

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени
М.В.ЛОМОНОСОВА
Физический факультет

Текст защиты курсовой работы по теме:

«Многообразие структурных форм углерода, уникальные физические свойства углеродных материалов и их современное практическое применение»

Студента 2-го курса

Зотеева С. Р.

Руководитель: с.н.с.

Стрелецкий Олег Андреевич

Москва

2020

Безусловно, углерод является одним из самых удивительных химических элементов. Одной из причин является его уникальная способность образовывать новые соединения, имеющие различные структуры и свойства. Данная работа посвящена тому, чтобы описать свойства этих соединений, методы их получения и возможные сферы применения.

Хоть некоторые из форм углерода были знакомы человеку не одну сотню лет, но понимание того как и из чего они состоят пришло только в конце XVIII, начале XIX века. Начиная из далека, следует сказать, что в то время ученые пользовались флогистонной теорией строения горючих веществ. Флогистоном называлась гипотетическая «огненная субстанция», содержащаяся в горючих материалах и выделяющаяся при их горении. Данная теория внесла большой вклад в развитие химии, так как помогла обобщить большое количество химических реакций.

В конце XVIII века Антуан Лавуазье создал свою, кислородную теорию горения, неоспоримые доказательства которой искоренили флогистонную теорию из научного сообщества

Активное изучение горючих веществ обернулось тем, что в 1787 году вышла книга «метод химической номенклатуры», в которой впервые появилось название – «углерод». Через 4 года после этого, в 1791 году, Смитсоном Теннантом впервые был получен чистый углерод, а еще через 6 лет Антуан Лавуазье установил, что уголь и алмаз имеют одинаковый состав.

Благодаря Лайнусу Поллину, в 1931 году появилось понятие гибридизации атомов углерода. Модель, представленная ученым, отлично согласовывалась с практикой и была настоящим прорывом в химии.

sp^3 гибридные орбитали образуются при смешении одной $2s$ и трех $2p$ орбиталей. 4 идентичные гибридные орбитали образуют тетраэдр, в центре которого находится атом углерода. Угол между орбиталями равен $109^{\circ}28'$

Характерные соединения для этого вида гибридизации – алмаз и лонсдейлит. Алмаз – прочнейший из минералов, обладает высокой теплопроводностью и коэффициентом преломления. Данные свойства делают алмаз незаменимым в ювелирном деле, производстве абразивных материалов. Долгое время большой проблемой оставалась нехватка этого минерала, пока в конце XX века не появилось направление синтеза алмазов при детонации взрывчатых веществ. Эта технология позволила получать алмазы, обладающие размерами и качеством, достаточным, чтобы удовлетворить потребности даже ювелирного дела.

Лонсдейлит – полиморфная модификация алмаза. Его свойства мало изучены в связи с трудностью нахождения в природе и невозможностью его искусственного синтеза. При этом лонсдейлит в крайне малых количествах встречается в местах падения метеоритов, что делает его своеобразным индикатором таких мест.

Три sp^2 гибридные орбитали образуются при смешении одной $2s$ и двух $2p$ орбиталей. Орбитали направлены к вершинам равностороннего треугольника, при этом они расположены под углом 120° друг к другу.

Углерод в таком гибридном состоянии образует простое вещество – графит. Он обладает металлическим блеском, мягкостью, хорошей электропроводностью. В зависимости от типа решетки, различают два типа графита α -графит и β -графит, при этом второй тип переходит в первый при нагревании и гораздо реже встречается в природе. В настоящее время налажено промышленное получение графита, при этом существуют его модификации, которые позволяют удовлетворять потребности энергетики, ядерной и химической промышленности, а также металлургии.

Графен – соединение, открытое группой ученых во главе с Константином Новоселовым и Андреем Геймом в 2004 году. Поразительно прочная, почти прозрачная двумерная аллотропная форма углерода имеет шансы осуществить переворот в сфере электроники и энергетики. Уже существуют надежные методы получения графена в больших количествах.

Когда одна $2s$ и одна $2p$ орбитали объединяются, то получаются две орбитали с sp гибридизацией, которые, располагаясь под углом 180° , образуют линейную аллотропную форму углерода, ныне известную как карбин.

Это соединение, открытое советскими учеными в 1960-х годах, обладает фотоэлектрическими свойствами, химической инертностью и способно резко увеличивать свою электропроводность под действием высокого давления. При этом карбин является полупроводником n -типа. В настоящее время существует несколько эффективных способов его искусственного синтеза.

Разнообразие форм углерода привело к необходимости их классификации. В качестве параметра для такой классификации может выступать гибридизация атомов углерода. При этом соединения можно разбить на две большие группы, одна из которых включает в себя соединения со смешанной гибридизацией, а вторая – промежуточные формы, такие как фуллерены и нанотрубки.

Фуллерены, несомненно, являются уникальными соединениями, открытыми в середине 80-х годов. Как и карбин, кристаллические фуллерены являются полупроводниками, при этом также они обладают и фотопроводимостью при воздействии оптического излучения. Кристаллы фуллеренов, легированные атомами некоторых металлов, являются

сверхпроводниками при температурах в 20-30 К. Растворы, содержащие фуллерены обладают особыми оптическими свойствами.

Углеродные нанотрубки – еще один революционный материал. Очень важную роль в свойствах нанотрубки играет хиральность. В зависимости от этого параметра трубка может быть полупроводником либо обладать металлической проводимостью. Чрезвычайно малые поперечные размеры трубок, обеспечивают значительное увеличение напряженности электрического поля вблизи их вершины, что делает нанотрубки отличными источниками автоэлектронной эмиссии и дает возможность использовать их в качестве холодных эмиттеров.

Но, к сожалению, недостаточные объемы производства фуллеренов и нанотрубок препятствуют их закреплению во многих сферах производства.

Углерод имеет шансы успешно обосноваться во многих сферах, таких как электроника, медицина, энергетика. При этом каждая из этих сфер непосредственно влияет на жизнь любого человека, что еще раз доказывает распространенность, универсальность и значимость углеродных соединений