное значение для развития страны, и **присудить Марценюку Вадиму Владимировичу** учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за – 10, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета, доктор химических наук,
профессор

Сашина Елена Сергеевна

Ученый секретарь диссертационного
совета, доктор технических наук,
профессор

Витковская Раиса Федоровна

17 марта 2026 года.