

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.х.н., профессор Е.В. Румянцев

« 15 »



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Разработка технологии ускоренной стабилизации ПАН жгута для получения высокопрочных углеродных волокон» по научной специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (технические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов.

В процессе подготовки диссертации Трофименко Евгений Александрович, «03» марта 1996 года рождения, обучался в аспирантуре на кафедре химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с 01 сентября 2018 года по 31 августа 2022 года.

В настоящее время является руководителем технических проектов АО «ЮМАТЕКС».

Диплом об окончании аспирантуры выдан в РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2022 году.

Научный руководитель – доктор химических наук по научной специальности 02.00.15 – Кинетика и катализ, профессор, профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Бухаркина Татьяна Владимировна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка технологии ускоренной стабилизации ПАН жгута для получения высокопрочных углеродных волокон» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что выдающиеся физико-механические свойства углеродсодержащих композитных материалов объясняют высокую заинтересованность в них многих высокотехнологичных компаний. Однако в сравнении с

«классическими» конструкционными материалами (стали, сплавы алюминия, пластики и т.д.) использование углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) крайне ограничено, что обусловлено их относительно высокой ценой. Снижение себестоимости углеродного волокна как основы для их создания должно привести к расширению областей использования УУКМ в массовом секторе экономики. Работа Е.А. Трофименко, направленная на сокращение продолжительности цикла получения углеродного волокна из ПАН при одновременном снижении его энергоемкости, востребована и своевременна.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Предложен и экспериментально обоснован подход к разделению процессов термостабилизации на стадии без участия и с участием окислителя. На базе исследования кинетики терморазложения материала ПАН-волокна выбран температурно-временной режим обработки исходного материала.
2. Впервые представлено развернутое описание методики проведения ускоренной термостабилизации ПАН-волокна, позволяющей повысить производительность получения углеродного волокна с высокими физико-механическими характеристиками.
3. Выявлена связь условий диффузии газа-окислителя с формированием структуры «ядро-оболочка» волокна и показана возможность управления данной структурой.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в следующем:

- 1) получены кинетические характеристики процесса термодеструкции в условиях опытной установки с использованием 1-3 жгутов ПАН-волокна. С использованием этих данных обоснована необходимость организации ряда зон температурной обработки с выбором рабочей температуры каждой зоны;
- 2) научно обоснован выбор скорости потока газа-окислителя при термостабилизации волокна;
- 3) предложена схема формирования гетерогенной структуры волокна и возможности повышения гомогенизации структуры;
- 4) разработана опытная технология получения углеродного волокна с заданными характеристиками, потенциально пригодная к масштабированию и внедрению в промышленность при одновременном снижении его себестоимости;
- 5) получено высокопрочное углеродное волокно со стандартным

модулем упругости из промышленно выпускаемого ПАН-прекурсора с более высоким уровнем свойств, чем публикуемые в иностранной литературе.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 4 статьях в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и Chemical Abstracts.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: LVI Международной научно-практической конференции World Science: Problems and innovations. (г. Пенза, 2021 г.); V Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки» (г. Пенза, 2021 г.); XIII Международной научно-практической конференции «Научные исследования молодых ученых» (г. Пенза, 2021 г.); VI Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки» (г. Пенза, 2021 г.); XIII Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения» (г. Пенза, 2021 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Трофименко Е.А. Модификация ускоренной термостабилизации полиакрилонитрильных волокон созданием градиента концентрации кислорода при получении углеродного волокна. / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина, С.В. Вержичинская. // Тонкие химические технологии. – 2023. – Т.18. – №3. – С. 243-253. (**Scopus**)

2. Трофименко Е.А. Кинетическая модель термостабилизации полиакрилонитрильных волокон в атмосфере азота / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина, С.В. Вержичинская, Ю.В. Гаврилов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – №6 (396). – С 129-135. (**Scopus, Chemical Abstracts**)

3. Трофименко Е.А. Ускоренная стабилизация полиакрилонитрильного волокна для получения высокопрочных углеродных волокон / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина, С.В. Вержичинская, И.А. Козловский // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – №3 (399). – С 172-179. (**Scopus, Chemical Abstracts**)

4. Трофименко Е.А. Влияние продолжительности карбонизации

при ускоренной термостабилизации полиакрилонитрильных волокон на свойства углеродных нитей / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина, С.В. Вержичинская, Д.В. Староверов // Химическая промышленность сегодня. – 2022. – №2. – С 16-19. (Chemical Abstracts)

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Трофименко Е.А. Оптимизация процесса высокотемпературной карбонизации при производстве углеродных волокон на базе полиакрилонитрила / **Е.А. Трофименко** // World Science: problems and innovations: Сборник статей LVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 августа 2021 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С 12-15.
2. Трофименко Е.А. Влияние деформации при низкотемпературной карбонизации на свойства углеродного волокна / **Е.А. Трофименко** // Теория и практика современной науки: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. В 2 частях, Пенза, 20 ноября 2021 года. Том 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. – С 24-27.
3. Трофименко Е.А. Влияние тока электрохимической обработки углеродных волокон на свойства полимерного композиционного материала (ПКМ) / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина // Теория и практика современной науки: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 июня 2021 года. – Пенза: Общество с ограниченной ответственностью «Наука и Просвещение», 2021. – С 22-29.
4. Трофименко Е.А. Влияние тока электрохимической обработки углеродных волокон на свойства полимерного композиционного материала при использовании разбавленных растворов гидрокарбоната аммония / **Е.А. Трофименко**, Т.В. Бухаркина // Научные исследования молодых ученых: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 июля 2021 года. – Пенза: Наука и Просвещение», 2021. – С 10-15.
5. Трофименко Е.А. Влияние тока электрохимической обработки углеродных волокон на свойства полимерного композиционного материала при использовании растворов азотной кислоты / **Е.А. Трофименко** // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы,

открытия и достижения: сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 августа 2021 года. – Пенза: Наука и просвещение», 2021. – С 24-28.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в части:

п. 10. Неметаллические углеродсодержащие материалы. Физико-химические принципы технологии углеродных материалов и изделий, включают стадии подготовки исходных материалов, смешивания и гомогенизации компонентов, формования заготовок или изделий, их упрочнения, высокотемпературных процессов, обработки материалов и изделий для придания им требуемых свойств, формы и размеров. Технологии производства углеродных материалов различного назначения, технический углерод. Сырьевые углеродсодержащие материалы.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Трофименко Евгения Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Трофименко Евгению Александровичу; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

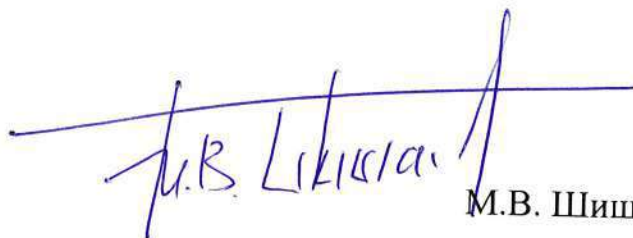
С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка технологии ускоренной стабилизации ПАН жгута для получения высокопрочных углеродных волокон» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов, состоявшемся «08» апреля 2025 года, протокол № 5. В обсуждении приняли участие: и.о. заведующего кафедрой, к.т.н. Шишанов Михаил Валентинович; профессор кафедры, д.х.н., профессор, Бухаркина Татьяна Владимировна; доцент кафедры, к.х.н., доцент Вержичинская Светлана

Владимировна; профессор кафедры, д.т.н., профессор, Налётов Алексей Юрьевич; профессор кафедры, к.т.н., доцент Скудин Валерий Всеволодович; доцент кафедры, к.х.н., доцент Синицин Сергей Александрович; ассистент кафедры Шуляка Светлана Евменовна; ассистент кафедры Иванова Анастасия Николаевна; ассистент кафедры Тарасенко Михаил Александрович; ассистент кафедры, к.т.н. Лучкин Максим Сергеевич.

Принимало участие в голосовании 7 человек. Результаты голосования: «За» - 7 человек, «Против» - 0 человек, «Воздержались» - 0 человек, протокол № 5 от «08» апреля 2025 г.

Председатель заседания
и.о. заведующего кафедрой
химической технологии
природных энергоносителей
и углеродных материалов
к.т.н.



М.В. Шишанов

Секретарь заседания



А.Н. Иванова