Влияние состава газовой фазы в плазменной струе Плазмотрона постоянного тока на свойства графена [[1]](#footnote-1)\*)

Шавелкина М.Б., Филимонова Е.А., Амиров Р.Х.,Иванов П.П.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия, [mshavelkina@gmail.com](mailto:mshavelkina@gmail.com)

Широкий диапазон свойств графена (высокая подвижность носителей заряда, большая теплопроводность, химическая стабильность, механическая жёсткость) обусловлен степенью несовершенства двумерного кристалла, которая зависит от наличия собственных дефектов в кристаллической решетке и/или примесных дефектов в виде чужеродных атомов. Известны: гидрированный графен, деформированный вследствие присоединения водорода на отдельных участках графена; графен, легированный атомами азота; окисленный графен (содержащий кислородные группы), отличающиеся своими свойствами и областями применения.

В данной работе приведены результаты исследования плазмохимического синтеза графена в объеме при пиролизе углеводородов в плазменных струях плазмотрона постоянного тока мощностью до 45 кВт. Было установлено, что, используя смесь из гелия с добавкой пропан-бутановой смеси, достигается максимальный выход графена, содержащего водород в соотношении с углеродом 1:4. Если добавлять ацетилен к азоту, то в плазменной струе формируется азотсодержащий графен при давлении 100 Торр. При введении метана в плазму аргона при давлении в реакторе 350 Торр на выходе образуются малодефектные наноструктуры с латеральным размером до 2000 нм, что намного превосходит их геометрию при синтезе в других условиях. Согласно исследованию растровой электронной микроскопией, во всех случаях форма наноструктур – хлопьевидная, т.е. синтез в объеме приводит к образованию деформированного графенового листа [1]. Кроме того, как показал элементный анализ, отличаются наноструктуры присутствием разных чужеродных атомов и в разных количествах, что приводит к разной степени несовершенства, и это подтверждается анализом спектров комбинационного рассеяния света.

Известно, что при пиролизе углеводородов основными продуктами процесса являются сажа, ацетилен, водород, дивинил, этилен, этан и бензол, а факторами, влияющими на их образование: исходное сырьё; температура; время контакта и давление [2]. В эксперименте исходные углеводороды отличаются молекулярной массой и строением, но плазменные условия обеспечивают высокую степень их диссоциации. Давления в реакторе близки. Таким образом, при разложении углеводородов с помощью плазмотрона постоянного тока основным фактором, влияющим на различие в составе газофазных компонентов, является время контакта или время нахождения частиц при высоких температурах. На основе созданной модели реактора [3] для каждой плазмообразующей системы были получены профили температур, отличающиеся темпом снижения температур. Очевидно, что это приведет к разным временным интервалам контакта, и, следовательно, к разным условиям для формирования кристаллической структуры графена.

Таким образом, экспериментально и с помощью моделирования установлена корреляция между составом газовой фазы и степенью несовершенства графена.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание № 075-01056-22-00).

Литература

1. Shavelkina M. et al. J. Materials, 2020, 13,1728.
2. Шурупов С.В. Газохимия, 2009, 5 (9), 64.
3. Shavelkina M.B. et al. J Phys D Appl Phys., 2019, 52, 495202.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Pt/en/GB-Shavelkina_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)