

620.3
Ш71

В. М. Шмалько, Л. Г. Кеуш, О. И. Зеленский

НАНОМАТЕРИАЛЫ ИЗ угля и продуктов его пиролиза

Днепр • 2018

В. М. Шмалько, Л. Г. Кеуш, О. И. Зеленский

НАНОМАТЕРИАЛЫ

ИЗ

угля и продуктов

его пиролиза

монография

Днепр • ЛИРА • 2018

Рекомендовано к печати Ученым советом Национальной металлургической академии Украины (протокол №4 от 26.03.2018).

Рецензенты:

Бойченко С. В. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии Национального авиационного университета;

Кричковская Л. В. – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой органического синтеза и нанотехнологий Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»;

Коцюбинский В. О. – доктор физико-математических наук, профессор кафедры материаловедения и новых технологий Прикарпатского национального университета имени Василия Стефаника.

В публикации представлены теоретические и экспериментальные исследования использования угля и продуктов его пиролиза для получения углеродных наноматериалов и извлечение техногенных углеродных наночастиц. Приведены способы применения суспензий углеродных наночастиц во многих секторах промышленности. Рассмотрено влияние углеродных наноматериалов на социальные и экологические аспекты жизнедеятельности человека, а также показана возможность получения углеродных наноматериалов из возобновляемого сырья.

Книга рекомендована студентам и аспирантам высших учебных заведений и специалистам занимающимся вопросами получения и использования углеродных наноматериалов.

Опубликовано в рамках проекта «Разработка способов использования в металлургии углеродных материалов, полученных из возобновляемого сырья», номер гос. регистрации 0117U003919.

The publication reports the theoretical and the experimental studies on the application of coal and the products of its pyrolysis for carbon nanomaterials production and the extraction of anthropogenic carbon nanoparticles. Moreover, carbon nanoparticles suspensions are useful substances and can serve many industries promising high benefits and the methods how to use them are also presented in this book. Carbon nanomaterials influences not only the environmental aspects of the human life but also has the bearings on the social aspects of the contemporary humankind. We suggest the consideration of these influences along with the production opportunities to obtain carbon nanomaterials from renewable raw materials.

This book is recommended for the students and the post-graduate students of higher educational institutions, as well as for the specialists concerned with the issues of nanomaterials production and application.

The current publication is within the framework of project titled "The Development of Techniques to Apply the Carbon Materials Produced from Renewable Raw Materials in the Metallurgy". 0117U003919.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	9
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....	17
2.1. Плазменно-дуговой метод.....	19
2.2. Метод лазерного испарения.....	21
2.3. Химическое осаждение из паровой фазы.....	22
2.4. Литография.....	22
2.5. Механическое измельчение.....	24
ГЛАВА 3. ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....	27
ГЛАВА 4. ТЕОРИИ РОСТА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, А ТАКЖЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СИНТЕЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДУГОВОГО РАЗРЯДА.....	51
4.1. Механизм роста углеродных наноматериалов в жидкой фазе.....	52
4.2. Механизм роста углеродных наноматериалов в твердой фазе.....	52
4.3. Факторы, влияющие на синтез углеродных наноматериалов в дуговом разряде.....	53
4.3.1. Влияние катализатора на синтез углеродных наноматериалов в дуговом разряде.....	53
4.3.2. Влияние атмосферы в дуговом разряде на синтез углеродных нанотрубок.....	55
4.3.3. Влияние температуры и давления.....	57
ГЛАВА 5. ОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ.....	59

ГЛАВА 6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ МЕТОДОМ.....	69
ГЛАВА 7. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ.....	83
7.1. Наномодификация цементных смесей.....	85
7.2. Применение суспензий с углеродными наноструктурами в качестве теплоносителей.....	89
7.3. Модификация лакокрасочных покрытий.....	93
7.4. Модифицирование цинковых электролитических покрытий углеродными наноструктурами.....	96
ГЛАВА 8. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА СОЦИАЛЬНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	103
8.1. Оценка жизненного цикла наноматериалов.....	104
8.2. Влияние на общество.....	108
8.3. Влияние на окружающую среду.....	109
8.4. Этические проблемы.....	113
ГЛАВА 9. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....	115
ГЛАВА 10. СТАНДАРТЫ В НАНОТЕХНОЛОГИИ.....	123
10.1. Основные центры стандартизации в области нанотехнологий.....	126
10.2. Международная организация по стандартизации.....	128
10.3. Международная электротехническая комиссия.....	130
ВЫВОДЫ	139
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	142