

**ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ**

**ЖАЛАЛ- АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Диссертационный совет К 01.19.599

На правах рукописи  
УДК 669.002.68+016.628.4

**Жогаштиев Нурлан Тилекович**

**Технологии создания и исследование ресурсосберегающих  
композиционных материалов на основе микро- и наноструктурных  
систем (высокочистого углерода)**

01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ош – 2021

Работа выполнена на кафедре «Физики» Кыргызского государственного технического университета имени И.Раззакова и на кафедре «Экспериментальная и теоретическая физика» Ошского государственного университета.

**Научный руководитель:** **Ташполотов Ысламидин**, доктор физико-математических наук, профессор, Ошского государственного университета

**Официальные оппоненты:** **Макаров Владимир Петрович**, доктор физико-математических наук и доктор технических наук, профессор, Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. Ельцина, кафедра физики и микроэлектроники.

**Сопубеков Нимат Абдилахатович**, кандидат технических наук, доцент, Ошский технологический университет им. М. Адышева

**Ведущая организация:** Кыргызский национальный университет имени Жусупа Баласагына, кафедра физики. Адрес: 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе -547. 6-корпус

Защита диссертации состоится «17» декабря 2021 г. в 12-00 часов на заседании диссертационного совета К 01.19.599 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук при Ошском государственном университете, Институте природных ресурсов Южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Жалал-Абадском государственном университете по адресу: 723500, г. Ош, ул. Ленина, 331, ауд. 203.

Идентификационный код онлайн трансляции защиты диссертации: <https://vc.vak.kg/b/k01-wvo-b11-2lm>

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной библиотеке Ошского государственного университета и на сайте диссертационного совета: oshsu.kg.

Автореферат разослан 15 ноября 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

к.ф.-м.н., доцент



Бекешов Т.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** В последние годы огромный научный и практический интерес вызывают углеродные микро- и макроструктурные системы на основе фуллеренов и углеродных нанотрубок, показывающих неожиданных электрических, физических, теплотехнических и других свойств. Углеродные материалы получают из различных видов органического сырья: каменных и бурых углей, антрацита, древесины, растительного сырья и др. Использование угля в качестве исходного сырья для получения материалов с высокой добавленной стоимостью (фуллеренов, нанотрубок и графена) экономически целесообразно, т. к. цены на графит высокой чистоты (94–98 %) значительно выше цен на уголь и достигают \$4500– \$6000 за тонну, а искусственный графит чистотой 99,95 % – \$7000– \$21000 за тонну. Поэтому *актуальной* задачей является получения углеродных высокодисперсных очищенных порошков из углей на основе различных способов.

Наиболее перспективными областями применения углеродных наноструктур в качестве функциональных являются создания углеродных электродов суперконденсаторов, аккумуляторных батарей сенсоров, накопителей водорода и др.

Значительный вклад в развитие методов исследования структуры и свойств органической массы угля, углеродистых материалов и получения искусственного графита внесли Ван Кревелен Д.В, Седлецкий В.И., Кураков Ю.И., Бобин В.А., Фиалков А.С., Шулёпов С.В., Гюльмалиев А.М., Русьянова А.С., Селезнев А.Н. Осташевская Н.С., Попов В.А., Запороцкова И.В., Щурик А.Г. Джаманбаев А.С. и многие другие.

В работах ученых обоснованы методы и технологии получения углеродистых материалов из углей и использования их для создания различных материалов и изделий, в том числе и для nanoиндустрии.

Анализ литературных источников показывает, что получение углерода из углей является более перспективным, вследствие достаточного объема угольных месторождений в КР и относительно низкой их стоимости. В настоящее время наиболее доступным сырьем для получения наноразмерных углеродных частиц является уголь, как дешевый и богатый источник углерода. Поэтому получение углеродных нанопорошков из углей различными способами является актуальной задачей. Так как режимы формирования и механизмы образования углеродных наноструктур из углей и биоресурсов Кыргызской Республики изучены в недостаточной степени,

поэтому создание композитных материалов на их основе является *главной задачей* настоящей работы.

**Связь работы** с научными программами, планами, темами. Работа выполнена в соответствии с программами Правительства Кыргызской Республики «**Программа импортозамещения**» и в соответствии с научной темой и программой, выполненной в Институте природных ресурсов Южного отделения НАН КР «Создание научных основ освоения минерально-сырьевых ресурсов Южного региона Кыргызской Республики и инфраструктуры горных поселений» (2012-2016г).

**Цель и задачи исследования** является разработка физико-технологических основ, методов и способов получения углеродных высокодисперсных порошков на основе отечественных углеродистых минерально-сырьевых и биоресурсов, создания композитных материалов (КМ) с применением низкоразмерных углеродных частиц и поиск путей повышения эксплуатационных характеристик КМ.

В соответствии с указанной целью поставлены следующие основные **задачи**:

- разработка технических устройств для получения высокодисперсных углеродных порошков на основе углей и биоресурсов КР;
- разработка технологических схем и лабораторный режим процесса получения высокодисперсных углеродных порошков с использованием различных методов;
- исследование структуры и физико-химические свойства углеродных нанопорошков из антрацита, морфология углеродного порошка после термической обработки с использованием сканирующей электронной микроскопии;
- установление влияние компонентного состава углеродного порошка на электро- и теплофизические параметры композитных материалов.

**Научная новизна полученных результатов:**

- разработаны конструкции электрического сеператора и мельницы для получения высокодисперсных углеродистых порошков;
- создана принципиальная схема технологии получения ультрадисперсных углеродных порошков из углей и биоресурсов;
- определен компонентный состав углеродистого порошка до и после термообработки, полученный из углей и биоресурсов;
- исследованы структуры и физико-химические свойства углеродных нанопорошков из бурых углей и антрацита;
- разработан способ исследования электропроводности углеродного порошка и углеродного наноструктурного композита.

### **Практическая значимость полученных результатов:**

Заключается в технологии получения композитных материалов на основе низкоразмерных углеродных наполнителей из местных минерально-сырьевых и биоресурсов, рекомендовано для получения нанонаполнителей и для создания на их основе наноструктурных композитных материалов. Разработано устройство для получения угольного порошка и защищено патентом КР № 2234. 25.02.2019, опубл. 31.12.2020.

### **Экономическая значимость полученных результатов.**

Полученные высокодисперсные порошки углерода из углей и биоресурсов можно использовать для создания суперконденсаторов, аккумуляторных батарей, сенсоров, в качестве смазки при особо высоких или низких температурах и т.д. Высокая температура плавления полученных порошков углерода позволяет изготавливать тигли для заливки металлов, высококачественных электродов.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- особенности разработанной конструкции электрического сеператора и мельницы для получения высокодисперсных углеродистых порошков;
- основные режимы и схемы технологии получения ультрадисперсных углеродных порошков из углей и биоресурсов;
- результаты физико-химических свойств компонентного состава углеродистого порошка, полученного из углей и биоресурсов, до и после термической обработки;
- результаты структурных и физико-химических свойств углеродных нанопорошков, полученный из бурых углей и антрацита;
- способ определения электропроводности, теплопроводности углеродного порошка и углеродного наноструктурного композита.

**Личный вклад соискателя.** Все основные результаты диссертационной работы получены автором лично. Автор проводил эксперименты, обрабатывал и обобщал результаты, разработал лабораторный регламент технологического процесса получения углеродных порошков, участвовал в создания принципиальной схемы получения ультрадисперсных углеродных порошков и исследование их структуры и физико-химических свойств соавторам научных статей [1]- Т.Н. Калмурзаеву, [2]- Т.К. Матисакову, [3]- Э. Садыкову, [5]- К.Ж Турдубаевой и Э. Садыкову, [6]- Б.М. Сейитову принадлежат участие в обсуждении полученных результатов. Диссертационная работа выполнена под руководством д.ф.-м.н., профессора Ташполотова Ы., которому

принадлежит постановка проблемы, определение целей и задач исследования, участие в обсуждении результатов исследования.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих международных конференциях: «Актуальные проблемы современной физики и технологии обучения» (30.11.-01.12.12, г. Бишкек), он-лайн конференциях Российской Академии естествознания (06.03.2013 г. и 28.08.2014 г.), “Рахматулинские – Ормонбековские чтения” (г.Бишкек, 11-12.10.2015 г.), «Актуальные вопросы образования, науки, культуры и роль Ошского государственного университета в устойчивом развитии и расширении международной интеграции в образовательное пространство» (г. Ош, 23-24-октября 2014г.), “Актуальные проблемы образования в условиях развития регионов и цифровизации страны” (г.Ош, 28 мая 2020 г.), на научно-технических семинарах: Института природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева Южного отделения НАН КР, лаборатории «Перспективные технологии и материалы» Института природных ресурсов и т.д.

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** Основное содержание диссертации отражено в 10 научных работах, из них 3 научные статьи опубликованы в зарубежных изданиях (РИНЦ с ненулевым импакт- фактором не менее 0,1). Получены 2 патента: Способ получения угольного порошка. №2234 от 10.11.2020г, патент на полезную модель Лабораторная мельница. № 294 от 30.07.2020г. (Общий балл 184)

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и заключения, списка использованных источников и приложения. Содержит 118 страниц, включая 38 рисунков, 13 таблиц, 10 график и библиографию из 110 наименований. В приложении приведены патенты полученные на основе результатов диссертационной работы

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** кратко излагается состояние проблемы, обосновывается актуальность темы, формулируется цель исследования и основные научные положения работы, а также описывается научная новизна и научно-практическая ценность работы.

**В первой главе «Анализ научно-технической и патентной литературы. Задачи исследования»** посвящена литературному анализу технологии получения низкоразмерных углеродных нанопорошков и современного его состояния, а также обзору рассмотренных задач и полученных результатов в данной работе.

Подробно представлен обзор, касающийся использования угля и продуктов его переработки для получения различных видов углеродных

наноматериалов и изучены возможности использования различных типов углеродсодержащих материалов для синтеза наноматериалов.

Во второй главе «Методы исследования. основные физико-технические характеристики углерода» изучены вольт-амперная, физико-технические характеристики углерода, изучены методы исследования и измерения коэффициента теплопроводности, изучены зависимость теплопроводности от параметров состояния вещества и морфологическая структура композитного материала с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3SEM.

Вольт-амперная характеристика графитового стержня- это не только важный параметр, отражающий физические характеристики, но и основной технический показатель графитового стержня. ВАХ графитового стержня от 0 до 1 А, с шагом 0,1А. Измерив напряжение на пластинах и силу тока, используя закон Ома для участка цепи определили сопротивление, удельное сопротивление и удельную проводимость наноструктурного композита из углерода представлен на рис. 1.

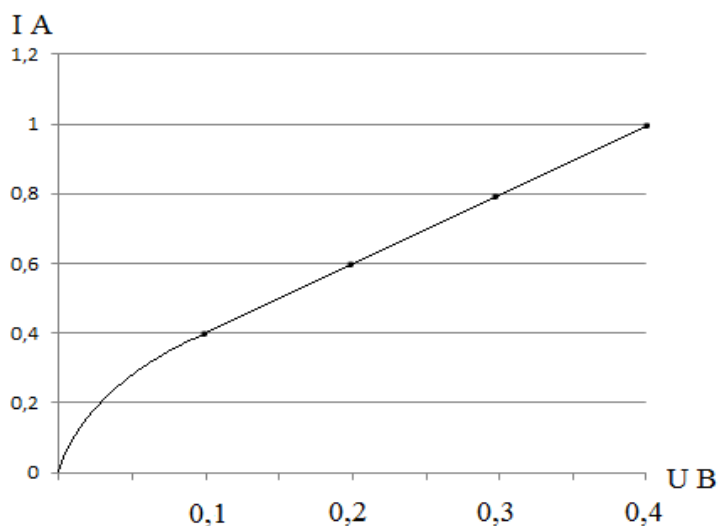


Рисунок 1. График вольт-амперной характеристики графитового стержня.

Из графика видно, что ВАХ графитового стержня идентична ВАХ металлов.

Для исследования морфологии высокодисперсных углеродных волокон наиболее широко используются методы прямого наблюдения с использованием электронного микроскопа. В случае углеродных волокон существует и ряд более опосредованных подходов, основанных на измерении светорассеяния их суспензий. Каждая углеродная волокна представляет собой агрегат из первичных углеродных глобул, и в зависимости от способа и плотности упаковки этих глобул агрегаты различаются по объёму внутреннего свободного пространства, которое и

предопределяет величину насыпного веса и влагопоглощения. Ниже описаны возможности наиболее часто использующихся методов исследования морфологии углеродных волокна.

Сканирующая электронная микроскопия – СЭМ (TESCAN VEGA 3SEM), пригодна для наблюдения объектов протяжённостью более 10 нм. С её помощью получают информацию морфологии углерода, топологических деталях их поверхности, а также характере упаковки этих волокна в составе агрегатов или композиционных материалов.

Электронное – микроскопическое изображение углеродного волокна представлен на рис. 2.

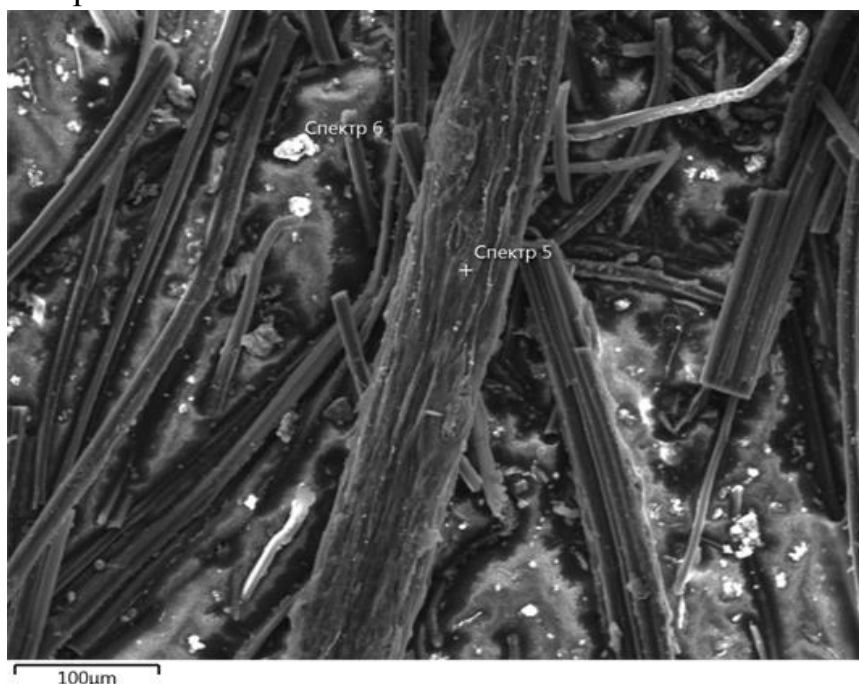


Рисунок 2. Электронное – микроскопическое изображение углеродного волокна.

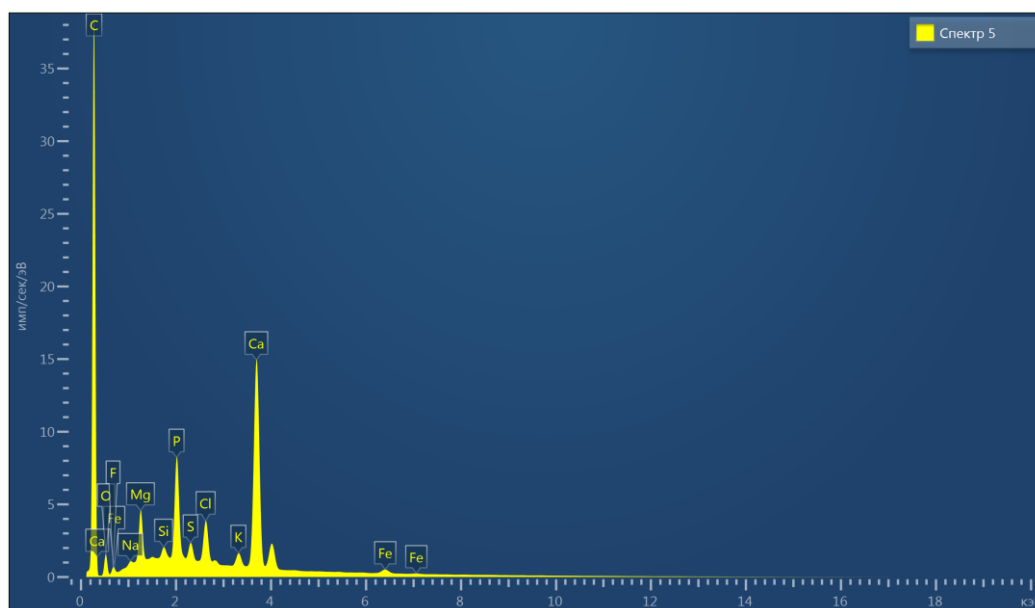


Рисунок 3. Качественный состав элементов спектр 5.



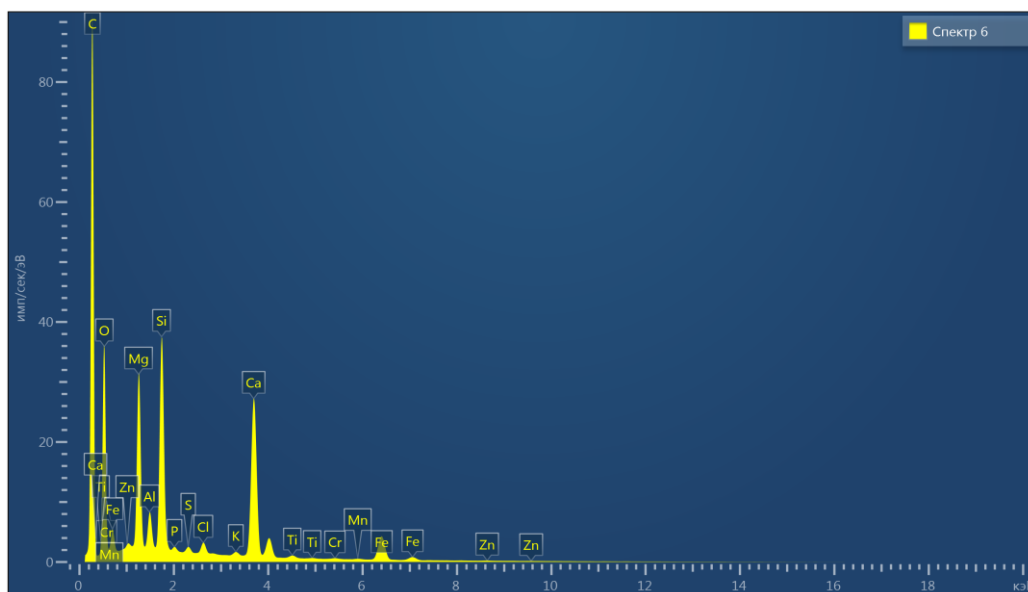


Рисунок 4. Качественный состав элементов спектр 6.

Первая точка «Спектр 5», вторая точка «Спектр 6» исследовали составляющих элементов, которые указаны на рис. 3 и 4. В каждом слое собиралась информация о химическом составе в двух областях: с построением соответствующих концентрационных спектров

Количественный анализ химических элементов приведены в таблице 1.

Таблица 1.- Результаты количественного состава элементов

Название спектра	Состав, % 5 спектр	Состава, % 6 спектр
C	92.15	85.35
O	0.01	3.89
F	0.88	
Na	0.12	
Mg	0.32	3.46
Al		0.64
Si	0.22	1.55
P	0.77	0.09
S	0.53	2.12
Cl	0.34	0.25
K	0.54	0.10
Ca	3.62	2.01
Ti		0.12
Cr		0.05
Mn		0.05
Fe	0.50	0.25
Zn		0.07
Сумма	100.00	100.00

Исследуемого состав углеродного волокно «Спектр 5» являются 92,15% и кальций 3,62%, «спектр 6» состав углерода 85,35% и кислород 3,89%, магний 3,46%. Этот анализ показал, что небольшое количество кислородсодержащих веществ, составляют углеродного волокно, наблюдаемую в сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3SEM в режиме энерго-дисперсионного анализа.

**Третья глава «Создание установок для получения низкоразмерных высокочистых углеродных порошков»** представлена установка для получения низкоразмерных высокочистых углеродных порошков. Поэтому перед нами была поставлена задача создания устройства, целью которой является повышение однородности высушенного угольного порошка за счет применения перфорированного барабана.

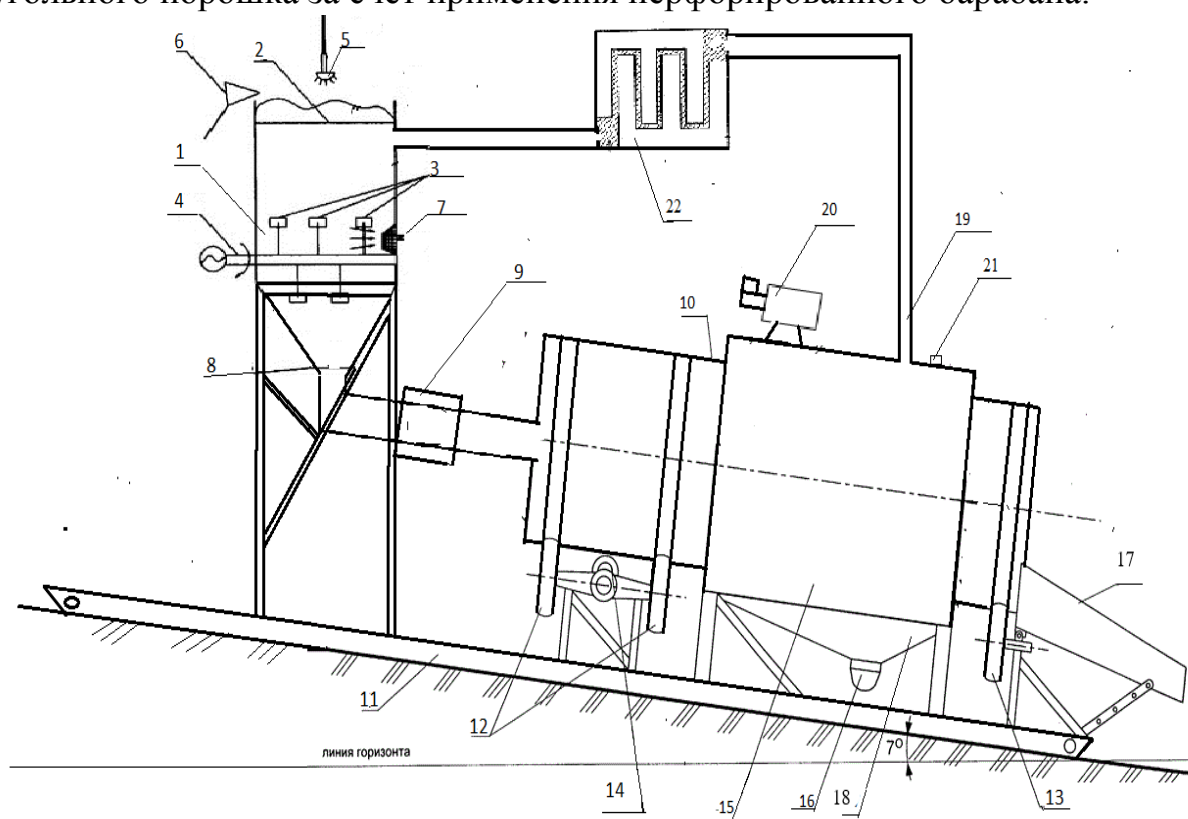


Рисунок 5. Схема установки для получения высокочистого угольного порошка.

1 - бункер, 2 - загрузочную решетку, 3 - перемешивающее устройство, 4 - имеющее лопасти и соединенное с приводом, 5 - разбрызгиватель дистиллированной воды, 6 - ковш, 7 - обзорное окно, 8 - заслонка, 9 – насос, 10 - перфорированный барабан, 11 - несущую раму, 12 - ведущие ролики, 13 - опорные ролики, 14 - фрикционный привод, 15 – кожух, 16 – крышка уловителя, 17 - разгрузочный лоток, 18 – уловителя, 19 - трубу для отвода пара, 20 - вибратор, 21 - датчик контроля температуры, 22 - охлаждающее устройство.

*Таким образом, разработанная установка для получения угольного порошка позволяет получить очищенный от примесей и обезвоженный продукт, за счет дополнительного отжима и просеивания в перфорированном барабане.*

Полученный на разработанной установке однородный и обезвоженный продукт (угольный порошок) может применяться в медицине, в сельском хозяйстве, строительстве, нефтяной, горнорудной, электронной и других отраслях, а также могут использоваться в фильтрах для удаления загрязняющих веществ в воздухе и очистке воды.

**В четвертой главе «Разработка технологии получения композиционных материалов на основе низкоразмерных порошков угля и биоресурсов»** рассмотрена технологии электронно-микроскопическое исследование и получение низкоразмерных углеродных порошков из угля и биоресурсов. В последние годы направления современных научных исследований, связанные с синтезом и анализом структуры новых углеродных нанопорошков, полученных на основе доступных минерально-сырьевых ресурсов, интенсивно развиваются, поскольку данные структуры нанопорошков могут обладать новыми перспективными функциональными свойствами в силу их высокой дисперсности.

Известно, что при повышении температуры термообработки очищенных порошков углерода от 1000 °C до 1200 °C в вакуумной среде, начинает формироваться кристаллическая структура и в результате углеродная масса активно графитизируется.

Исследования химического состава углеродного порошка и изготовленных образцов на их основе проводились с помощью энергодисперсионной приставки сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3 SEM.

Ниже представлены результаты исследований полученного порошка на основе термической обработки с нанесенной на него графитовой оболочкой. В качестве твердой основы мы использовали композит, полученный на основе порошка углерода. На рисунке 5а представлено изображение композита из порошков углерода до термообработки, а на рисунке 5.б после термической обработки при температурах от 1000 °C до 1200 °C. Из рисунок 6.а видно, что полученный продукт состоял из высокодисперсных порошков углерода, а после термической обработки происходит агломерация порошков.

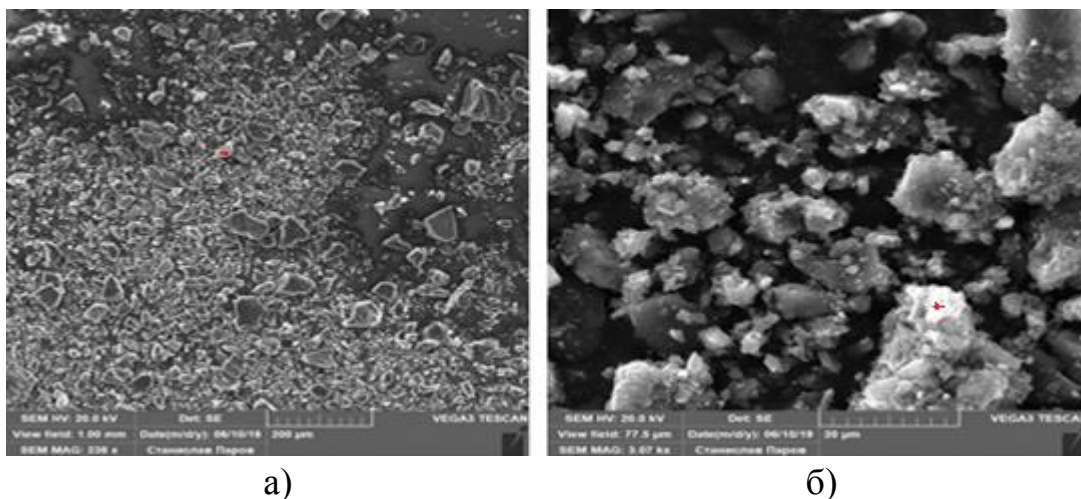


Рисунок 6. Электронно-микроскопическое изображение композита из порошка углерода до (а) и после (б) термической обработки.

На основе полученных электронно-микроскопических изображений, установлено, что форма частиц углеродного порошка, в основном зависит от метода их получения и может иметь гексагональную, тетраэдрическую, сферическую, губчатую, осколочную, или чешуйчатую формы.

Полученные частицы разной формы, преимущественно обладают размерами порядка 459-1078 нм, состоящие, по-видимому, еще из более тонкодисперсных образований. Результаты исследований порошков в виде микрофотографий и размеры нанопорошков представлены на (рисунке 7), котором представлен сканирующий электронно-микроскопический снимок внешнего вида углеродного порошка после термообработки при температуре 1000-1200 °С.

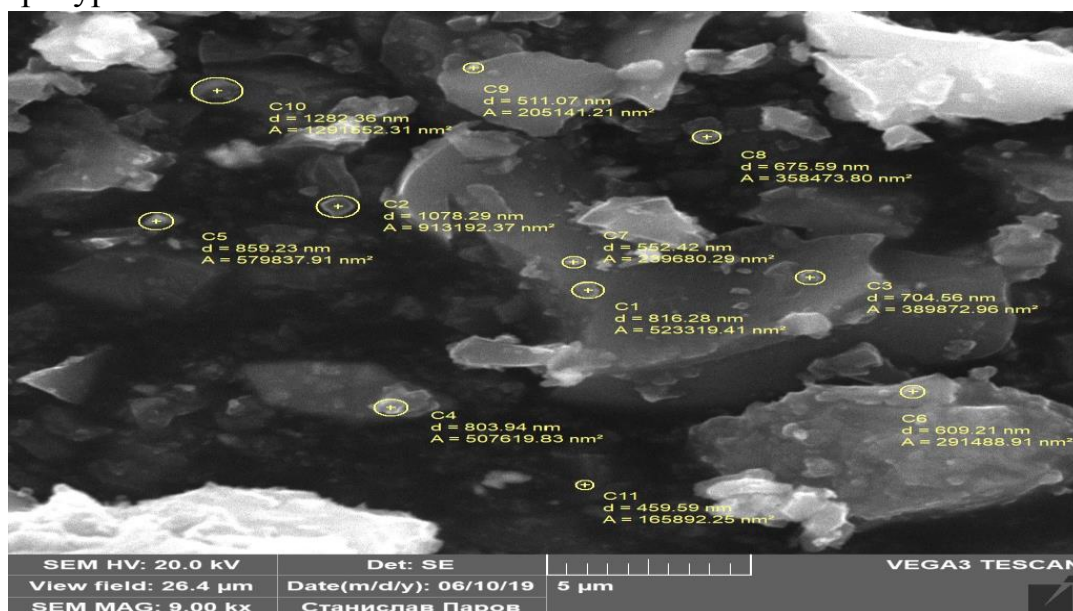


Рисунок 7. Сканирующий электронно-микроскопический снимок внешнего вида углеродного порошка после термообработки. Температура 1000-1200°С.

Исследования, проведенные нами, также показали, что углеродный порошок в основном, имеет кристаллическую форму типа алмаза, с незначительным количеством сателлитов. Поверхность частичек порошка углерода имеет выраженную различную геометрическую форму.

Полученный, вышеуказанным способом, композит углеродного порошка характеризуется высокой дисперсностью и низкой степенью кристаллизованности, что предопределяет его высокую химическую активность. С этой точки зрения такие высокодисперсные порошки углерода имеют большую перспективу для получения на их основе различных композитных материалов. Исследование формы частиц ультрадисперсных углеродных порошков, а также морфологические исследования изготовленных образцов проводились на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega. Химический состав углеродного порошка представлен в таблице 2 и энерго-дисперсионный анализ представлен на рис.8.

Таблица 2. Количественный состав углеродного порошка до (а) и после (б) термообработки.

Название спектра (а)	Состав, %
C	89,99
Mg	0,42
Al	0,19
Si	0,14
S	1,73
Ca	7,53
Сумма	100.00

а)

Название спектра (б)	Состав, %
C	94,97
Mg	0,21
Al	0,30
Si	0,12
S	1,95
Cl	0,09
Ca	2,34
Fe	0,07
Сумма	100.00

б)

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Химический анализ показывает, что углерод в композите из углеродного порошка составляет 89,99 % а после его термической обработки (до 1200 °С) содержание углерода увеличивается до 94,97%, в то же время содержание кремния до термообработки-1,73% а после -1,95%, кальция - 7,53% а после 2,34%.

2. Полученный порошок обладает высокой дисперсностью с размерами от 459 до 10780 нм, имеет высокую химическую активность.

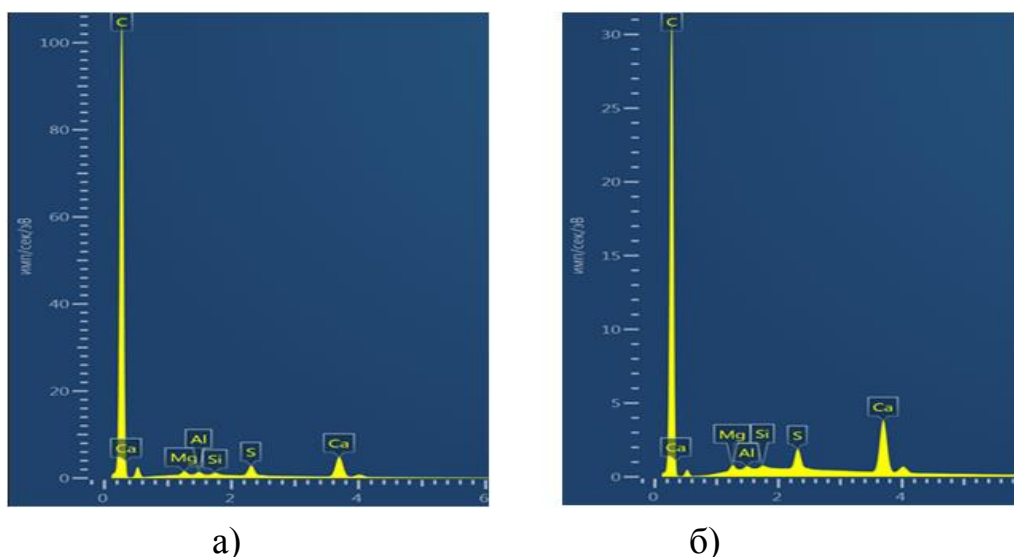


Рисунок 8. Качественный анализ углеродного порошка до (а) и после (б) термообработки.

В настоящее время большое внимание уделяется высоко-и ультрадисперсным системам, называемыми наносистемами–нанопорошками. Такие порошки представляют собой высокодисперсные твердые частицы с диаметрами от 100 до 1000 нм. Они обладают новыми физико-механическими, электромагнитными, химическими и другими свойствами, не свойственными для объемных систем. Поэтому при компактировании ультрадисперсных порошков в виде объемных материалов необходимо учитывать их особенности. В процессе уменьшения объемного размера порошков, большая доля атомов оказывается на поверхностях высокодисперсных частиц. С уменьшением размера частиц от 1 мкм до нанометрической области объемная доля поверхностного раздела возрастает с 0,3 до 87,5%. И в результате происходят аномалии в поведении электронов, фоонов, плазмонов и других элементарных возбуждений, которые приводят к изменению физико-технологических свойств высокодисперсных систем, по сравнению с объемными телами.

Для получения наноструктурных композитных материалов с использованием ультрадисперсных порошков наиболее часто применяется технология прессования - спекание порошков под давлением. В данной работе методом прессования (компактирования) получены композитные материалы в виде цилиндрического стержня с использованием ультрадисперсных углеродных порошков из антрацита.

Методика исследования и оборудование

Объектами исследования являются порошок антрацита АТ6 и образцы, полученные из этих порошков. Ультрадисперсные углеродные нанопорошки получали с использованием термоударной вакуумной установки ТВ, универсальной шаровой мельницы, а также универсальной сушильной



установки. Процесс температурного воздействия происходило в течение 2 часов при температурах от 1000 до 1200 °С. Известно, что в узлах атомной кристаллической решетки имеются отдельные атомы, соединенные между собой прочными ковалентными связями. В процессе приготовления образцов для проведения химического анализа и измерения их вольт-амперной характеристики на основе ультрадисперсных порошков, полученных методом термоударной вакуумной установки имело место атомарное соединение антрацита. Далее при помощи шаровой мельницы размельчаем до молекулярного уровня. Из бункера, в котором содержится ультрадисперсный углеродный порошок, при помощи шнека исходный материал порционно подается в дозатор. Дозатор, перемещаясь в горизонтальном направлении, доставляет ультрадисперсный углеродный нанопорошок на платформу построения и при помощи выжималки смешивает нанопорошок с дистиллированной водой.

На рис. 9 показана принципиальная схема технологии получения ультрадисперсных углеродных порошков

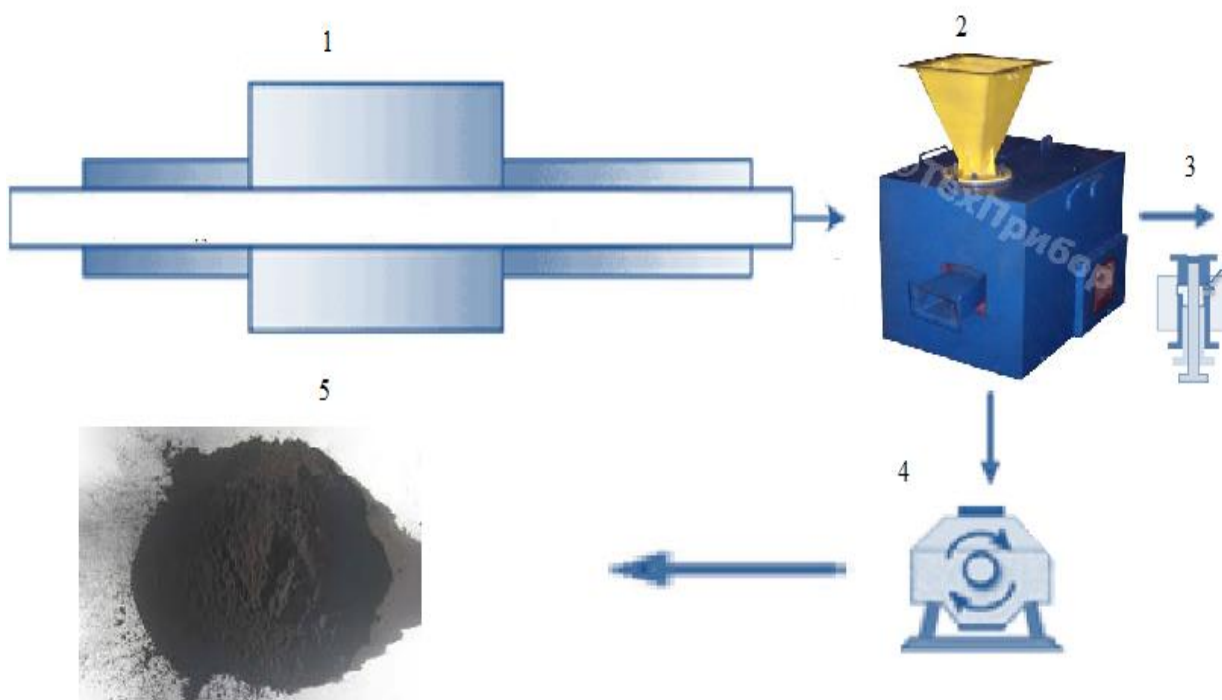


Рисунок 9. Принципиальная схема технологии получения ультрадисперсных углеродных порошков.

1 - термоударная камера, 2 - универсальная шаровая мельница, 3 – выжималка, 4 - универсальная сушилка, 5 - полученный порошок угля.

Полученный таким образом, промежуточный продукт нагревают после этого при предельной температуре, сушат на сушилке, получая ультратонкие углеродные нанопорошки, обладающие необходимыми свойствами.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В настоящее время электрофизические способы обработки углеродных материалов, в том числе угля, полученных после первичной термической переработки получают все большее распространение и находят применение как наиболее эффективные и экономичные, а нередко, единственные для получения необходимого комплекса свойств обрабатываемых материалов и полуфабрикатов. Углеродный материал и композитов доказывают невозможность их применения при высоких температурах в кислородсодержащих средах вследствие начала активного окисления материала уже при 500 °С.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Разработаны технологии получения углеродных нанопорошков, углеродной нанотрубки, нановолокна с использованием угля и биочара и эти материалы изучены с применением СЭМ TESCAN VEGA

2. На основе экспериментальных исследований определены коэффициенты теплопроводности стали и графитового стержня, полученные из высокочистых угольных порошков и установлено, что графитовый стержень из угольных порошков обладает более высокой теплопроводности, чем стальной.

3. Научно обоснован, экспериментально подтвержден и разработан схема многостадийного процесса получения углеродного нанопорошка из минерально-сырьевых(угля) и биоресурсов (хлопок и кукурузы) на основе методов пиролиза и гидроударного многокаскадного фракционирования.

4. Установлено, что зависимость тока от напряжения для композита, порошка и жидкого раствора с частицами углерода показывают, что удельное сопротивление углеродного композита, алюминиевого, медного проводников и графита оказалось почти одинаковыми.

5. Получены высокодисперсные углеродные нанопорошки из антрацита с использованием термоударной установки и универсальной шаровой мельницы. Исследованы химический состав и наноструктуры композитного материала, полученного на основе ультрадисперсных углеродных нанопорошков антрацита Узгенского угольного бассейна, а также построена вольтамперная характеристика (ВАХ) исходного порошка из антрацита и композита. Показано, что ВАХ ультратонких углеродных нанопорошков, композитного стержня и антрацита идентичны.

6. Изучены физико-технические параметры композиционного топлива (водоугольная суспензия на основе воды, высокодисперсного порошка угля). Выявлено, что процессы горения водоугольной суспензии с высокодисперсными частицами угля с малой концентрацией (до 1 мас.%) заметно отличается от горения ископаемого угля.



## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. **Жогаштиев Н.Т.** Ташполотов, Ы. Исследование поверхности хлопковых волокон, термической переработки в вакуумной камере, методом сканирующей электронной микроскопии [Текст] / Н.Т. Жогаштиев, Ы. Ташполотов, Т.Н. Калмурзаев // Бюллетень науки и практики. 2020. -Т. 6. - №8. С. 34-38. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43841063>
2. **Жогаштиев, Н.Т.** Ташполотов, Ы. Исследование физико-механических характеристик углеродистых материалов [Текст] / Н.Т. Жогаштиев, Ы. Ташполотов, Т.К. Матисаков, // Электронный журнал ВАК КР: Научные исследования в Кыргызской Республике. 2020. -№4. -С. 79-86. <http://journal.vak.kg/>
3. Получение композиционного топлива на основе минерально-сырьевых ресурсов КР. [Текст] / [Н.Т. Жогаштиев, А.Ы. Ысламидинов, К.А. Абдумалик и др.] // Точная наука -№65. –Кемерово, 2019. -С. 2-6 <https://elibrary.ru/item.asp?id=41442872>
4. Ташполотов, Ы. Исследование структуры и физико-химических свойств углеродных нанопорошков из антрацита [Текст] / Ы. Ташполотов, **Н.Т. Жогаштиев** // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек, 2020. - № 2. - С.30-34. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43954338>
5. Получение нанопорошков химических элементов с использованием электрофизической ионизации воды [Текст] / [А.Ж. Турдубаева, **Н.Т. Жогаштиев**, Э. Садыков и др. ] // Известия Ош ТУ. – Ош, 2018. - №1, Часть1. -С. 44-48. <http://vestnik.oshtu.kg/index.php/183-atii/izvestiya-1-2018/fiziko-tekhnicheskie-problemy-v-obrazovanii-i-nauke/-1-2018>
6. Ташполотов, Ы. Разработка физико-химических основ формирования наноструктурированных композиционных систем на основе отечественных минерально-сырьевых ресурсов. [Текст] / Ы. Ташполотов, Б.М. Сейитов, **Н.Т. Жогаштиев** // Вестник КГУСТА им. Н.Исанова. – Бишкек, 2012. -№4 .- С. 25-29. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24037134>
7. **Жогаштиев, Н.Т.** Создание композиционного материала на основе низкоразмерных углеродных частиц [Текст] / Н.Т.Жогаштиев // Бюллетень науки и практики. 2020.-Т.6. - №1. -С. 192-197. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41860866>
8. **Жогаштиев, Н.Т.** Электронно-микроскопическое исследование углеродных порошков и их композиты. [Текст] / Н.Т. Жогаштиев // Бюллетень науки и практики. 2020.-Т.6. -№3. -С. 44-48. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42644749>

9. Патент 294 Кыргызской Республики, В02С 13/14, В02С 13/282. Лабораторная мельница. [Текст] / **Н.Т. Жогаштиев**; Бишкек. №20190025.2; заявл. 11.12.2019; опубл. 28.08.2020, Бюл. -№8.

10. Патент 2234 Кыргызской Республики, F26C 11/00. Способ получения угольного порошка. [Текст] / Ы. Ташполотов, **Н.Т. Жогаштиев**; Бишкек. №20190093.1; заявл. 25.02.2019; опубл. 31.12.2020, Бюл. -№ 12.

**Жогаштиев Нурлан Тилековичтин «Микро жана наноструктуралык системалардын (жогорку тазалыктагы көмүртектин) негизинде ресурс үнөмдөөчү композициялык материалдарды түзүүнүн технологиялары жана изилдөө» деген темада 01.04.07 конденсацияланган физиканын адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын РЕЗЮМЕСИ**

**Негизги сөздөр:** көмүртек аралашмасы, көмүртек нано күкүмү, курама материалдар, графит таякчасы, сканерлөөчү электрондук микроскоп, ток чыңалуу мүнөздөмөсү, жылуулук өткөрүмдүүлүгү.

**Изилдөө объектиси:** минералдык чийки зат (көмүр) жана Кыргыз Республикасынын биологиялык ресурстары, аз өлчөмдүү көмүртек порошоктору.

**Жумуштун максаты:** Ата мекендик көмүртектүү минералдык чийки затка жана биологиялык ресурстарга негизделген жогорку дисперстүү көмүртек порошокторун өндүрүүнүн физикалык-технологиялык негиздерин жана ыкмаларын иштеп чыгуу, кичине өлчөмдөгү көмүртек бөлүкчөлөрүн колдонуу менен композиттик материалдарды (КМ) түзүү жана КМнын иштөө мүнөздөмөлөрүн жакшыртуу жолдорун издөө эсептелет.

**Изилдөө методу:** Жогорку дисперстүү көмүртек порошоктору майдалоо, пиролиз, бөлүү методдорунун негизинде алынат. Алынган көмүртектин материалдык курамы электрондук микроскоптун жардамы менен изилденди.

**Изилдөөнүн илимий жаңылыгы:** жогорку дисперстүү көмүртек порошокторун алуу үчүн электр сепараторунун жана тегирмендин долбоорлору иштелип чыккан; көмүрдөн жана биологиялык ресурстардан ультра көмүртек порошокторун алуу технологиясынын схемасы түзүлгөн; көмүр жана биологиялык ресурстардан алынган термикалык иштетүүдөн мурун жана андан кийин көмүртек порошогунун компоненттик курамын аныктады; күрөң көмүрдөн жана антрациттен көмүртек нано порошокторунун структураларын жана физикалык-химиялык касиеттерин изилдеген; көмүртек порошогунун жана көмүртек наноструктуралуу композиттин электр өткөргүчтүгүн изилдөө ыкмасы иштелип чыккан.

**Колдонуу боюнча сунуштар:** көмүрдөн жана биологиялык ресурстардан алынган жогорку дисперстүү көмүртек порошоктору суперконденсаторлорду, батарейкаларды, сенсорлорду, өтө жогорку же төмөнкү температурада майлоочу май катарында ж.б.

**Колдонуу чөйрөсү:** илимий позициялар жана алынган натыйжалар практикалык жана теориялык мааниге ээ жана илимдин ушул тармагында андан аркы изилдөөлөргө кызмат кыла алат, ошол эле учурда көмүртек нано структураларын функционалдык катары колдонуунун эң келечектүү багыттары болуп көмүртекти түзүү саналат. суперконденсаторлор үчүн электроддор, батареялар, сенсорлор, суутек сактоочу түзүлүштөр ж.б. бул көмүртектин негизиндеги курамдар жогорку күчкө, ысыкка чыдамдуулукка, салмагы аз жана башка бир катар укмуштуу касиеттерге ээ, бул аларды технологиянын ар кандай чөйрөлөрүндө алмаштыргыс кылат.

## РЕЗЮМЕ

**диссертации Жогаштиева Нурлана Тилековича на тему «Технологии создания и исследование ресурсосберегающих композиционных материалов на основе микро- и наноструктурных систем (высокочистого углерода)» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния**

**Ключевые слова:** углеродный композит, углеродный нанопорошок, композиционные материалы, графитный стержень, сканирующий электронный микроскоп, вольтамперная характеристика, теплопроводность

**Объект исследования:** минерально-сырьевые(угольные)и биоресурсы Кыргызской Республики, углеродные низкоразмерные порошки.

**Целью работы является:** Разработать физико-технологические основы, методы и способы получения углеродных высокодисперсных порошков на основе отечественных углеродистых минерально-сырьевых и биоресурсов, создания композитных материалов(КМ) с применением низкоразмерных углеродных частиц и поиск путей повышения эксплуатационных характеристик КМ.

**Метод исследования:** Высокодисперсные углеродные порошки получены на основе методов измельчения, пиролиза, сепарации. Вещественный состав полученного углеродного материала исследовались с помощью электронного микроскопа.

**Научная новизна исследования:** разработаны конструкции электрического сепаратора и мельницы для получения высокодисперсных углеродистых порошков; создана принципиальная схема технологии получения ультрадисперсных углеродных порошков из углей и биоресурсов; определен компонентный состав углеродистого порошка до и после термообработки, полученный из углей и биоресурсов; исследованы структуры и физико-химические свойства углеродных нанопорошков из бурых углей и антрацита; разработан способ исследования электропроводности углеродного порошка и углеродного наноструктурного композита.

**Рекомендации по использованию:** полученные высокодисперсные порошки углерода из углей и биоресурсов можно использовать для создания суперконденсаторов, аккумуляторных батарей, сенсоров, в качестве смазки при особо высоких или низких температурах и т.д.

**Область применения:** научные положения и полученные результаты имеют практическое и теоретическое значения, и могут служить для дальнейших исследований в данной области науки. При этом наиболее перспективными областями применения углеродных наноструктур в качестве функциональных являются создания углеродных электродов супер конденсаторов, аккумуляторных батарей сенсоров, накопителей водорода и др. При этом композиты на основе углерода имеют высокую прочность, термостойкость, малый вес, ряд других замечательных свойств, что делает их незаменимыми в различных областях техники.

## SUMMARY

**Zhogashtiev Nurlan Tilekovich “Micro-and nanostructure system based research and creating technologies of resource-saving composite materials (highpurity carbon)”.** The thesis is submitted to confer the scholarly degree of a candidate of technical sciences, specialty 01.04.07 – condensed matter physics.

**Key words:** carbon composite, carbon nanopowder, composite materials, graphite rod, scanning electron microscope, current-voltage characteristic, thermal conductivity.

**Objective of the thesis:** mineral raw materials (coal) and biological resources of the Kyrgyz Republic, low-dimensional carbon powders.

**The Goal of the thesis is:** To develop physical and technological basis, methods and ways for production of high-dispersive carbon powders based on domestic carbonaceous mineral raw materials and biological resources, creation of composite materials (CM) using low-dimensional carbon particles, and identification of ways to improve operational characteristics of CM.

**Research method:** High-dispersive carbon powders are obtained on the basis of grinding, pyrolysis and separation methods. The material composition of the obtained carbon material was investigated using an electron microscope.

**Scientific novelty of the thesis:** Design of a high-tension separator and a mill for obtaining high-dispersive carbonaceous powders has been developed; a principal diagram of the technology for producing ultradispersed carbon powders from coals and biological resources has been created; the component composition of carbon powder before and after heat treatment obtained from coals and biological resources has been determined; structures and physicochemical properties of carbon nanopowders from brown coal and anthracite coal have been investigated; a method for studying the electrical conductivity of carbon powder and carbon nanostructured composite has been developed.

**Recommendations for use:** The obtained high-dispersive carbon powders from coals and biological resources can be used to create supercapacitors, storage batteries, sensors, as a lubricant at extremely high or low temperatures, etc.

**Field of use:** Scientific provisions and the results obtained have practical and theoretical significance, and can serve for further research in this field of science. At the same time, the most promising areas of application of carbon nanostructures as functional ones are the creation of carbon electrodes for supercapacitors, storage batteries, sensors, hydrogen storage devices, etc. Moreover, carbon-based composites have high strength, heat resistance, low weight, and a number of other remarkable properties, which makes them irreplaceable in various fields of technology.

Формат 60x84/16, объем 1,5 п.л.  
Бумага офсет., тираж 100 экз.

ЧП «Сарыбаев Т.Т.». г. Бишкек,  
ул. Раззакова, 49 т. 0 708 058 368

