

В диссертационный совет Д 212.236.01  
созданного на базе ФГБОУ ВО  
«Санкт-Петербургский  
государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института  
высокомолекулярных соединений  
Российской академии наук

А.В. Якиманский

2021

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

федерального государственного бюджетного учреждения науки Института  
высокомолекулярных соединений Российской академии наук  
на диссертацию Крисковца Максима Викторовича  
«Разработка и исследование углеродных волокон с низким удельным  
объемным электрическим сопротивлением на основе полиоксидазола»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов

На отзыв представлены диссертация с приложением и автореферат.  
Диссертационное исследование состоит из введения, шести разделов,  
заключения, списка литературы и приложений. Материалы изложены на 181  
странице. Список использованных источников включает 147 наименований  
работ на русском и английском языках. Представленная диссертация  
выполнена на кафедре наноструктурных, волокнистых и композиционных

материалов им. А.И. Меоса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», научный руководитель – доктор технических наук по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов, профессор кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса Лысенко Владимир Александрович.

### **Актуальность темы диссертации**

Углеродные волокна обладают комплексом уникальных свойств – высокими прочностными и упругими характеристиками, жаростойкостью, электропроводностью, низкой, по сравнению с металлами и сплавами, плотностью. Этим объясняется высокий практический и научный интерес к материалам на их основе в течение последних десятков лет. Основными прекурсорами углеродных волокон являются волокна из полиакрилонитрила, гидратцеллюлозы, каменноугольного пека.

### **Научная новизна**

В работе Крисковца М. В. предложено использование промышленно выпускаемых волокон на основе синтетического полужесткоцепного полимера – поли-пара-фенилен-1,3,4-оксадиазола, в качестве исходных, для получения высокоэлектропроводящих углеродных волокон.

Обнаружены и исследованы закономерности влияния термообработки полимерных полиоксадиазольных нитей при температурах ниже температуры начала термодеструкции на электропроводность углеродных волокон на их основе

Особенно следует отметить детальный анализ структуры полиоксадиазольных нитей, изменение их надмолекулярной структуры в процессе термообработки. Применение методов рентгеновской дифракции и

термического анализа позволили установить связь зависимости электропроводности углеродных волокон от температуры обработки с особенностями кристаллической структуры полимерных нитей.

Проведенные автором работы исследования изменения свойств и структуры волокон этого класса в процессе пиролиза и карбонизации представляет несомненный научный и практический интерес.

### **Практическая значимость**

Особенно следует отметить, что в результате проведенных исследований разработана промышленная технология изготовления углеродных волокон на основе нитей Арселон и Арселон-С из полиоксадиазола с низким удельным объемным электрическим сопротивлением, на уровне дорогостоящих углеродных полиакрилонитрильных волокон аналогов.

При этом созданная технология в отличие от аналогов, изготавливаемых при температуре выше 2500 °С, позволяет снизить температуру до 2200 °С; не требует вытяжки и термостабилизации и при изготовлении.

### **Достоверность и обоснованность результатов исследований**

Комплексное исследование нитей марки Арселон и Арселон-С из полипара-фенилен-1,3,4-оксадиазола и углеродных волокон на их основе: выполнено методами рентгеноструктурного анализа, термического и элементного анализа; определены прочность, модуль жесткости и удлинение при разрыве полиоксадиазольных нитей и углеродных волокон на их основе; проведены высокоточные измерения электрического сопротивления и статистическая обработка экспериментальных данных. Это свидетельствует о

достоверности и надежности экспериментальных данных, обоснованности выводов.

### **Замечания по содержанию работы**

1. На рисунке 3.4 представлены характерные температуры при карбонизации нитей Арселон и Арселон-С, в частности,  $T_0$  – температура начала термодеструкции. В главе 2 метод определения этой и других характерных температур пиролиза отсутствует. Вместе с тем, в настоящее время для описания начала процесса потери массы используют значение  $\tau_5$ , температура, при которой происходит 5 % потеря массы образца.
2. При анализе влияния температуры термообработки на усадку нитей Арселон и Арселон-С, вместо термина «усадка по длине нитей», более корректно использовать относительная усадка по длине, что соответствует данным, приведенным на рис. 3.5.
3. В разделе 3.7, при анализе влияния температуры термообработки на электрическое сопротивление углеродных нитей на основе нитей Арселон и Арселон-С, не указана длина образца, на которой проводилось измерение сопротивления.

### **Заключительная оценка соответствия диссертации требованиям ВАК**

Диссертация является законченным научным исследованием актуальной фундаментальной проблемы и имеет практическое значение. В работе использованы современные методы и подходы. Диссертация написана хорошим литературным языком и содержит удобный для лучшего понимания текста иллюстративный материал.

Автором опубликовано 35 научных работ, включая 13 статей (в том числе 10 статей в научных журналах из перечня ВАК РФ), 1 монографию, 9 тезисов докладов на конференциях, 5 патентов на изобретения РФ, 3

свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и 4 свидетельства о государственной регистрации баз данных.

Личный вклад автора состоял в планировании и проведении экспериментов, анализе и интерпретации полученных результатов, а также в подготовке публикаций и докладов на конференциях.

В целом, представленный материал показывает, что по своему содержанию и объему диссертационная работа Крисковца Максима Викторовича удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тематика исследований и диссертация полностью соответствуют специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов, по которой предполагается защита.

### **Заключение о диссертационной работе**

Диссертация Крисковца Максима Викторовича «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН С НИЗКИМ УДЕЛЬНЫМ ОБЪЕМНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИОКСАДИАЗОЛА» полностью соответствует всем требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, так как является законченной научно-квалификационной работой. В диссертации изложены новые научно обоснованные технологические решения по получению электропроводящих углеродных волокон на основе полиоксадиазолов различных химических модификаций, которые имеют существенное значение для развития технологии и исследования свойств такого инновационного продукта, как электропроводящие углеродные волокна, а сам автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Материалы диссертации и отзыв на нее заслушаны и обсуждены на заседании лаборатории «Механики полимеров и композиционных материалов», протокол № 10 от 25 октября 2021 г.

Сведения о составителе:

Ведущий научный сотрудник лаборатории механики полимеров и композиционных материалов Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук, доктор физ.-мат. наук, специальность 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения

Телефон: 8-911-973-4689

Адрес электронной почты: [zair2@mail.ru](mailto:zair2@mail.ru)

Добровольская  
Ирина Петровна

15 ноября 2021г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук» ИВС РАН, 199004, г. Санкт-Петербург, Большой пр. ВО, д.31. телефон: (812) 323-7407, почта: [imc@hq.macro.ru](mailto:imc@hq.macro.ru).