



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ)

мкр. Орлова роща, д. 1, г. Гатчина, Ленинградская область, 188300
Телефон: (81371) 4-60-25, факс: (81371) 3-60-25. E-mail: dir@pnpi.nrcki.ru
ОКПО 02698654, ОГРН 1034701242443, ИНН 4705001850, КПП 470501001

УТВЕРЖДАЮ

Директор
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ
Ю.Н. Нестерчук



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения
«Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

Диссертационная работа Герасимова Дмитрия Игоревича на тему «Пьезо-электрические свойства и структура пористых ориентированных пленок поливинилиденфторида» выполнена в лаборатории физической химии полимеров Филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт высокомолекулярных соединений.

В период подготовки диссертации соискатель Герасимов Дмитрий Игоревич работал с 01 декабря 2021 года в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН), затем в связи с реорганизацией ИВС РАН в форме присоединения к федеральному государственному бюджетному учреждению «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ) с 05.08.2024 (с даты внесения в Единый государственный реестр юридических лиц записи за номером 2244700333777 о прекращении деятельности ИВС РАН как отдельного

юридического лица) по настоящее время в должности инженера в Филиале федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт высокомолекулярных соединений.

В 2021 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» с присвоением квалификации «Магистр» по направлению подготовки 04.04.01 «Химия». Срок окончания очной аспирантуры федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» 31 октября 2025 г.

Справка о сданных кандидатских экзаменах выдана в 2024 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтom высокомолекулярных соединений Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Бронников Сергей Васильевич работает в должности советника, руководителя лаборатории физической химии полимеров Филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт высокомолекулярных соединений.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Получение ориентированных пористых пленок ПВДФ, основанное на экструзии расплава полимера с их последующей термомеханической обработкой, является актуальной задачей как с научной, так и с практической точки зрения.

Целью настоящего исследования является разработка процесса получения ориентированных пористых пленок ПВДФ с высокими пьезоэлектрическими свойствами.

Для реализации поставленной цели были последовательно решены следующие задачи:

1. Получить ориентированные пленки ПВДФ методом экструзии расплава полимера и изучить влияние кратности фильерной вытяжки на морфологию кристаллической структуры образцов;
2. Исследовать влияние тепловых воздействий на стадии изометрического отжига образцов на строение кристаллической структуры пленок ПВДФ;
3. Подтвердить возможность инициирования полиморфного $\alpha \rightarrow \beta$ перехода в ориентированных пленках ПВДФ методом одноосного растяжения и определить условия достижения максимального содержания полярной кристаллической β -модификации;
4. Изучить влияние термомеханических воздействий процесса получения на формирование пористой структуры в пленках ПВДФ и определить условия возникновения в образцах сквозных пор;

5. Определить оптимальные условия проведения поляризации пленок ПВДФ с целью достижения максимальных пьезоэлектрических характеристик.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней получены пленки ПВДФ с широким спектром физико-механических характеристик: от высокопористых пленок со сквозной проницаемостью для жидкостей до ориентированных пористых пленок ПВДФ с высокими величинами пьезоэлектрического отклика, при варьировании только тепловых и ориентационных параметров технологического процесса. Показано, что ориентация надмолекулярной структуры пленок влияет не только на физико-механические характеристики образцов, но и на успешность проведения поляризации пленок ПВДФ, от которой в существенной мере зависят и пьезосвойства исследуемого материала.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- Разработан метод получения ориентированных пористых пленок ПВДФ с выраженными пьезоэлектрическими характеристиками;
- Определены ориентационные параметры процесса получения пленок ПВДФ, позволяющие регулировать их структуру, достигая максимального значения общей пористости или содержания полярной β -модификации;
- Экспериментально установлен оптимальный режим контактной термополяризации пленок ПВДФ, обеспечивающий высокие значения пьезоэлектрического модуля.

Список опубликованных работ, подтверждающих новизну полученных результатов, насчитывает 22 печатные работы, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России; в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus 7 статей, 1 патент РФ.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Ефремова Е.А., Крылов И.Р., Зинчик А.А., Прохорова У.В., Шоев В.И., Матвиевская О.В., Герасимов Д.И., Курындин И.С., Ельяшевич Г.К. Оптическая анизотропия ориентированных пористых пленок поливинилиденфторида // Высокомолекулярные соединения. Серия А. — 2021. — Т. 63. — №6. — С. 405-412.
2. Пакальнис В.В., Курындин И.С., Герасимов Д.И., Ельяшевич Г.К. Микропористые полимерные пленки как сепараторы для литий-ионных аккумуляторов // Письма в журнал технической физики. — 2023. — Т. 49. — № 15. — С. 26-28.
3. Герасимов Д.И., Курындин И.С., Никонорова Н.А., Бронников С.В. Релаксационные процессы в ориентированных пленках поливинилиденфторида различного полиморфного состава // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. — 2023. — Т. 56. — № 2. — С. 79-87.

Публикации в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus

1. Gerasimov D.I., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Temnov D.E., Elyashevich G.K. Piezoelectric properties of the oriented porous poly(vinylidene) fluoride films // AIP Conference Proceedings. — 2020. — Т. 2308. — С. 030001.
2. Elyashevich G.K., Kuryndin I.S., Rosova E.Y., Gerasimov D.I., Vylegzhanina M.E. Piezo-active composite systems based on porous polyvinylidene fluoride films and

conducting polymer layers as electrodes // *Physics of Complex Systems*. — 2021. — Т. 2. — № 1. — С. 25-32.

3. Elyashevich G.K., Gerasimov D.I., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Rosova E.Y., Vylegzhanina M.E. Evolution of the Surface Structure and Functional Properties of the Electroconducting Polymer Coatings onto Porous Films // *Coatings*. — 2022. — Т. 12. — № 1. — С. 51.

4. Gerasimov D.I., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Volgina E.A., Temnov D.E., Elyashevich G.K. Structure formation and depolarization relaxation processes in porous piezoactive polyvinylidene fluoride films // *Physics of the Solid State*. — 2022. — Т. 64. — № 2. — С. 1432-1438.

5. Gerasimov D.I., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Nikonorova N.A., Popova E.N., Kamalov A.M., Elyashevich G.K. Structure transformations and dielectric properties of extruded and annealed polyvinylidene fluoride films // *Iranian Polymer Journal*. — 2023. — Т. 33. — №1. — С. 1-10.

6. Gerasimov D.I., Nikonorova N.A., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Bronnikov S.V. Relaxation processes in the oriented polyvinylidene fluoride films with various crystalline phase composition // *Journal of Polymer Research*. — 2024. — Т. 31. — № 11.

7. Volgina E.A., Temnov D.E., Gerasimov D.I., Kuryndin I.S., Lavrentyev V.K., Bronnikov S.V. Depolarization Relaxation Processes in Polyvinylidene Fluoride Films with Non-polar α -Crystalline Phase // *Polymer Science, Series A*. — 2024. — Т. 66. — № 4. — С. 473-479.

Патент:

1. Ельяшевич, Г.К., Пористая полимерная пленка-сепаратор для обеспечения безопасности металл-ионного аккумулятора / Г.К. Ельяшевич, И.С. Курындин, Д.И. Герасимов, В.В. Пакальнис // Патент RU 2831749 С1. Дата подачи заявки: 2024.01.12. Опубликовано: 2024.12.13; Бюл. №35.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на всероссийских и международных конференциях: IX научно-техническая конференция студентов, аспирантов, молодых ученых “Неделя науки 2019”; СПбГТИ (ТУ), апрель 2019; International Saint-Petersburg Conference of Young Scientists “Modern Problems of Polymer Science”; IMC, October 2019; VIII, IX Межвузовский конкурс-конференция научных работ имени А.А. Яковкина “Физическая химия – основа новых технологий и материалов; СПбГТИ (ТУ), ноябрь 2019; ноябрь 2020; 16-я Санкт-Петербургская конференция молодых ученых с международным участием “Современные проблемы науки о полимерах”. Санкт-Петербург, октябрь 2022; Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2023». Москва, апрель, 2023; Современные проблемы науки о полимерах. Санкт-Петербург, ноябрь, 2023; XXX Каргинские чтения. Тверь, март, 2024.

Личный вклад автора заключался в получении образцов; исследовании структуры и свойств пленок ПВДФ; анализе, обработке и интерпретации полученных данных; а также подготовке докладов и публикаций.

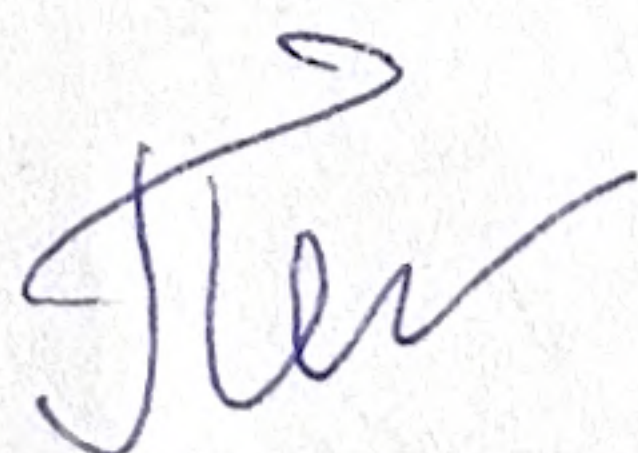
Диссертант проявил высокий уровень квалификации в области физики высокомолекулярных соединений. Диссертация Герасимова Дмитрия Игоревича

оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационной работе, изложена ясно и логично. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (п. 7. Физические состояния и фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Реология полимеров и композитов; п. 9. Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники; п. 10. Решение технологических и экологических задач, связанных с первичной и вторичной переработкой полимерных материалов).

Диссертация «Пьезоэлектрические свойства и структура пористых ориентированных пленок поливинилиденфторида» Герасимова Дмитрия Игоревича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Заключение обсуждено и принято на заседании Отдела физики полимеров Филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт высокомолекулярных соединений. Присутствовало на заседании 33 чел., из них 8 докторов наук, 15 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» – 23 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет (в голосовании приняли участие сотрудники с ученой степенью доктора и кандидата наук), протокол № 2 от 9 сентября 2025 г.

Председатель заседания,
д.ф.-м.н., проф. РАН
ведущий научный сотрудник
лаборатории теории и моделирования
полимерных систем



А.А. Полоцкий