

Синтез и физико-химические свойства sp - sp^2 - sp^3 -углеродных наноматериалов

Дорогова В.А.¹, Елишина Л.А.²

yolshina_94@mail.ru

¹ УрФУ им. Б.Н.Ельцина, Екатеринбург, Россия

² ИВТЭ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Разработана методика синтеза нового наноуглеродного материала при взаимодействии D-глюкозы с жидкими активными металлами (Mg, Al, Zn) в хлоридном расплаве, в результате которого образуются диспергированные в расплаве пленки, состоящие из 100% углерода, толщиной до 1 мкм с удельной поверхностью до 590 м²/г [1].

С помощью комплекса методов физико-химического анализа установлено, что сформированные пленки имеют сложную иерархическую структуру и состоят из углерода в sp , sp^2 , и sp^3 гибридизированных состояниях, которые соответствуют β -карбину, графену и кубическому (либо гексагональному) алмазу, соответственно. Одна сторона пленок гладкая, другая обладает развитой поверхностью, на которой кристаллиты алмазов расположены в виде непрерывных ступеней с углом между ними, равным 90°.

Количественные соотношения аллотропных форм углерода на двух сторонах пленок различны: гладкая сторона преимущественно состоит из sp^2 гибридизированного углерода, а в развитой стороне значительно увеличено содержание алмазной и карбиновой фазы. Размер кристаллитов sp^2 углерода был оценен как 5 нм по соотношению характеристических полос КР спектра.

Соотношение разных гибридных форм углерода определяется активностью металла, использованного при синтезе пленки. В ряду Zn –Al –Mg доля карбина остается практически постоянной, а доля наноалмазов размером 5-20 нм растет и зависит от количества образующегося при взаимодействии расплавленного металла с глюкозой атомарного водорода, которое максимально для наиболее активного металла – магния.

Предложен механизм образования иерархически структурированной карбин – графен – наноалмазной пленки. При взаимодействии глюкозы первоначально на поверхности жидкой металлической капли под слоем расплавленных солей образуется двуслойный графен, что было показано средствами СЭМ и КР спектроскопии. В ходе дальнейшего роста пленки происходит гидрирование графена атомарным водородом, который присоединяется к атомам внешних слоев графена, что приводит к изменению их типа гибридизации с плоской (sp^2) на тетраэдрическую (sp^3).

Установлено, что синтезированный углеродный нанокompозит обладает высокими восстановительными и адсорбционными свойствами в отношении катионов поливалентных металлов (Cr^{6+} , Mn^{7+}), причем адсорбция в основном наблюдается на развитой стороне углеродной пленки, что свидетельствует о разной адсорбционной активности различных гибридизаций углерода [2, 3].

Ссылки

1. V.A. Yolshina, L.A. Yolshina, V.A. Elterman, E.G. Vovkotrub, A.A. Shatunova, V.I. Pryakhina, N.A. Khlebnikov, and N.V. Tarakina, Mater. Des. (2017), V.135, P. 343.
2. V.A. Dorogova, L.A. Yolshina, V.I. Pryakhina, and E.G. Vovkotrub, J. Inorg. Organomet. Polym. Mater. (2024), V. 8, P. 3527.
3. V.A. Yolshina, L.A. Yolshina, and V.I. Pryakhina, J. Inorg. Organomet. Polym. Mater. (2021), V.31 (8), P. 3624.