

УДК 581+620.3

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ ДЛЯ АПК

Е.Р. Иванов

Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

*E-mail: starlord1303@mail.ru

Принята к публикации: 19 сентября 2020.

Опубликована: 28 октября 2020.

На сегодняшний день наноразмерные электронные устройства получили большую популярность у исследователей. Углеродные наноструктуры, являются одним из наиболее востребованных материалов для таких устройств. Углеродная наноэлектроника основывается на использовании углеродных наноструктурных материалов: фуллеренов, нанотрубок, графена и его модификаций. В частности, на сегодняшний день является актуальным исследование физических закономерностей электронных свойств слоистых островковых нанокompозитных материалов на основе углерода.

Ключевые слова: наноразмерные, материалы, наноэлектроника, закономерности, углеродные.

Введение.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, которую утвердил Президент России 30 января 2010 г., указано на необходимость устойчивого развития отечественного производства продовольствия и сырья для обеспечения продовольственной независимости страны. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 г. № 446) предусматривает

инновационное развитие отрасли, ускоренный переход к использованию новых высоко- производительных и ресурсосберегающих технологий. В социально-экономических приоритетах Российской Федерации особое место занимает развитие наукоемких отраслей производства. На современном этапе в качестве одного из таких инновационных направлений определена наноиндустрия. Нанотехнологии и наноматериалы находят применение во многих сферах деятельности человека, количество нанопродукции, производимой в мире, с каждым годом возрастает. Использование достижений наноиндустрии отвечает интересам государственной аграрной политики. Нанотехнологии уже успешно применяются в генетической и клеточной инженерии, лечении животных; улучшении качества кормов; техническом сервисе сельскохозяйственной техники. Нанотехнологии направлены на решение актуальных задач АПК, таких, как ресурсосбережение и рост эффективности оборудования [1-3], повышение продуктивности животноводства, урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям окружающей среды, совершенствование технологических процессов производства и переработки сельскохозяйственного сырья [1-3], получение экологически безопасной продукции и устранение потерь качества продуктов питания при хранении. Значимой частью успешного внедрения нанотехнологий в АПК является наличие научно-информационного обеспечения [4].

Последние десятилетия характеризуются интенсивным развитием нанотехнологий и использованием наноматериалов (НМ) в различных сферах народного хозяйства. К наноматериалам относят изолированный твердофазный объект, имеющий отчетливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого по одному из измерений составляют от 1 до 100 нм [5].

Методика исследований.

Для исследования электронного строения и электрофизических свойств слоистой пленки с островковой структурой необходимо знание строения материала на атомном уровне. Это необходимо в силу того, что существенной долей параметров, описанных выше методов, являются координаты взаимного

расположения атомов, а также ряд других параметров, связанных с атомистической структурой. Ввиду того, что атомистические структуры являются композитными материалами, встает необходимость их построения. Исследуемые пленки состоят из слоев графена и углеродных нанотрубок на расстоянии Ван-дер-Ваальсового взаимодействия ($\approx 3.4 \text{ \AA}$).

Графен – это аллотропная модификация углерода, представляющая собой один атомный слой графита. Характерной чертой ориентации графенового листа является тип его края, который может иметь зигзагообразную форму - тип «зигзаг»; или креслообразную форму – тип «кресло».

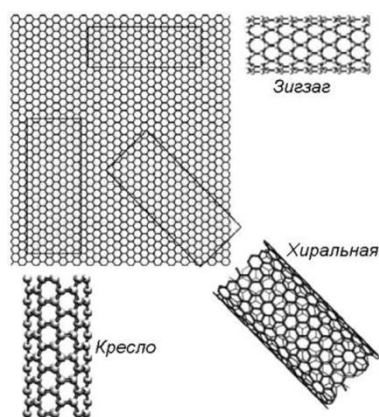


Рисунок 1 - Модельное представление процесса образования УНТ путем свертки графенового листа.

Результаты исследований. Существует не один метод получения листов графена. Они делятся на три группы. К первой группе методов получения листов графена относятся механические методы, наиболее распространенным среди них, является механическое расщепление графита. Для создания более больших образцов размера порядка 10 мкм, применяемых для электрических и оптических измерений. Ко второй группе методов относят химические методы, их преимуществом является большой процент выхода материала, однако размер пленок мал (порядка 10 -100 нм). К третьей группе относятся эпитаксиальный метод и методы термического разложения подложки из карбида кремния. Получить графеновые листы также можно используя метод электростатического переноса [6]. Известно, что поверхности хорошо

очищенного графита находятся кусочки графена, состоящие из нескольких атомных слоев. Они могут быть относительно просто отделены от поверхности графита с помощью электростатического поля иглы сканирующего туннельного микроскопа. Причем, варьируя величину приложенного напряжения, можно снимать нанографен, состоящего из различного числа атомных слоев. С помощью этого метода были получены ленты шириной 50 нм и длиной более 500 нм. Однако ширина и форма получаемых листов, важные для задания их определенных электронных свойств, трудно контролируются. В связи с этим графен должен дополнительно обрабатываться электронным лучом.

Нанотрубки также являются аллотропной модификацией углерода и представляют собой свернутый в цилиндр графеновый лист, полый внутри [7,8]. Следует отметить, что если осуществить расшивание углеродной нанотрубки типа «кресло», то будет получен графеновый лист, который в рассматриваемом направлении также будет иметь тип края «кресло», а в перпендикулярном ему - тип «зигзаг». Диаметр нанотрубок достигает несколько десятков нанометров, а их длина — до нескольких сантиметров.

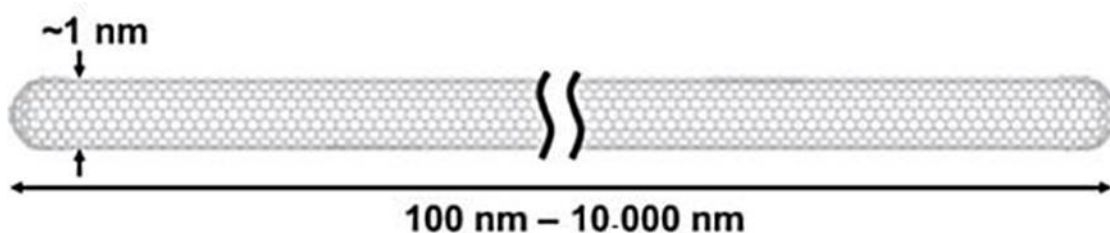


Рисунок 2 - Схематическое представление строения УНТ.

По своей классификации нанотрубки можно разделить на трубки открытого и закрытого типов, одностенные и многостенные, по типу проводимости — на металлические и полупроводниковые.

Основополагающей характеристикой, определяющей тип проводимости и структуру нанотрубок, является хиральность. Хиральность означает зеркальную симметрию, при котором равные половины одной фигуры не могут быть совмещены друг с другом. В общем случае и большинстве мировых публикаций индексы хиральности обозначаются как n и m , причем $n \geq m$. В

случае, когда разница индексов кратна трем, говорят о металлическом типе проводимости. В остальных случаях речь идет о полупроводниковых трубках.

Нанотрубка типа «кресло» образуется в случае равенства индексов хиральности, а угол свертки α равен 30° . Нанотрубка типа «зигзаг» получается при равенстве нулю одного из индексов хиральности, во всех остальных случаях, когда $n \neq m$, речь идет о хиральных нанотрубках.

Перечисленные отличительные от микровеществ свойства НМ могут приводить к проявлению различных эффектов на живые системы, в частности на растения.

Заключение.

Таким образом, исследованиям по выявлению закономерностей воздействия техногенных наноматериалов на растения наряду с установлением их влиянием на животных и человека необходимо в настоящее время придать первоочередной статус.

Список литературы

1. Тюрин И.Ю. Принципы и направления модернизации инженерно-технологического обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур. / Тюрин И.Ю., Тельнов М.Ю. / Научное обозрение. 2011. № 2. С. 47-51.

2. Тюрин И.Ю. Перспективы развития экспериментальных исследований процесса сушки. / Тюрин И.Ю. / Научное обозрение. 2010. № 5. С. 76-78.

3. Tyurin I.Yu. Overview of roughage feeds procurement technology. / Tyurin I.Yu., Komarov Yu.V., Levchenko G.V., Makarov S.A., Ryzhkova I.V., Dugin Yu.A. / POAB Journal. 2020. T. 11. № 4. С. 39-43.

4. Федоренко В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: науч. издание. / Федоренко В.Ф., Ерохин М.Н., Балабанов В.И., Буклагин Д.С., Голубев И.Г., Ищенко С.А. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 312 с.

5. В.М. Юрин. Наноматериалы и растения: взгляд на проблему. / В.М. Юрин, О.В. Молчан - Труды БГУ том 10, часть 1, 2015, с. 9-21.

6. Sidorov, A., Yazdanpanah, M., Jalilian, R., Ouseph, P.J., Cohn, R.W., & Sumanasekera, G.U. (2007). Electrostatic deposition of graphene. *Nanotechnology*, 18(13), 135301.

7. А.В. Елецкий «Углеродные нанотрубки» 167 945–972 (1997)

8. А.В. Елицкий «Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства» 172 401-438 (2002)

Сведения об авторах

Иванов Евгений Романович, магистрант кафедры «Радиотехника и электродинамика», ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Россия.

410012, г. Саратов ул. Астраханская, д. 83.

CARBON NANOSTRUCTURES FOR AIC

E.R. Ivanov

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky

To date, nanoscale electronic devices have gained great popularity among researchers. Carbon nanostructures are one of the most popular materials for such devices. Carbon nanoelectronics is based on the use of carbon nanostructured materials: fullerenes, nanotubes, graphene and its modifications. In particular, today it is relevant to study the physical laws of the electronic properties of layered island nanocomposite materials based on carbon.

Keywords: nanoscale, materials, nanoelectronics, patterns, carbon.