

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»
Факультет приборостроения, информационных технологий и
электроники
Кафедра «Физика»

Курсовая работа по дисциплине:

«Физика твердого тела»

на тему: «Особенности кристаллической структуры углерода
(атомарного и молекулярного) и их влияние на свойства кристалла»

Выполнила: ст. гр. 14ПФ1

Байкова К.В.

Проверил: к.т.н.

Евдокимов С.В.

Принято к защите 15.12.17

Дата, подпись преподавателя

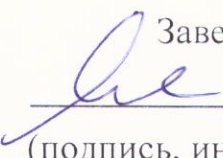
Оценка хорошо

Оценка, подпись преподавателя

Пенза 2017 год

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»
Факультет приборостроения, информационных технологий и
электроники»
Кафедра «Физика»

«УТВЕРЖДАЮ»

 Заведующий кафедрой
М. Б. Семенов
(подпись, инициалы, фамилия)
«14» декабря 2017 г.

ЗАДАНИЕ

По курсовой работе студента
Байковой Кристины Валерьевны
по дисциплине
«Физика твердого тела»

Группа 14ПФ1

1. Тема работы: Особенности кристаллической структуры углерода (атомарного и молекулярного) и их влияние на свойства кристаллов
2. Руководитель: к.т.н. Евдокимов С.В.
3. Срок сдачи студентом законченной работы 14.12.2017
4. Перечень подлежащих разработке вопросов:
 - 1) Рассмотреть особенности кристаллической структуры аллотропных форм углерода.
 - 2) Проанализировать влияние кристаллической структуры на электрические и механические свойства различных форм углерода.
 - 3) Указать области приборных применений каждой из углеродных структур.

Подпись студента



Подпись преподавателя



Содержание

Введение.....	3
1 Углерод	4
1.1 История.....	4
1.2 Аллотропные модификации элемента	5
1.3 Основные соединения и их характеристика	8
1.4 Применение углерода.....	9
2 Кристаллические формы углерода.....	10
2.1 Особенности алмаза.....	10
2.2 Графит.....	11
2.3 Графен.....	12
2.4 Фуллерен.....	14
2.5 Влияние углерода на свойства стали	16
2.6 Теория химического строения Бутлерова.....	18
Заключение.....	21
Список используемых источников.....	22

Введение

Одним из самых удивительных элементов, который способен формировать огромное количество разнообразных соединений органической и неорганической природы, является углерод. Это настолько необычный по свойствам элемент, что еще Менделеев предрекал ему большое будущее, говоря о не раскрытых пока особенностях. Позже это подтвердилось практически. Стало известно, что он - главный биогенный элемент нашей планеты, входящий в состав абсолютно всех живых существ. Помимо этого, способный существовать в таких формах, которые кардинально различаются по всем параметрам, но при этом состоят только лишь из атомов углерода.

1 Углерод

В периодической системе элемент углерод располагается в IV (по новому образцу в 14) группе, главной подгруппе. Его порядковый номер 6, а атомный вес 12,011. Обозначение элемента знаком С говорит о его названии на латыни - *carboneum*. Есть несколько различных форм, в которых существует углерод. Формула его поэтому бывает различна и зависит от конкретной модификации. Однако для написания уравнений реакций обозначение конкретное, конечно, есть. В целом, когда говорится о веществе в чистом виде, принята молекулярная формула углерода С, без индексации. [1]

1.1 История

Сам по себе этот элемент известен с самой древности. Ведь один из главных минералов в природе - это каменный уголь. Поэтому для древних греков, римлян и других народностей секретом он не был. Помимо этой разновидности, также использовали алмазы и графит. С последним долгое время было много запутанных ситуаций, так как часто без анализа состава за графит принимали такие соединения, как: серебристый свинец; карбид железа; сульфид молибдена. Все они были окрашены в черный цвет и поэтому считались графитом. Позже это недоразумение было разъяснено, и данная форма углерода стала сама собой. С 1725 года большое коммерческое значение приобретают алмазы, а в 1970 освоена технология получения их искусственным путем. С 1779 года, благодаря работам Карла Шееле, изучаются химические свойства, которые проявляет углерод. Это послужило началом ряда важнейших открытий в области данного элемента и стало основой для выяснения всех его уникальнейших особенностей. [2]

Изотопы углерода и распространение в природе Несмотря на то что рассматриваемый элемент - один из важнейших биогенных, его общее содержание в массе земной коры составляет 0,15 %. Так происходит от того, что он подвергается постоянной циркуляции, естественному круговороту в природе. В целом можно назвать несколько соединений минерального характера, в состав которых входит углерод. Это такие природные породы, как: доломиты и известняки; антрацит; горючие сланцы; природный газ; каменный уголь; нефть; бурый уголь; торф; битумы. Помимо этого, не

следует забывать и о живых существах, которые являются просто хранилищем углеродных соединений. Ведь им образованы белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, а значит самые жизненно важные структурные молекулы. В целом на пересчет сухой массы тела из 70 кг 15 приходится на чистый элемент. И так у каждого человека, не говоря уже о животных, растениях и прочих существах.

Если же рассмотреть состав воздуха и воды, то есть гидросферу в целом и атмосферу, то здесь присутствует смесь углерод-кислород, выражаемая формулой CO_2 . Диоксид или углекислый газ - один из основных газов, составляющих воздух. Именно в таком виде массовая доля углерода составляет 0,046%. Еще больше растворено углекислого газа в водах Мирового океана. Атомная масса углерода как элемента составляет 12,011. Известно, что данная величина рассчитывается как среднее арифметическое между атомными весами всех существующих в природе изотопных разновидностей, с учетом их распространенности (в процентном соотношении). Так происходит и у рассматриваемого вещества. Есть три главных изотопа, в виде которых находится углерод. Это: ^{12}C - его массовая доля в подавляющем большинстве составляет 98,93 %; ^{13}C - 1,07 %; ^{14}C - радиоактивный, период полураспада 5700 лет, устойчивый бета-излучатель. В практике определения геохронологического возраста образцов широко применяется радиоактивный изотоп ^{14}C , который является индикатором, благодаря своему длительному периоду распада. [3]

1.2 Аллотропные модификации элемента

Углерод - это такой элемент, который в виде простого вещества существует в нескольких формах. То есть он способен формировать самое большое из известных на сегодня число аллотропных модификаций. 1. Кристаллические вариации - существуют в виде прочных структур с правильными решетками атомного типа. К данной группе относятся такие разновидности, как: алмазы; фуллерены; графиты; карбины; лонсдейлиты; углеродные волокна и трубки. Все они различаются строением кристаллической решетки, в узлах которых - атом углерода. Отсюда и совершенно уникальные, не схожие свойства, как физические, так и химические. 2. Аморфные формы - их образует атом углерода, входящий в состав некоторых природных соединений. То есть это не чистые разновидности, а с примесями других элементов в незначительном количестве. В данную группу входят:

- активированный уголь;
- каменный и древесный;
- сажа;
- углеродная нанопена;
- антрацит;
- стеклоуглерод;

Их также объединяют особенности строения кристаллической решетки, объясняющие и проявляемые свойства. 3. Соединения углерода в виде кластеров. Такая структура, при которой атомы замыкаются в особую полую изнутри конформацию, заполняемую водой или ядрами других элементов. Примеры:

- углеродные наноконусы;
- астралены;
- диуглерод[4]

Физические свойства аморфного углерода

Из-за большого разнообразия аллотропных модификаций, выделить какие-то общие физические свойства для углерода сложно. Проще говорить о конкретной форме. Так, например, аморфный углерод обладает следующими характеристиками. В основе всех форм - мелкокристаллические разновидности графита. Высокая теплоемкость. Хорошие проводниковые свойства. Плотность углерода около 2 г/см³. При нагревании свыше 1600 °С происходит переход в графитовые формы. Сажа, древесный уголь и каменные разновидности находят широкое применение в технических целях. Они не являются проявлением модификации углерода в чистом виде, однако содержат его в очень большом количестве.[3]

Существует несколько вариантов, в которых углерод - вещество, формирующее правильные кристаллы различного вида, где атомы соединяются последовательно. В результате происходит образование следующих модификаций.

Алмаз. Структура - кубическая, в которой соединяются четыре тетраэдра. В результате все ковалентные химические связи каждого атома максимально насыщены и прочны. Это объясняет физические свойства:

плотность углерода 3300 кг/м³. Высокая твердость, низкая теплоемкость, отсутствие электрической проводимости - все это является результатом строения кристаллической решетки. Существуют технически полученные алмазы. Образуются при переходе графита в следующую модификацию под влиянием высокой температуры и определенного давления. В целом температура плавления алмаза так же высока, как и прочность - около 3500 0С. [5]

Графит.

Атомы расположены подобно структуре предыдущего вещества, однако происходит насыщение только трех связей, а четвертая становится более длинной и менее прочной, она соединяет между собой "слои" гексагональных колец решетки. В результате получается, что графит - мягкое, жирное на ощупь вещество черного цвета. Обладает хорошей электрической проводимостью и имеет высокую температуру плавления - 3525 0С. Способно к сублимации - возгонке из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое (при температуре 3700 0С). Плотность углерода - 2,26 г/см³, что гораздо ниже таковой у алмаза. Это объясняет их различные свойства. Из-за слоистой структуры кристаллической решетки, возможно использование графита для изготовления грифелей простых карандашей. При проведении по бумаге чешуйки отслаиваются и оставляют на бумаге след черного цвета.

Фуллерены.

Открыты были лишь в 80-х годах прошлого столетия. Представляют собой модификации, в которых углероды соединяются между собой в особую выпуклую замкнутую структуру, имеющую в центре пустоту. Причем форма кристалла - многогранник, правильной организации. Количество атомов четное. Самая известная форма фуллерен C₆₀. Образцы подобного вещества были найдены при исследованиях: метеоритов; донных отложений; фольгуритов; шунгитов; космического пространства, где содержались в виде газов. Все разновидности кристаллического углерода имеют важное практическое значение, поскольку обладают рядом полезных в технике свойств.

Химическая активность

Молекулярный углерод проявляет низкую химическую активность вследствие своей устойчивой конфигурации. Заставить его вступать в

реакции можно лишь сообщив атому дополнительную энергию и заставив электроны внешнего уровня распариться. В этот момент валентность становится равна 4. Поэтому в соединениях он имеет степень окисления + 2, + 4, - 4. Практически все реакции с простыми веществами, как металлами, так и неметаллами, протекают под влиянием высоких температур. Рассматриваемый элемент может быть как окислителем, так и восстановителем. Однако последние свойства выражены у него особенно сильно, именно на этом основано применение его в металлургической и других отраслях промышленности. В целом способность вступать в химическое взаимодействие зависит от трех факторов: дисперсности углерода; аллотропной модификации; температуры реакции. Таким образом, в ряде случаев происходит взаимодействие со следующими веществами:

- неметаллами (водородом, кислородом);
- металлами (алюминием, железом, кальцием и прочими);
- оксидами металлов и их солями.

С кислотами и щелочами не реагирует, с галогенами очень редко. Важнейшее из свойств углерода - способность образовывать длинные цепи между собой. Они могут замыкаться в цикл, формировать разветвления. Так происходит образование органических соединений, которые на сегодняшний день исчисляются миллионами. Основа этих соединений два элемента - углерод, водород. Также в состав могут входить и другие атомы: кислород, азот, сера, галогены, фосфор, металлы и прочие.

1.3 Основные соединения и их характеристика

Существует множество различных соединений, в состав которых входит углерод. Формула самого известного из них - CO_2 - углекислый газ. Однако помимо этого оксида, существует еще CO - монооксид или угарный газ, а также недооксид C_3O_2 . Среди солей, в состав которых входит данный элемент, самыми распространенными являются карбонаты кальция и магния. Так, карбонат кальция имеет несколько синонимов в названии, так как в природе встречается в виде: мела; мрамора; известняка; доломита. Важное значение карбонатов щелочноземельных металлов проявляется в том, что они активные участники процессов образования сталактитов и сталагмитов, а также подземных вод. Угольная кислота - еще одно соединение, которое образует углерод. Формула ее - H_2CO_3 . Однако в обычном виде она крайне неустойчива и сразу же в растворе распадается на углекислый газ и воду.

Поэтому известны лишь ее соли, а не она сама, как раствор. Галогениды углерода - получают в основном косвенным путем, так как прямые синтезы идут лишь при очень высоких температурах и с низким выходом продукта. Одно из самых распространенных - CCl_4 - тетрахлорметан. Ядовитое соединение, способное при вдыхании вызвать отравление. Получают при реакциях радикального фотохимического замещения атомов водорода в метане. Карбиды металлов - соединения углерода, в которых он проявляет степень окисления 4. Также возможно существование объединений с бором и кремнием. Главное свойство карбидов некоторых металлов (алюминия, вольфрама, титана, ниобия, тантала, гафния) - это высокая прочность и отличная электропроводность. Карбид бора B_4C - одно из самых твердых веществ после алмаза (9,5 по Моосу). Данные соединения используются в технике, а также химической промышленности, как источники получения углеводородов (карбид кальция с водой приводит к образованию ацетилена и гидроксида кальция). Многие сплавы металлов изготавливают с использованием углерода, значительно повышая тем самым их качественные и технические характеристики (сталь - сплав железа с углеродом). Отдельного внимания заслуживают многочисленные органические соединения углерода, в которых он - основополагающий элемент, способный соединяться с такими же атомами в длинные цепи различного строения. К ним можно отнести: алканы; алкены; арены; белки; углеводы; нуклеиновые кислоты; спирты; карбоновые кислоты и многие другие классы веществ.[6]

1.4 Применение углерода

Значение соединений углерода и его аллотропных модификаций в жизни человека очень велико. Можно назвать несколько самых глобальных отраслей, чтобы стало понятно, что это действительно так. Данный элемент образует все виды органического топлива, из которого человек получает энергию. Металлургическая промышленность использует углерод как сильнейший восстановитель для получения металлов из их соединений. Здесь же находят широкое применение карбонаты. Строительство и химическая промышленность потребляют огромное количество соединений углерода для синтеза новых веществ и получения необходимых продуктов.

Также можно назвать такие отрасли хозяйства, как: ядерная промышленность; ювелирное дело; техническое оборудование (смазки, жаропрочные тигли, карандаши и прочее); определение геологического возраста пород - радиоактивный индикатор ^{14}C ; углерод - прекрасный адсорбент, что позволяет использовать его для изготовления фильтров. [7]

2 Кристаллические формы углерода

2.1 Особенности строения алмаза

Алмаз — это минерал, который является кристаллической модификацией чистого углерода (C). Алмаз обладает самой большой из всех известных в природе материалов твёрдостью, благодаря которой он применяется во многих важных отраслях промышленности.

Известны три кристаллические модификации углерода: кубическая (сам алмаз) и две гексагональные — графит и лонсдейлит. Последняя найдена в метеоритах и получена искусственно.

Элементарная ячейка структуры алмаза имеет форму куба. Если говорить более научным языком, то алмаз кристаллизуется в кубической системе (так называемой «сингонии»).

В каждой вершине этого куба расположено по атому. По одному атому находится в центре каждой грани, четыре — внутри куба. Каждый из атомов, расположенных в центрах граней, является общим для двух ячеек, а каждый из атомов, находящихся в вершинах куба, — общим для восьми ячеек. Кубическая система — самая плотная упаковка атомов.[8]

Попробуем выразить ту же мысль еще одним способом. Каждый атом углерода в структуре алмаза расположен в центре тетраэдра, вершинами которого служат четыре ближайших атома. Каждый из атомов связан со своими четырьмя ближайшими соседями, симметрично расположенными по его вершинам (тетраэдра), наиболее «прочной» химической связью — ковалентной.

Идеальный кристалл алмаза можно представить себе как одну гигантскую молекулу.

В результате получается очень плотное расположение атомов, прочные связи между которыми в структуре алмаза обуславливают его исключительную твердость и другие характерные свойства.[9]

Самое основное и ценное свойство бриллианта — это его показатель преломления и высокая степень дисперсии. Блеск диамантов зависит от этих характеристик и является отличительным признаком этого драгоценного минерала. Вес бриллиантов измеряется в каратах. При этом вес одного карата

алмаза равен примерно 0,2 грамма. Для определения этой величины у ювелиров существуют необходимые таблицы и сведения. (рис.1)[10]

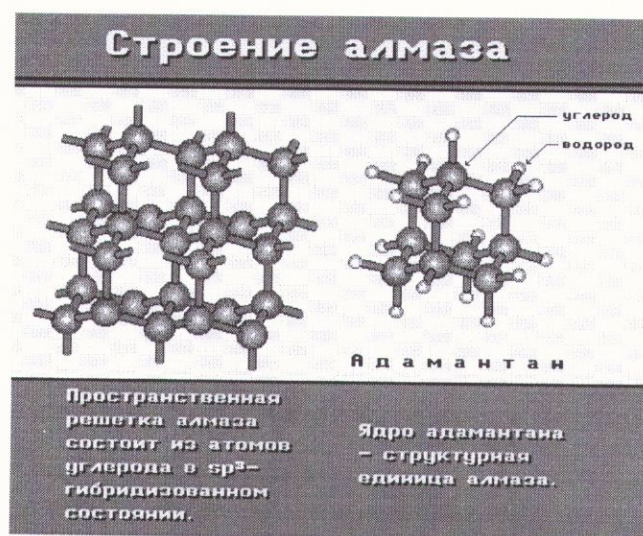


Рисунок 1 — Строение алмаза

2.2 Графит

Графит представляет собой серое вещество с металлическим блеском. Оно обладает высокой теплопроводностью (3,55 Вт/град./см). Благодаря этому графит активно применяют в различных сферах промышленности. Этот показатель выше, чем у кирпича, что объясняется наличием подвижных электронов в кристаллической решетке. Они также содействуют хорошей электропроводимости. Во всех агрегатных состояниях это вещество характеризуется низким сопротивлением току (от 0,4 до 0,6 Ом).

Графит является инертным веществом, которое не растворяется химически активными компонентами. Это возможно только при попадании его в среду расплавленного металла с высокой точкой кипения. Графит в таких условиях расплавляется полностью, образуя карбиды. Низкий коэффициент трения и высокая точка плавления обуславливают хорошие герметизирующие качества. Плотность графита (кг/м³) составляет 2,23. Но при этом материал хорошо изгибается и режется.

Рассматривая, какая плотность у графита, а также свойства и виды, необходимо уделить внимание его структуре. Это слоистое вещество. Его атомы углерода выстраиваются в кристаллическую решетку, похожую на соты. Шестиугольники в одном слое плотно прилегают друг к другу. Однако

связь между каждым уровнем слаба. Именно эта особенность позволяет легко сломать графит.

По шкале Мооса твердость материала равна единице. Для сравнения, у алмаза этот показатель равен 10, а у керамогранита – 5. При температуре 1500°C, согласно исследованиям ученых, кристаллическая решетка графита может преобразовываться в алмаз. В процессе промышленной обработки структура вещества меняется. Вместе с этим у разных марок графита определяются неодинаковые свойства. Если же добытый материал не был обработан искусственно, это природный тип вещества. (рис.2)[11]

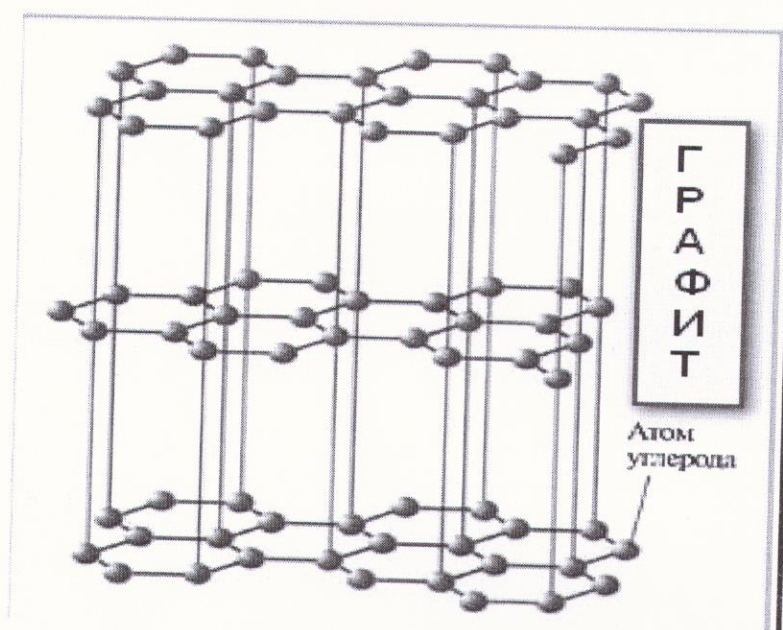


Рисунок 2- Строение графита

2.3 Графен

Кристаллическая решётка графена представляет собой плоскость, состоящую из шестиугольных ячеек, то есть является двумерной гексагональной кристаллической решёткой. Для такой решётки известно, что её обратная решётка тоже будет гексагональной. В элементарной ячейке кристалла находятся два атома, обозначенные А и В. Каждый из этих атомов при сдвиге на вектора трансляций образует подрешётку из эквивалентных ему атомов, то есть свойства кристалла независимы от точек наблюдения, расположенных в эквивалентных узлах кристалла. На рисунке 3 представлены две подрешётки атомов, закрашенные разными цветами: зелёным и красным.

Расстояние между ближайшими атомами углерода в шестиугольниках, обозначенное a_0 , составляет 0,142 нм. Постоянную решётки(a) можно получить из простых геометрических соображений.

Если определить за начало координат точку, соответствующую узлу кристаллической решётки (подрешётка А) и с длиной векторов, равной a , и ввести двумерную декартову систему координат в плоскости графена с осью ординат, направленной вверх, и осью абсцисс, направленной по отрезку, соединяющему соседние узлы А и В, то тогда координаты концов векторов трансляций, начинающихся из начала координат.

Идеальный графен состоит исключительно из шестиугольных ячеек. Присутствие пяти- и семиугольных ячеек будет приводить к различного рода дефектам.

Наличие пятиугольных ячеек приводит к сворачиванию атомной плоскости в конус. Структура с 12 такими дефектами известна под названием фуллерен. Присутствие семиугольных ячеек приводит к образованию седловидных искривлений атомной плоскости. Комбинация этих дефектов и нормальных ячеек может приводить к образованию различных форм поверхности.(рис.3)[12]

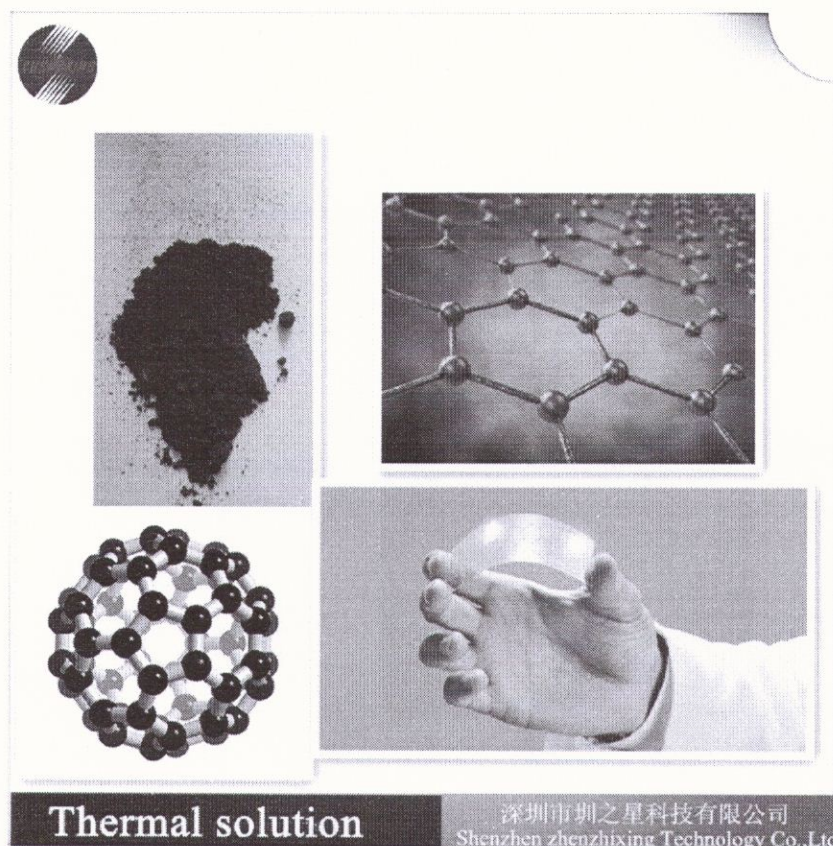


Рисунок 3 — Строение графена

2.4 Фуллерен

Молекулярная форма углерода или аллотропная его модификация, фуллерен, - это длинный ряд атомных кластеров C_n ($n > 20$), которые представляют собой выпуклые замкнутые многогранники, построенные из атомов углерода и имеющие пятиугольные или шестиугольные грани (здесь есть очень редкие исключения). Атомам углерода в незамещённых фуллеренах свойственно находиться в sp^2 -гибридном состоянии с координационным числом 3. Таким образом формируется сферическая сопряжённая ненасыщенная система согласно теории валентных связей.

Самая термодинамически устойчивая при нормальных условиях форма углерода - графит, который выглядит как стопка едва связанных друг с другом графеновых листов: плоские решётки, состоящие из шестиугольных ячеек, где на вершинах - атомы углерода. Каждый из них связан с тремя

соседними атомами, а четвёртый валентный электрон образует пи-систему. Значит, фуллерен - это именно такая молекулярная форма, то есть картина sp^2 -гибридного состояния очевидна. Если ввести в графеновый лист геометрические дефекты, неизбежно образуется замкнутая структура. Например, такими дефектами служат пятичленные циклы (пятиугольные грани), точно так же распространённые наряду с шестиугольными в химии углерода. Теорема Эйлера гласит, что получение замкнутого многогранника с трёхкоординированными вершинами возможно, если ввести двенадцать пятиугольников независимо от числа шестиугольных граней. Значит, минимального размера фуллерен - это формально додекаэдр C_{20} . Однако кривизна подобных структур, имеющих малое количество атомов углерода, высока, а потому для sp^2 -гибридного состояния не очень выгодна, поскольку углерод предпочитает плоскую координацию. Вот почему самый малый в чистом виде получаемый фуллерен - это C_{60} , имеющий структуру усечённого правильного икосаэдра. В нём шестиугольными гранями отделяются друг от друга все пятиугольные. Химия фуллеренов называет этот факт правилом изолированных пятиугольников, и ему подчиняется каждый реально доступный фуллерен. [13]

Гидрантированный фуллерен обозначается $C_{60}(C_{60}HyFn)$. Это прочный супрамолекулярный гидрофильный комплекс, который состоит из одной молекулы фуллерена C_{60} в первой гидрантной оболочке и двадцати четырёх молекул воды. Это и есть фуллерен, формула которого - $C_{60}(H_2O)_{24}$. Состоит он из двадцати шестиугольников и двенадцати пятиугольников, внешне напоминая футбольный мяч. Далее ряд фуллеренов дополняет C_{70} , поскольку промежуточных структур, где были бы изолированы все пятиугольники, не существует. Начиная с C_{78} структура фуллерена позволяет наблюдать несколько устойчивых изомеров в каждом углеродном каркасе. Теоретически вполне возможно, что существуют фуллерены с атомами углерода любого чётного числа, "высшие фуллерены". Получение фуллеренов происходит чаще всего электродуговым или электроннолучевым способом, а также посредством лазерного распыления графита в гелиевой атмосфере. Сажа, которая конденсируется на поверхности реактора, обрабатывается в кипящем бензоле, толуоле, ксилоле или прочих органических растворителях. Раствор выпаривается, образуя чёрный конденсат, на десять-пятнадцать процентов состоящий из фуллеренов C_{70} и C_{60} , а также очень небольшого количества высших фуллеренов. [14]

Соотношение между разными фуллеренами может варьироваться, это зависит от параметров синтеза, однако обычно C_{60} преобладает, его больше в несколько раз. Среди высших более всего C_{78} , C_{76} и C_{84} . В общей же картине наблюдается падение доли фуллерена во всех продуктах синтеза. Это связано, скорее всего, с малой вероятностью сборки крупных структур из изначально испаряемых мелких кластеров. (рис.4)[8]

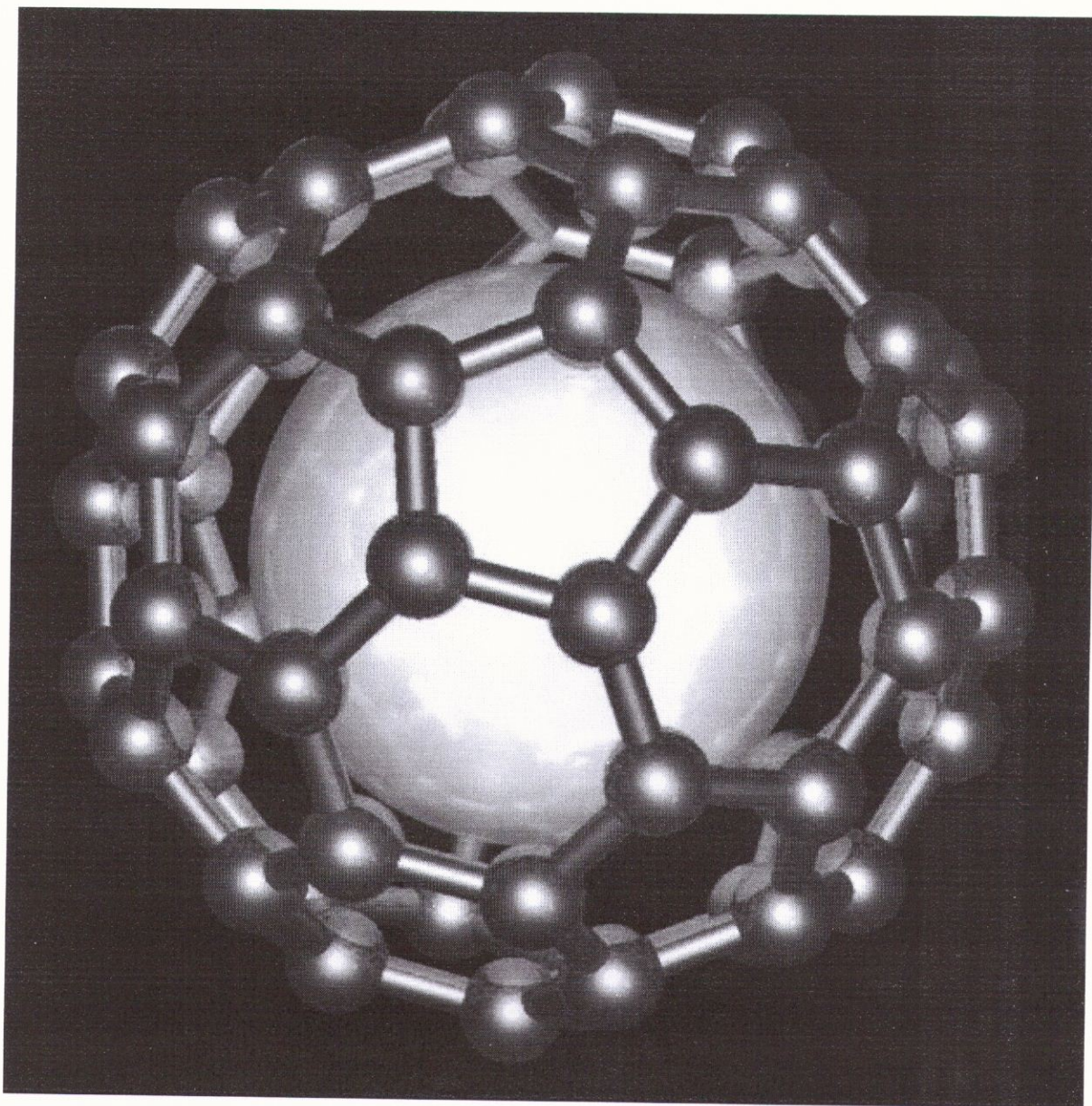


Рисунок 4 — Строение фуллерена

2.5 Влияние углерода на свойства стали

Сталь является многокомпонентным сплавом, содержащим углерод и ряд постоянных или технологических примесей: Mn, Si, S, P, O, H, N и др., влияющих на ее свойства. Присутствие этих примесей объясняется

трудностью удаления части из них при выплавке, переходом их в сталь в процессе ее раскисления или из шихты -- легированного металлического лома.[7]

Влияние углерода. Структура стали после медленного охлаждения состоит из двух фаз - феррита и цементита. Количество цементита в стали возрастает прямо пропорционально содержанию углерода.[15]

Твердые и хрупкие частицы цементита повышают сопротивление деформации, но уменьшают пластичность и вязкость. Вследствие этого с увеличением в стали углерода возрастают твердость, пределы прочности и текучести и уменьшаются относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость и трещиностойкость K_{Ic} . Предел выносливости с повышением содержания углерода до 0,55--0,65 % возрастает, а при большем содержании углерода снижается.[16]

Повышение содержания углерода облегчает переход стали в хладноломкое состояние. Каждая 0,1 % C повышает порог хладноломкости в среднем на 20°C и расширяет переходный интервал от вязкого к хрупкому состоянию.[8]

С увеличением содержания углерода в стали снижается плотность, растет электрическое сопротивление и коэрцитивная сила и понижаются теплопроводность, остаточная индукция и магнитная проницаемость.[6]

2.6 Теория химического строения Бутлерова

В 1861 г. Бутлеров впервые высказал идею неразрывной связи химических и физических свойств молекулы любого вещества с ее строением. Эта теория является одной из основных в современной химии. Ее основные положения:

1. Атомы в молекулах соединяются не беспорядочно, а в соответствии с их валентностью.
2. Химические, физические и другие свойства соединений зависят от строения их молекул.
3. Химические свойства атомов или атомных группировок зависят от влияния других атомов или их группировок, находящихся в этой же молекуле. При этом наибольшее взаимное влияние оказывают атомы или атомные группировки, непосредственно связанные между собой (привести

примеры: щавелевая и янтарная кислоты различаются по своей силе за счет разницы в группе $-\text{CH}_2-$; фенол и бензиловый спирт различаются по химическим свойствам гидроксильной группы также за счет разницы в группе $-\text{CH}_2-$);

4. Из положений 1, 2 и 3 вытекает следующее: зная химические и физические свойства соединения, можно установить его строение. И наоборот, по строению вещества можно предсказать его свойства.

5. Каждое индивидуальное вещество имеет строго определенную структуру. Поэтому строение любой молекулы можно изобразить в виде только одной структурной формулы.

Атом углерода в возбужденном состоянии имеет 4 неспаренных электрона (дать электронно-графическую схему). Поэтому валентность углерода в органических соединениях равна 4. В результате гибридизации валентных орбиталей атомы углерода могут находиться в состоянии sp^3 -, sp^2 - и sp -гибридизации. [4]

В органических соединениях преобладает ковалентная связь, которая образуется путем перекрывания орбиталей двух атомов. Существует два способа образования и, соответственно, два типа ковалентной связи – s -связь и p -связь. s -Связь называют также простой, или одинарной. Она образуется путем фронтального перекрывания двух гибридных атомных орбиталей по оси, соединяющей центры атомов (дать схемы образования связей C-H и C-C). s -Связь способна свободно вращаться вокруг своей оси без (показать на рис.). p -Связь образуется путем бокового перекрывания двух негибридных p -орбиталей (дать схему образования). p -связь не может свободно вращаться вокруг своей оси без ее разрыва. p -Связь менее прочна, чем s -связь, т.к. степень перекрывания орбиталей в ней меньше. [1]

При одновременном образовании s - и p -связей между двумя атомами возникают кратные связи, которые могут быть двойными и тройными ($\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$ – указать, где какая связь).

В отличие от неорганических веществ органические вещества имеют ряд характерных особенностей:

- 1) атомы углерода способны соединяться друг с другом;
- 2) образуют цепи и кольца, что не так типично для неорганических соединений. Это одна из причин многообразия органических соединений;

3) одной из важных особенностей органических соединений, которая накладывает отпечаток на все их химические свойства, является характер связей между атомами в их молекулах.

Эти связи имеют ярко выраженный ковалентный характер. Органические вещества в большинстве неэлектролиты, не диссоциируют в растворах на ионы и сравнительно медленно взаимодействуют друг с другом.[10]

Время, необходимое для завершения реакций между органическими веществами, измеряется часами, а иногда и днями.

Если ионные (неорганические) соединения легко диссоциируют в воде на ионы и реакции между ними протекают весьма быстро, то органические вещества, содержащие простые(одинарные) $C - C$ и $C - H$ связи, взаимодействуют между собой с большим трудом.[3]

При нагревании в пределах $400-600\text{ }^{\circ}\text{C}$ органические соединения полностью разлагаются и обугливаются, а в присутствии кислорода сгорают. Это объясняется сравнительно небольшой прочностью связи между атомами углерода ($355,6\text{ кДж/моль}$);

4) важной особенностью органических соединений является и то, что среди них широко распространено явление изомерии;

5) имеется множество соединений углерода, которые обладают одинаковым качественным и количественным составом и одинаковой молекулярной массой, но совершенно различными физическими и даже химическими свойствами;

6) многие органические соединения являются непосредственными носителями, участниками или продуктами процессов, которые протекают в живых организмах, – ферменты, гормоны, витамины.

Особенности атома углерода объясняются его строением:

1) он имеет четыре валентных электрона;

2) атомы углерода образуют с другими атомами, а также друг с другом общие электронные пары. При этом на внешнем уровне каждого атома углерода будет восемь электронов (октет), четыре из которых одновременно принадлежат другим атомам.

В органической химии обычно пользуются структурными формулами, поскольку атомы имеют пространственное расположение в молекуле.

Структурные формулы – это язык органической химии.

В структурных формулах ковалентная связь обозначается черточкой. Как и в структурных формулах неорганических веществ, каждая черточка означает общую электронную пару, связывающую атомы в молекуле. Используются также эмпирические и электронные формулы.

Закключение

Примерно из ста химических элементов, встречающихся в земной коре, для жизни необходимы только 16, причем четыре из них—водород (H), углерод (C), кислород (O) и азот (N) наиболее распространены в живых организмах и составляют 99% массы живого. Биологическое значение этих элементов связано с их валентностью (1, 2, 3, 4) и способностью образовывать прочные ковалентные связи, которые оказываются прочнее, чем связи, образуемые другими элементами той же валентности. Следующими по важности являются фосфор (P), сера (S), ионы натрия, магния, хлора, калия и кальция (Na, Mg, Cl, K, Ca). В качестве микроэлементов в живых организмах присутствуют также железо (Fe), кобальт (Co), медь (Cu), цинк (Zn), бор (B), алюминий (Al), кремний (Si), ванадий (V), молибден (Mo), йод (I), марганец (Mn).

С точки зрения химии жизнь — это всевозможные превращения разнообразных крупных и сложных молекул, главным элементом которых является углерод. Он важен не с точки зрения распространенности на Земле, в земной коре углерода всего 0,055%, в то время как кислорода 60,50%, кремния 20,45% и даже титана 0,27%. В атмосфере двуокиси углерода 0,03%, т.е. углерода всего 0,008%. Все биологически функциональные вещества, кроме нескольких солей и воды, содержат углерод. Это белки, жиры, углеводы, гормоны, витамины. Число соединений углерода огромно. Они называются органическими соединениями, поскольку когда-то считалось, что такие молекулы могут образовываться только в живых организмах.[10]

Соединениями углерода занимается органическая химия — одна из важнейших областей химии. Органика разлагается, горит при не очень высокой температуре, при сгорании в воздухе углерод окисляется до CO_2 . Громадное большинство органических соединений содержит водород, который тоже окисляется до воды. Чистый углерод встречается в природе в виде графита и алмаза. До 1829 г. сторонники витализма считали, что без участия живого нельзя получить органические соединения, только «жизненная сила» способна изготовить уксусную кислоту или спирт. Немецкий химик Ф.Велер доказал ложность этого учения. Велер получил мочевины выпариванием раствора циановокислого аммония NH_4NCO —соли, которую можно изготовить из простых веществ, не связанных с жизнедеятельностью организмов. Этот синтез был первым примером искусственного получения органики.[11]

Список используемых источников

1. Бухаркина Т. В. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов / Т.В. Бухаркина, Н.Г. Дигуров. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999. — 195 с.
2. Ола Д.А. Химия гиперкоординированного углерода. Supercarbon chemistry / Ола Дж., Пракаш Г.К.С., Уильямс Р.Е. и др. Перевод с англ. В.И. Минкина. — М.: Мир, 1990. — 336 с.
3. Kirk — Othmer encyclopedia, 3 ed., vol.4, N.-Y., 1978, p. 556-709.
4. Сладков А. М., Кудрявцев Ю. П. Алмаз, графит, карбин — аллотропные формы углерода // Природа. 1969. №5. С.37-44.
5. Власов С.Н. и др. Устройство, наладка и обслуживание металлорежущих станков и автоматических линий. М., 2008
6. Берёзкин В. И. Углерод: замкнутые наночастицы, макроструктуры, материалы. — СПб.: АРТЭГО, 2013. — 450 с. — ISBN 978-5-91014-051-0
7. Бухаркина Т. В. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов / Т.В. Бухаркина, Н.Г. Дигуров. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999. — 195 с. — ISBN 5-7237-0139-8.
8. Ола Д.А. Химия гиперкоординированного углерода = Supercarbon chemistry / Ола Дж., Пракаш Г.К.С., Уильямс Р.Е. и др. Перевод с англ. В.И. Минкина. — М.: Мир, 1990. — 336 с. — ISBN 5-03-001451-9.
9. Сладков А. М., Кудрявцев Ю. П. Алмаз, графит, карбин — аллотропные формы углерода // Природа. 1969. № 5. — С.37—44.
10. Kirk — Othmer encyclopedia, 3 ed., vol.4, N.-Y., 1978, p. 556—709.
11. В.І. Саранчук, В.В. Ошовський, Г.О. Власов. Хімія і фізика горючих копалин. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. ?204 с.
12. Углерод на Webelements
13. Углерод в Популярной библиотеке химических элементов
14. Информация об углероде
15. Углерод Алексея Сладкова (недоступная ссылка с 21-05-2013 [1664 дня] — история, копия) — история открытия карбина

16. Сладков А. М. Карбин — третья аллотропная форма углерода: Монография (под ред. Бубнов Ю. Н.)

17. Саранчук, В. В. Ошовський, Г. О. Власов. Хімія і фізика горючих к опалин . — Донецьк: Східний видавничийдім, 2003. 204 с.