

УДК 621.315.616.95

https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/22

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ

©Жогашбиев Н. Т., Кыргызский технический университет им. И. Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызстан, zhogashtiev@gmail.com; nurlan_joker86@mail.ru

CREATION OF A COMPOSITE MATERIAL BASED ON LOW-SIZED CARBON PARTICLES

©Zhogashtiev N., Kyrgyz Technical University named after I. Razzakov,
Bishkek, Kyrgyzstan, zhogashtiev@gmail.com; nurlan_joker86@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы термоударной стойкости углеродных материалов. Для получения композиционного материала использовали метод электродуговой обработки относительно низким значением силы тока. Полученный материал и его свойства соответствуют представлениям о двойном электрическом слое на межфазной границе, который обусловлен ориентацией молекул углерода.

Abstract. The article considers the issues of thermal shock resistance of carbon materials. To obtain a composite material, the method of electric arc treatment with a relatively low current value was used. The resulting material and its properties correspond to the concept of a double electric layer at the interface, which is due to the orientation of carbon molecules.

Ключевые слова: углеродный нанопорошок, термическое воздействие, электродуговой процесс, термоударная стойкость, микротвердость.

Keywords: carbon nanopowder, thermal effect, electric arc process, thermo-resistance, microhardness.

Важная область практического применения новейших открытий в области физики, химии и даже астрономии — создание и исследование новых материалов с необычными, подчас уникальными свойствами.

Известно, что в природе чистый углерод можно встретить в форме графита. Если посмотреть на структуру графита, то видно, что она состоит из отдельных слоев толщиной в один атом. Каждый из слоев — сетка из шестиугольников, напоминающая собой соты. Атомы углерода внутри слоя связаны ковалентными химическими связями. Более того, часть электронов, обеспечивающих химическую связь, «размазана» по всей плоскости. Легкость их перемещения и определяет высокую проводимость графита вдоль плоскости углеродных чешуек.

Композиционная термоударная стойкость покрытий (КТСП) обладают также рядом механических свойств, выгодно отличающих их от свойств материалов полупроводников, металлов и диэлектриков. Структура и свойства КТСП зависят от природы и размеров наполнителей (порошковых материалов), их количества в покрытии и взаимодействия с металлической матрицей [1-3]. Композиты, в которых матрицей служит полимерный материал, являются одним из самых многочисленных и разнообразных видов материалов. Один из самых популярных материалов является углепластика, полученной на основе

углеродного волокна. Углеродные волокна получают из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, сополимеров акрилонитрила, нефтяных и каменноугольных пеков и т. д. Термическая обработка волокна проводится, как правило, в три этапа (окисление — 220°C, карбонизация — 1000-1500°C и графитизация — 1800—3000°C) и приводит к образованию волокон, характеризующихся высоким содержанием (до 99,5 % по массе) углерода.

Исследование свойств графитового композиционного электролитического покрытия с углеродными нанопорошками

Для получения углеродного нанопорошка использовали методы термоударной стойкости в температурном интервале 900–1000°C.

Полученный углеродный нанопорошок представляет собой высокодисперсную микрогетерогенную систему с развитой активной поверхностью (Рисунок 1 а, б). Последние обуславливают поведение наполнителя в процессах его дальнейшей переработки — смешивания со связующим, прессования, термообработки композиции.

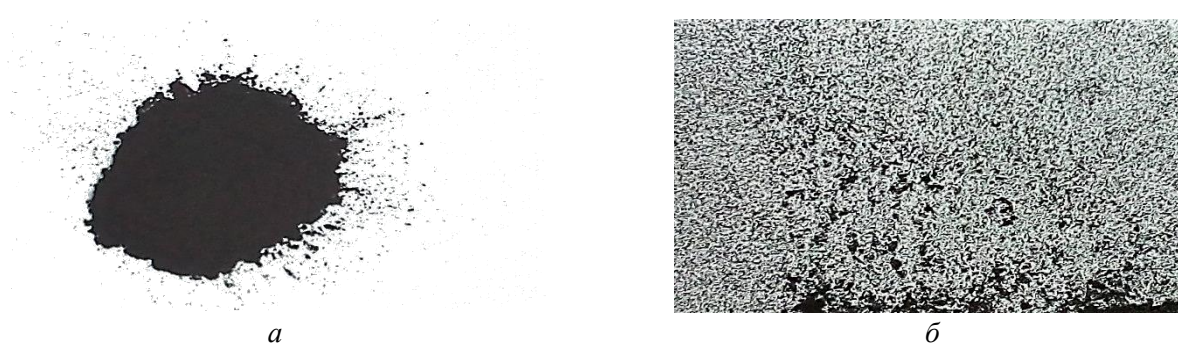


Рисунок 1. Микрофотография углеродного нанопорошка (а) и его структурная модель (б)

При прессовании смеси *углеродных нанопорошков*, компоненты которых образуют отдельные каркасы, деформация пористого тела определяется, по-видимому, наибольшим модулем объемного сжатия одного из каркасов, а при наличии одного каркаса и прерывистого заполнения вторым компонентом - модулем объемного уплотнения каркаса.

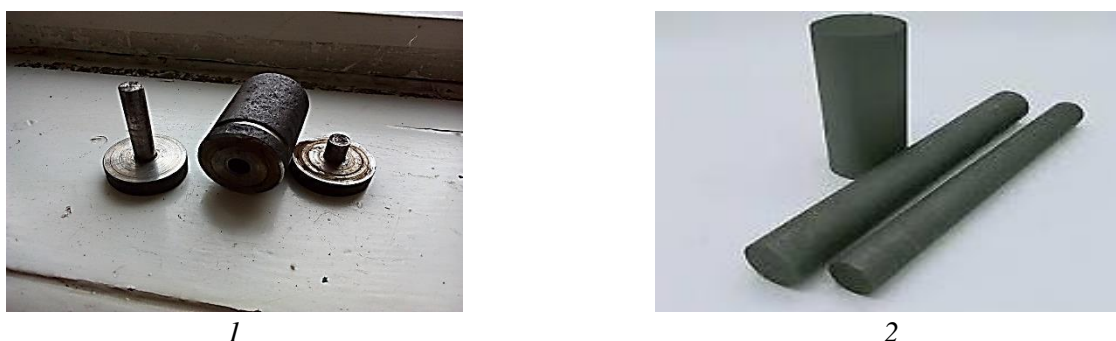


Рисунок 2. Изображение пресс формы для порошка и после пресс-формы: а – пресс форма 1; б – стержень готового графита 2

Графит в этом случае изготавливали методом термоударного горячего прессования в пресс-форму порошковой смеси, содержащей *дисперсный углеродный нанпорошок*.

Чем необычен графит? В первую очередь, он хорошо проводит электрический ток — хотя сам углерод и не похож на другие металлы. Если взять пластинку графита, то окажется, что вдоль ее плоскости проводимость примерно в сто раз больше, чем в поперечном направлении. Это напрямую связано с тем, как организованы атомы углерода в материале. Если посмотреть на структуру графита, то мы увидим, что она состоит из отдельных слоев толщиной в один атом. Каждый из слоев — сетка из шестиугольников, напоминающая собой соты. Атомы углерода внутри слоя связаны ковалентными химическими связями. Более того, часть электронов, обеспечивающих химическую связь, «размазана» по всей плоскости. Легкость их перемещения и определяет высокую проводимость графита вдоль плоскости углеродных чешуек.

Отдельные слои соединяются между собой благодаря ван-дер-ваальсовым силам — они гораздо слабее, чем обычная химическая связь, но достаточны для того, чтобы кристалл графита не расслаивался самопроизвольно. Такое несоответствие приводит к тому, что электронам гораздо сложнее перемещаться перпендикулярно плоскостям — электрическое сопротивление возрастает в 100 раз.

Благодаря своей электропроводности, а также возможности встраивать атомы других элементов между слоями, графит применяется в качестве анодов литий-ионных аккумуляторов и других источников тока. Электроды из графита необходимы для производства металлического алюминия — и даже в троллейбусах используются графитовые скользящие контакты токосъемников. Как известно, вольт-амперные характеристики (ВАХ) нано- и микросистем являются, пожалуй, наиболее доступными для экспериментальных исследований и вместе с тем весьма информативными для определения особенностей генерации, рекомбинации и переноса носителей заряда в этих системах и построения теоретических моделей происходящих процессов наноструктурных системах.

Прежде чем создать композиционный материал на основе высокодисперсного углеродного наннорошка, исследовали вольт-амперной характеристики (ВАХ) полученного графитового порошка (Рисунок 1а), а дальнейшем исследовали ВАХ композитционного материала — стержня (Рисунок 1.б), и железного проводника.

Для получения композиционного материала на основе углеродных низкоразмерных порошков, необходимо сжатие с возрастающим давлением порошковой смеси и обеспечивать высокую плотность их уплотнения (не менее 70 % от теоретической плотности получаемого материала).

Из Рисунка 3 видно, что ВАХ композиционного материала и готового графитового стержня идентичны, т.е. мы получили композитный материал с электрическими параметрами совпадающий с электрическими параметрами железного проводника, тогда как электрические параметры графитового порошка примерно в 10 раз отличаются от значений композита.

Для получения композиционного материала использовали метод электродуговой обработки относительно низким значением силы тока (Таблица).

Полученные таким образом, объемные композитные материалы методами прессования низкоразмерных порошков с электродуговой обработки с последующим спеканием соответствует стандартным графитовым материалам, используемые на практике.

На Рисунке 4 показана зависимость изменения электрического сопротивления композитного материала от давления их прессования.

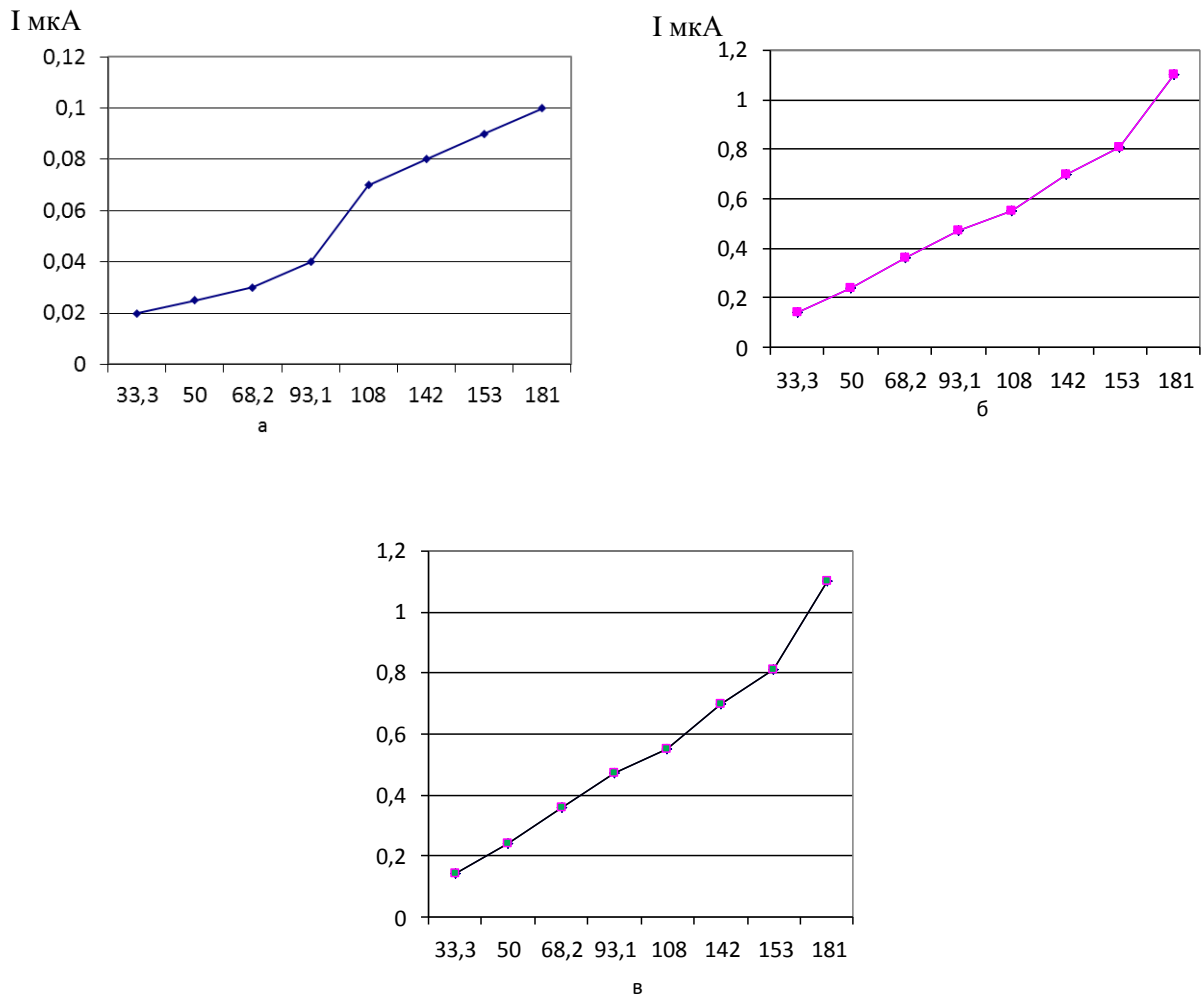


Рисунок 3. Вольт-амперная характеристика нанопорошка (а) и композита (б), железа (в)

Таблица.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
 МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ОБРАБОТКИ
 ОТНОСИТЕЛЬНО НИЗКИМ ЗНАЧЕНИЕМ СИЛЫ ТОКА

Наименование материала	Значение силы тока при электродуговом процессе			
	2 A	5A	7A	10A
Время воздействия - нагревания, 20 с				
<i>Графитовый порошок</i>				
Интервал температурного воздействия	10-15 °С	15-20 °С	20-30 °С	30-150 °С
<i>Композитный материал(изделия) - стержень</i>				
Интервал температурного воздействия	10-50 °С	50-200 °С	200-550 °С	550-1100 °С

Экспериментальные данные согласуются с термодинамическим равновесием перехода порошка в композит, представленным на Рисунке 4.

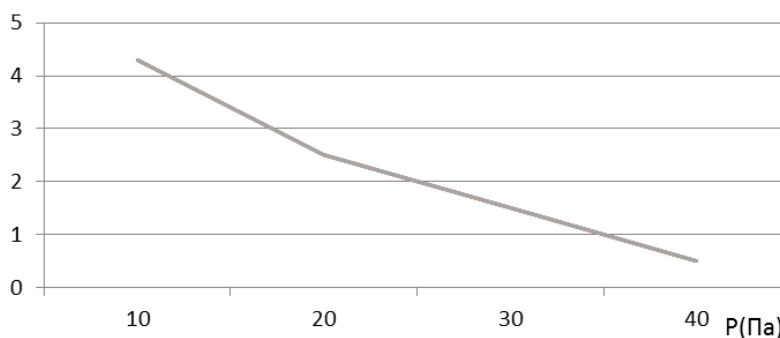


Рисунок 4. Зависимость электрического сопротивления углеродного порошка от давления их прессования

На основании полученных результатов (Рисунок 4), можно сделать вывод, что в процессе сжатия порошков происходит уменьшение электрического сопротивления композита, т.е. композит начинает хорошо проводить электрический ток. Это связано, по-видимому с тесным сближением частиц (атомов) углеродного порошка, в результате которого происходит расщепление энергетических уровней в более выраженной форме. Если два атома сближаются друг к другу, то потенциал, который определяет энергетические уровни электрона, изменяется. В результате этого изменения все разрешенные уровни энергии электрона сдвигаются — появляются возмущенные энергетические уровни, определяемой по формуле:

$$E_n = -\frac{z^2 m_0 g^4}{8 \varepsilon_0^2 h^2 n^2}$$

где z — число протонов в ядре; m_0 — масса свободного электрона; ε_0 — диэлектрическая проницаемость вакуума; h — постоянная Планка; n — положительное целое число.

Таким образом, полученный результат соответствует представлениям о двойном электрическом слое на межфазной границе, который обусловлен ориентацией молекул углерода.

Список литературы:

1. Ташполотов Ы, Жогаштиев Н. Т., Турдубаева Ж., Садыков Э., Дуйшеева С. Разработка технологии получения наноструктурных материалов на основе местных минерально-сырьевых ресурсов // Вестник КГУСТА. 2012. №4. С. 25-29.
2. Ташполотов Ы., Жогаштиев Н.Т., Садыков Э. Вольт-амперные характеристики углеродного наноструктурного композита // Вестник КГНУ им. Жусупа Баласагына 2013. Серия 3. Естественно-технические науки. С. 36-38.
3. Жогаштиев Н. Т., Абдалиев У. К., Ташполотов Ы. Получение суспензий низкоразмерных порошков угля с помощью метода гидроударного фракционирования // Перспективные технологии и материалы. 2012. №1.
4. Яфаров Р. К., Шаныгин В. Я., Нефедов Д. В. Углеродный пленочный нанокомпозит для сильноточных полевых источников электронов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика. 2019. Т. 19. №1. <https://doi.org/10.18500/1817-3020-2019-19-1-68-75>

References:

1. Tashpolotov, Y., Zhogashtiev, N. T., Turdubaeva, Zh., Sadykov, E., & Duisheeva, S. (2012). Razrabotka tekhnologii polucheniya nanostrukturnykh materialov na osnove mestnykh mineral'no-syr'evykh resursov. *Vestnik KGUSTA*, (4). 25-29. (in Russian).
2. Tashpolotov, Y., Zhogashtiev, N. T., & Sadykov, E. (2013). Vol't-ampernye kharakteristiki uglerodnogo nanostrukturnogo kompozita. *Vestnik KGNU im. Zhusupa Balasagyna, Seriya 3. Estestvenno-tekhnicheskie nauki*, 36-38. (in Russian).
3. Zhogashtiev, N. T., Abdaliev, U. K., & Tashpolotov, Y. (2012). Poluchenie suspensii nizkorazmernykh poroshkov uglia s pomoshch'yu metoda gidroudarnogo fraktsionirovaniya. *Perspektivnye tekhnologii i materialy*, (1). (in Russian).
4. Yafarov, R. K., Shanygin, V. Ya., & Nefedov, D. V. (2019). Uglerodnyi plenochnyi nanokompozit dlya sil'notochnykh polevykh istochnikov elektronov. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Fizika*, 19(1). <https://doi.org/10.18500/1817-3020-2019-19-1-68-75> (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 14.12.2019 г.*

*Принята к публикации
19.12.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Жогаштиев Н. Т. Создание композиционного материала на основе низкоразмерных углеродных частиц // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №1. С. 192-197. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/22>

Cite as (APA):

Zhogashtiev, N. (2019). Creation of a Composite Material Based on Low-sized Carbon Particles. *Bulletin of Science and Practice*, 6(1), 192-197. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/50/22> (in Russian).