

Систематизация знаний о связях между атомами металл-металл в химии непериодических элементов развивают представления о химической связи, периодичности их свойств и необходимы для изучения направленного влияния на свойства новых функциональных материалов, их получение [1].

Использование современной квантово-механической теории электронного строения атомов, молекул, ионов позволяет обосновать особенности химии элементов, периодичность их свойств, термодинамические и кинетические свойства соединений. Квантово-размерные эффекты молекулярных структур Э2, Э4 р-элементов V группы зависят от особенностей электронной конфигурации их атомов. Различие свойств молекулярных структур Э2, Э4 в пятой группе элементов обусловлено немонотонным характером, проявлением вторичной периодичности в изменении радиусов атомов, различия в энергии валентных ns- и np-орбиталей ($E=$), энергии ионизации, сродства к электрону при переходе от азота к висмуту [2-4] (табл. 1). С увеличением заряда ядра атомов р-элементов пятой группы (табл. 1) при одинаковой структуре их внутренних электронных слоев происходит немонотонное увеличение радиусов атомов (r), уменьшение энергии ионизации, увеличение значения $E=$ от азота к висмуту, что приводит к «инертности» $6s^2$ электронов атома висмута. Использование кластеров сурьмы в качестве ультрадисперсных проводников обусловлено тем, что они обладают новыми уникальными электрическими и оптическими эффектами. Как известно, в ряду р-элементов пятой группы металлические признаки простых веществ увеличиваются. Сурьма проявляет свойства полупроводникового элемента во многих важнейших соединениях, некоторые модификации фосфора и мышьяка также обладают полупроводниковыми свойствами. Полупроводниковые свойства мышьяка и сурьмы зависят от их агрегатного состояния, свойств и структуры простого вещества. Электропроводность элементов ($Hg=1$) в ряду мышьяк – сурьма – висмут уменьшается [5]. В твердом состоянии электросопротивление висмута и сурьмы значительно выше, чем в жидком состоянии. Висмут, проявляя металлические свойства, образует важнейшие многокомпонентные сплавы различного назначения с более близкими ему по свойствам, с сурьмой и мышьяком. Таблица 1 - Основные характеристики свойств атомов элементов р-элементов пятой группы

Элемент	7N	2s22p3	15P	3s23p3	33As	4s24p3	51Sb	5s25p3	83Bi	6s26p3	
E_1 , эВ	14,02	10,49	9,82	8,64	7,29	r , 0,74	1,10	1,21	1,41	1,52	
r	0,40	0,11	0,20	0,11	E , эВ	5,85	5,66	6,79	6,51	10,88	
ЭО (По Полингу)	3,06	2,06	2,20	1,82	1,67	Ширина Запрещ. зоны, E' , эВ	- P(черн) 1,5	As(сер) 1,2	Sb(сер) 0,12	- Электропроводность ($Hg=1$)	
-	-	2,7	2,5	0,8	Кинетика и механизм формирования частиц, структурная самоорганизация молекулярных кластеров Э2, Э4 р-элементов V группы обуславливают их различную устойчивость, физико-химические свойства, агрегатное состояние. Основные характеристики структурных единиц Э2, Э4 представлены в табл. 2 [2, 6, 8]. Таблица 2 - Основные характеристики молекулярных кластеров Э2 и Э4	Э2 (линейная структура)	N2	P2	As2	Sb2	Bi2

Энергия диссоциации Э2, кДж/моль 953 485 395 293 180 dЭ-Э, нм 0,110 0,189 0,251 0,287 0,310 Э4 (тетраэдр. структура) N4 P4 As4 Sb4 Bi4 Энергия образования Э4, кДж/моль - 1203,84 1003,2 881,98 581,81 dЭ-Э, нм - 0,221 0,244 - Тпл, 0С - 44,1 (форма) 814 603,5 271,3 Плотность, г/см3 - 1,82 5,777 6,688 9,798 Физико-химические свойства молекулярных структур Э2 обусловлены значительным уменьшением величины энергии связи (табл. 2) от N2 в которой атомы связаны тройной ковалентной связью к P2, в которой ковалентная связь немного более, чем одинарная за счет дополнительного -взаимодействия. Свойства N2 как основного элемента биоты обусловлены его химической инертностью, заметная термическая диссоциация молекулы N2 на атомы наступает лишь выше 30000С. Величина энергии диссоциации молекул As2 и Sb2 занимает промежуточное положение между P2 и Bi2. Значение энергии диссоциации наименьшее у молекулы Bi2, что объясняется наличием одинарной - связи между атомами при полном отсутствии -взаимодействия. Диамагнитные молекулы Э2 с электронной структурой в реакциях комплексообразования могут выполнять функцию донора за счет свободной электронной пары в - состоянии и акцептора за счет свободных -орбиталей. Наиболее сильные донорные свойства проявляет N2, первый комплекс молекулы диазота получен в 1965 г. при восстановлении хлорида рутения(IV) гидратом гидразина. Синтез комплексов, содержащих N2 в качестве лиганда, открывает возможности прямой фиксации азота из атмосферы. Значение и широта применения молекулярных образований Э4 также зависит от их структуры и свойств. Бесцветный (белый) фосфор в газообразном, жидком, кристаллическом состояниях представляет собой нейтральный кластер P4, который более устойчив при комнатной температуре. При 8000С P4 распадается с образованием молекул P2. Тетраэдрическую молекулу P4 можно описать с помощью локализованных -связей. Три направления связей, идущих от каждого ядра фосфора, совпадают с ребром куба, в который вписан тетраэдр (