



ИННОВАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2018.3.7>

УДК 539.2:530.145

ББК 22.379

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВОК С ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Сергей Владимирович Борознин

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
boroznin@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Юлия Владимировна Двужилова

Кандидат физико-математических наук,
старший преподаватель кафедры судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Наталья Павловна Борознина

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Илья Сергеевич Двужилов

Кандидат физико-математических наук,
ассистент кафедры судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Ирина Владимировна Запороцкова

Доктор физико-математических наук, профессор,
директор института приоритетных технологий,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В работе было проведено исследование влияния углеродных нанотрубок на некоторые физико-химические свойства грунтовки ГФ-021, нанесенной на различные поверхности: кирпич, дерево, гипсокартон. Результаты экспериментов показали, что функциональная добавка на основе углеродных нанотрубок благоприятно влияет на такие свойства грунтовки ГФ-021, как время высыхания и устойчивость к статическому воздействию 3 %-ного раствора хлористого натрия.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, физико-химические свойства, грунтовка, функциональные добавки, поверхность материала.

Углеродные нанотрубки являются структурами, где в силу идеальности их строения не происходит рассеяния электронов на дефектах кристаллической структуры, вследствие чего они обладают высокой проводимостью и низким выделением тепла при прохождении тока. Таким образом, углеродные нанотрубки, которые хорошо проводят тепло, представляют собой материал, используя который можно добиваться высоких теплоизоляционных свойств [4; 6; 7].

Исключительные физико-механические свойства углеродных нанотрубок (УНТ) дают возможность использовать их в качестве наноуполннителей с целью получения новых материалов с заранее прогнозируемыми свойствами и характеристиками. Благодаря своей структуре и геометрии УНТ обладают уникальными механическими, сорбционными и другими свойствами. Уникальная структура УНТ обеспечивает им высокую поверхностную активность, из-за которой они находят широкое применение в качестве наполнителей и функциональных добавок. Модифицирование материала нанотрубулами

может привести к значительному улучшению физико-механических характеристик исходных систем, а также к повышению их энергосберегающих свойств. На сегодняшний день создание композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок является одним из самых актуальных вопросов, и изучение физико-химических и механических характеристик нанокompозитов остается актуальным, имеет научную и практическую значимость, так как создание такого рода материалов открывает большие возможности их использования в различных областях промышленности [2; 3; 5].

Важным достоинством данной работы является то, что углеродные нанотрубки предлагается использовать в наиболее значимом для промышленности строительном диапазоне температур. В данном диапазоне в углеродных нанотрубках отсутствует межзонное поглощение (между зоной проводимости и валентной зоной), и, следовательно, не будет происходить потеря тепловой энергии. В свою очередь, это не приводит к дополнительному нагреву сре-

ды из углеродных нанотрубок и увеличивает ее энергосберегающие свойства.

Все вышесказанное и стимулировало интерес к написанию данной статьи.

В качестве подготовительных работ готовились исходные смеси функциональной добавки в двух различных концентрациях углеродных нанотрубок, в виде 1 %-ного и 5 %-ного растворов. Растворы функциональной добавки тщательно перемешивались на протяжении порядка четырех часов при комнатной температуре в ультразвуковой ванне для получения высокодисперсной взвеси.

Далее полученные функциональные добавки, состоящие из грунтовки ГФ-021 и углеродных нанотрубок, с помощью кисти наносились на предварительно подготовленные и очищенные поверхности, а именно кирпич, дерево, гипсокартон. Полученные образцы высыхали естественным путем при комнатной температуре. Контролировалось и сравнивалось время высыхания образцов, на которые были нанесены чистая грунтовка без примесей, 1 %-ный и 5 %-ный растворы функциональных добавок на основе углеродных нанотрубок.

Также в соответствии с ГОСТ 9.403-80, п. 2.4, была проведена оценка стойкости пленок к статическому воздействию 3 %-ного раствора хлористого натрия. Образцы поме-

щали в раствор хлористого натрия на 24 ч при температуре 25 °С. После чего помещали в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60 ± 2 °С. Через 8 ч образцы были извлечены из термошкафа и выдержаны при температуре 20 ± 2 °С в течение 16 ч. Затем образцы были промыты проточной водой. Далее осуществлялся макроосмотр образцов для выявления изменений в структуре образцов или их отсутствия по ГОСТу 9.403-80 (п. 2.4 настоящего стандарта) [1]. Осмотр образцов показал, что изменения поверхности пленки грунтовки с функциональной добавкой на основе углеродных нанотрубок не произошли.

После проведения серии экспериментов были получены образцы кирпича, дерева и гипсокартона с нанесенными на них грунтовками без примесей, а также с функциональной добавкой на основе углеродных нанотрубок (1 %-ный и 5 %-ный растворы). Полученные образцы представлены на рисунках 1–3.

Как показали результаты эксперимента, время высыхания грунтовок при температуре 25 °С на кирпиче: а) без добавления УНТ составляет 80 мин.; б) с функциональной добавкой на основе УНТ (1 %-ный раствор) – 70 мин.; в) с функциональной добавкой на основе УНТ (5 %-ный раствор) – 55 мин.

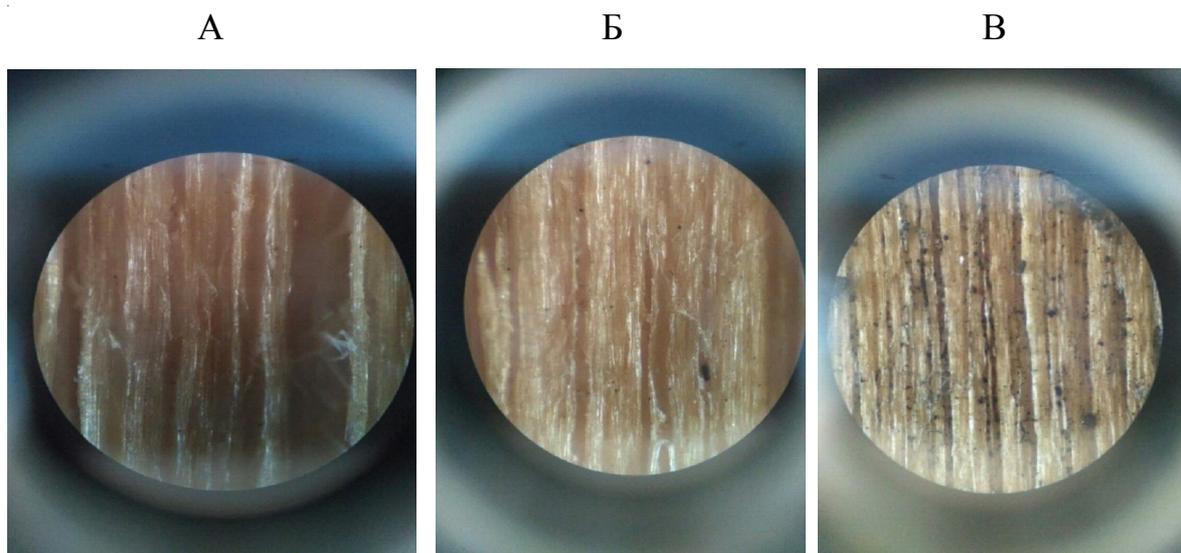


Рис. 1. Древесная поверхность, покрытая грунтовкой:

А – без примесей; Б – с функциональной добавкой с 1 %-ным содержанием УНТ;
В – с функциональной добавкой с 5 %-ным содержанием УНТ

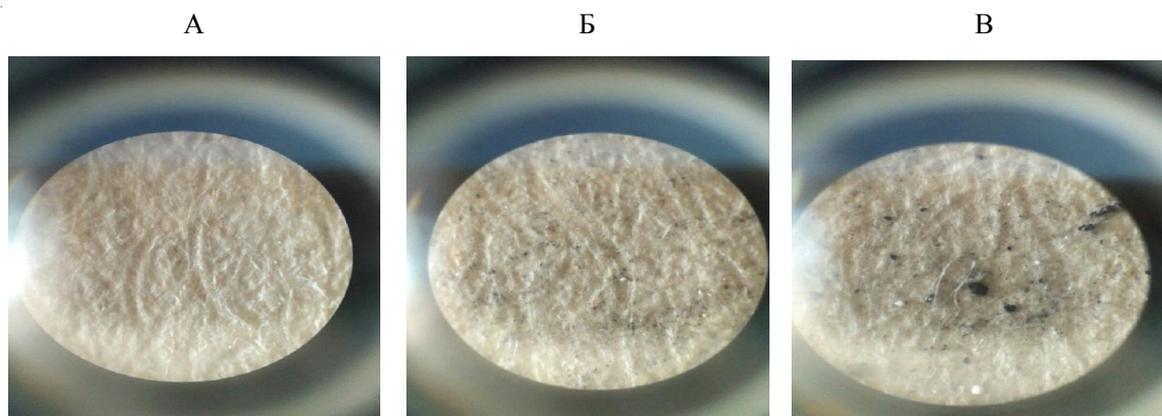


Рис. 2. Поверхность гипсокартона, покрытая грунтовкой:
 А – без примесей; Б – с функциональной добавкой с 1 %-ным содержанием УНТ;
 В – с функциональной добавкой с 5 %-ным содержанием УНТ

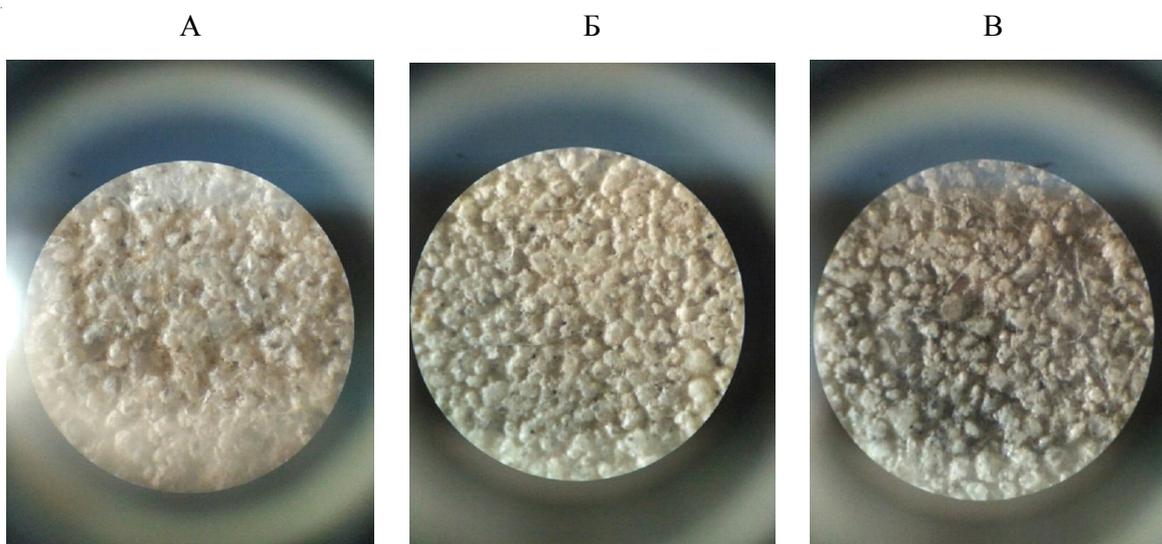


Рис. 3. Кирпичная поверхность, покрытая грунтовкой:
 А – без примесей; Б – с функциональной добавкой с 1 %-ным содержанием УНТ;
 В – с функциональной добавкой с 5 %-ным содержанием УНТ

Время высыхания грунтовок при температуре 25 °С на дереве: а) без добавления УНТ составляет 60 мин.; б) с функциональной добавкой на основе УНТ (1 %-ный раствор) – 40 мин.; в) с функциональной добавкой на основе УНТ (5 %-ный раствор) – 45 мин.

Время высыхания грунтовок при температуре 25 °С на гипсокартоне: а) без добавления УНТ составляет 70 мин., б) с функциональной добавкой на основе УНТ (1 %-ный раствор) – 60 мин., в) с функциональ-

ной добавкой на основе УНТ (5 %-ный раствор) – 65 мин.

На основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод.

Введение функциональной добавки на основе углеродных нанотрубок уменьшает время высыхания пленки примерно на 15–20 % на всех образцах. При этом для гипсокартона и древесины наиболее предпочтительной является концентрация нанотрубок 1 %, а на поверхности кирпича время засыхания существенно уменьшается при повышении концентрации до 5 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25129-82. Грунтовка ГФ-021. Технические условия : дата введения 01.01.83. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.kistivruki.ru/wp-content/uploads/2014/11/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-25129.pdf>. – Загл. с экрана.

2. Дьячков, П. Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / П. Н. Дьячков. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 294 с.

3. Елецкий, А. В. Фуллерены и структуры углерода / А. В. Елецкий, Б. М. Смирнов // Успехи физических наук. – 1995. – Т. 165, № 9. – С. 977–1009.

4. Ивановский, А. Л. Квантовая химия в материаловедении. Нанотубулярные формы вещества / А. Л. Ивановский. – Екатеринбург : УрОРАН, 1999. – 176 с.

5. Харрис, П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века / П. Харрис. – М. : Техносфера, 2003. – 336 с.

6. Dresselhaus, M. S. Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes / M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, P. C. Eklund. – Academic Press, Inc., 1996. – 965 p.

7. Saito, R. Physical properties of carbon nanotubes / R. Saito, M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus. – Imperial College Press, 1999. – 251 p.

[GOST 25129-82. Primer GF-021. Technical Conditions: Introduced on 1 January 1983]. URL: <http://www.kistivruki.ru/wp-content/uploads/2014/11/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-25129.pdf>.

2. Dyachkov P.N. *Uglerodnye nanotrubki: stroenie, svoystva, primeneniya* [Carbon Nanotubes: Structure, Properties, Applications]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy Publ., 2006. 294 p.

3. Eletskiy A.V., Smirnov B.M. Fullereny i struktury ugleroda [Fullerenes and Carbon Structures]. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1995, vol. 165, no. 9, pp. 977-1009.

4. Ivanovskiy A.L. *Kvantovaya khimiya v materialovedenii. Nanotubulyarnye formy veshchestva* [Quantum Chemistry in Materials Science. Nanotubular Forms of Matter]. Ekaterinburg, UrORAN Publ., 1999. 176 p.

5. Harris P. *Uglerodnye nanotruby i rodstvennyye struktury. Novye materialy XXI veka* [Carbon Nanotubes and Related Structures. New Materials of the 21st Century]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2003. 336 p.

6. Dresselhaus M.S., Dresselhaus G., Eklund P.C. *Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes*. Academic Press, Inc., 1996. 965 p.

7. Saito R., Dresselhaus M.S., Dresselhaus G. *Physical Properties of Carbon Nanotubes*. Imperial College Press, 1999. 251 p.

REFERENCES

1. GOST 25129-82. *Gruntovka GF-021. Tekhnicheskie usloviya: data vvedeniya 01.01.83*

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF PRIMERS WITH FUNCTIONAL ADDITIVE BASED ON CARBON NANOTUBES

Sergey V. Boroznin

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics),
Associate Professor of Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
boroznin@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Yuliya V. Dvuzhilova

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Senior Lecturer,
Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Natalya P. Boroznina

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics),
Associate Professor of Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Ilya S. Dvuzhilov

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Assistant,
Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Irina V. Zaporotskova

Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor,
Director of the Institute of Priority Technologies,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. Carbon nanotubes are structures where, due to their ideal structure, there is no electron scattering on defects in the crystal structure, so that they have high conductivity and low heat release during the passage of current. Thus, carbon nanotubes that conduct heat well are a material that can be used to achieve high thermal insulation properties.

The exceptional physical and mechanical properties of carbon nanotubes make it possible to use them as nanofillers in order to obtain new materials with predictable properties and characteristics. Due to their structure and geometry, CNTS have unique mechanical, sorption and other properties. The unique structure of CNTS provides them with high surface activity, because of which they are widely used as fillers and functional additives. Modification of the material by nanotubes can lead to a significant improvement in the physical and mechanical characteristics of the original systems, as well as to an increase in their energy – saving properties. To date, the creation of composite materials based on carbon nanotubes is one of the most pressing issues, and the study of physical, chemical and mechanical characteristics of nanocomposites remains relevant, has scientific and practical significance, since the creation of such materials opens up great opportunities for their use in various fields of industry.

In this work the influence of carbon nanotubes on some physical and chemical properties of GF-021 applied on various surfaces, such as brick, wood, gypsum board been, investigated. The results of the experiments show that the functional additive based on carbon nanotubes favorably influences such properties of the GF-021 primer as the drying time and stability to the static action of a 3 % solution of sodium chloride.

Key words: carbon nanotubes, physical and chemical properties, primer, functional additives, surface of the material.