

КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

УДК 549.242+547.53.024+548.312.5

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ БИС(μ_3 -2-ОКСИБЕНЗАЛЬДОКСИМАТО-О,О',N)- (μ_2 -ОКСО)-ТЕТРАКИС(П-ТОЛИЛ)ДИСУРЬМЫ, -ТЕТРАКИС(3- ФТОРФЕНИЛ)ДИСУРЬМЫ И -ТЕТРАКИС(4-ФТОРФЕНИЛ)ДИСУРЬМЫ

© 2019 г. В. В. Шарутин¹*, О. К. Шарутина¹, А. Н. Ефремов¹, Е. В. Артемьева¹¹Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 76, Челябинск, 454080 Россия

*E-mail: vvsharutin@rambler.ru

Поступила в редакцию 19.04.2018 г.

После доработки 13.06.2018 г.

Принята к публикации 15.08.2018 г.

Изучено взаимодействие эквимольных количеств *трис*(*n*-толил)сурьмы, *трис*(3-фторфенил)сурьмы и *трис*(4-фторфенил)сурьмы с 2-гидроксibenзальдоксимом в диэтиловом эфире в присутствии пероксида водорода. Установлено, что 2-гидроксibenзальдоксим реагирует как бифункциональное соединение, наблюдается одновременное окисление и деарилрование триарилсурьмы. Продуктами реакций являются бис(μ_3 -2-оксibenзальдоксимато-О,О',N)-(μ_2 -оксо)-тетракис(*n*-толил)-дисурьма (I), -тетракис(3-фторфенил)дисурьма (II) и -тетракис(4-фторфенил)дисурьма (III), в которых, согласно данным рентгеноструктурных исследований, два структурно эквивалентных атома сурьмы, связанных двумя тридентатно-мостиковыми лигандами и атомом кислорода, имеют искаженную октаэдрическую координацию с окружением C_2O_3N . В молекулах имеются три типа расстояний Sb—O: с мостиковым атомом кислорода (1.942(5), 1.946(5) Å в IA и IB соответственно; 1.948(3), 1.953(2) Å в II, 1.954(3), 1.958(3) Å в III), атомами кислорода оксимных групп (2.087(7) Å в IA и IB; 2.076(2), 2.097(2) Å в II, 2.094(3), 2.081(3) Å в III), атомами кислорода гидроксигрупп (2.022(7), 2.024(7) Å в IA и IB соответственно; 2.002(3), 2.010(3) Å в II, 2.015(4), 2.019(3) Å в III) и координационные связи Sb...N (2.236(8), 2.238(9) Å (IA,B), 2.256(3), 2.230(3) Å (II), 2.266(4), 2.251(4) Å в III).

Ключевые слова: арильные производные сурьмы(V), тридентатно-мостиковый 2-гидроксibenзальдоксимный лиганд, рентгеноструктурный анализ

DOI: 10.1134/S0044457X19050180

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что органические производные сурьмы, содержащие оксиматные лиганды, проявляют биологическую активность, в частности оказывают противоопухолевое действие [1–3]. Как было установлено ранее, реакции окислительного присоединения с участием триарилсурьмы, оксима (HONCRR') и пероксида водорода или *трет*-бутилгидропероксида позволяют получать соединения типа $Ar_3Sb(ONCRR')_2$ и/или $(Ar_3SbONCRR')_2O$ с высоким выходом [4]. В химии координационных соединений оксимы известны как амполидентатные лиганды [5, 6]. В подавляющем большинстве органических производных сурьмы для оксиматных лигандов характерен монодентатный тип связывания с атомом металла через атом кислорода [7–13], при этом в молекулах наблюдается существенное укорочение внутримолекулярных расстояний между атомами сурьмы и азота иминоксигрупп (на ~0.7–1.0 Å по сравнению с суммой ван-дер-ваальсовых радиусов), не приводящее к заметному ис-

кажению тригонально-бипирамидальной координации центрального атома. Однако фурфуральдоксиматные лиганды в молекуле бис(μ_2 -фурфуральдоксимато)-(μ_2 -оксо)-бис(трифенилсурьмы) выполняют бидентатно-мостиковую функцию, координируясь к одному атому сурьмы атомом кислорода, а к другому – атомом азота, что увеличивает КЧ атомов сурьмы до шести [14]. При этом молекулы μ_2 -оксо-бис[(фурфуральдоксимато)*трис*(*o*-толил)сурьмы] [7] и μ_2 -оксо-бис[(фурфуральдоксимато)*трис*(*m*-толил)сурьмы] [15] имеют обычное для этого типа соединений строение с монодентатными лигандами.

Установлено, что в комплексах, получаемых по реакции окислительного присоединения триарилных соединений сурьмы (окислитель – пероксид водорода или *трет*-бутилгидропероксид), 2-гидроксibenзальдоксим, содержащий две функциональные группы, проявляет себя как моно- [8, 16] или тридентатный лиганд [16, 17].

Настоящая работа посвящена изучению взаимодействия *трис*(*n*-толил)сурьмы, *трис*(3-фтор-

фенил)сурьмы и *трис*(4-фторфенил)сурьмы с 2-гидроксибензальдоксимом в присутствии пероксида водорода и установлению строения продуктов реакций.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтез бис(μ₃-2-гидроксибензальдоксимато-О,О',N)-(μ₂-оксо)-тетраakis(пара-толил)дисурьмы (I). Смесь *трис*(*n*-толил)сурьмы (100 мг, 0.25 ммоль), 2-гидроксибензальдоксима (35 мг, 0.25 ммоль) и 30%-ного раствора пероксида водорода (28 мг, 0.25 ммоль) в диэтиловом эфире (30 мл) выдерживали при 20°C в течение 24 ч. Удалили растворитель, остаток перекристаллизовывали из смеси бензол–гептан (2 : 1) с образованием бесцветных кристаллов. Выход I 76 мг (67%), *t*_{пл} = 245°C (разл.).

ИК-спектр (ν, см⁻¹): 3059, 3028, 3012, 2966, 21918, 2864, 1597, 1554, 1492, 1477, 1440, 1392, 1352, 1311, 1267, 1251, 1199, 1188, 1153, 1122, 1072, 1043, 1026, 950, 914, 856, 800, 756, 719, 702, 661, 615, 597, 580, 518, 505, 486, 449, 435.

	C	H
Найдено, %:	56.31;	4.35.
Для C ₃₈ H ₂₆ F ₄ O ₅ N ₂ Sb ₂		
вычислено, %:	56.38;	4.25.

Синтез бис(μ₃-2-оксибензальдоксимато-О,О',N)-(μ₂-оксо)-тетраakis(3-фторфенил)дисурьмы (II) и бис(μ₃-2-оксибензальдоксимато-О,О',N)-(μ₂-оксо)-тетраakis(4-фторфенил)дисурьмы (III). Соединения II и III синтезировали аналогично. Выход II 88%, *t*_{пл} = 252°C. ИК-спектр (ν, см⁻¹): 3431, 3062, 3026, 2924, 2850, 1600, 1589, 1575, 1556, 1525, 1479, 1471, 1444, 1417, 1408, 1355, 1321, 1300, 1267, 1249, 1213, 1159, 1128, 1122, 1085, 1043, 1028, 999, 970, 948, 916, 904, 887, 871, 854, 817, 786, 767, 744, 702, 682, 663, 621, 599, 565, 542, 516, 505, 493, 472, 455, 435, 426.

	C	H
Найдено, %:	50.15;	2.95.
Для C ₃₈ H ₂₆ F ₄ O ₅ N ₂ Sb ₂		
вычислено, %:	50.15;	2.89.

Выход III 85%, *t*_{пл} = 280°C (разл.). ИК-спектр (ν, см⁻¹): 3064, 2926, 1908, 1599, 1582, 1557, 1491, 1477, 1441, 1391, 1319, 1269, 1227, 1161, 1123, 1067, 1043, 1026, 955, 916, 824, 756, 694, 662, 661, 617, 600, 511, 455, 417.

	C	H
Найдено, %:	49.87;	2.93.

Для C₃₈H₂₆F₄O₅N₂Sb₂
 вычислено, %: 50.15; 2.89.

ИК-спектр соединений I–III записывали на ИК-спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S в табл. 1 в областях 4000–400 см⁻¹.

РСА кристаллов I–III проводили на дифрактометре D8 Quest фирмы Bruker (MoK_α-излучение, λ = 0.71073 Å, графитовый монохроматор) при 293(2) К. Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения осуществляли по программам SMART и SAINT-Plus [18]. Все расчеты по определению и уточнению структуры выполняли с использованием программ SHELXL/PC [19] и OLEX2 [20]. Структуры определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Основные кристаллографические данные и результаты уточнения структур I–III приведены в табл. 1, основные длины связей и валентные углы – в табл. 2.

Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 1820147 (I), 1834110 (II), 1835929 (III), deposit@ccdc.cam.ac.uk; http://www.ccdc.cam.ac.uk).

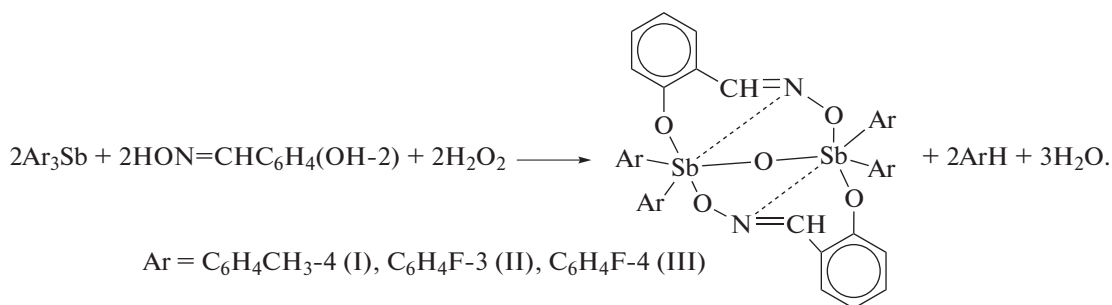
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что взаимодействие трифенил- или *трис*(*o*-толил)сурьмы с 2-гидроксибензальдоксимом в присутствии пероксида приводит к образованию *бис*(2-гидроксибензальдоксимата) трифенил- [8] или *трис*(*o*-толил)сурьмы [16] соответственно, в молекулах которых оксиматные лиганды связаны с атомом сурьмы через атом кислорода. В реакциях с *трис*(*m*-толил)сурьмой [16] или *трис*(5-бром-2-метоксифенил)сурьмой [17], проводимых в аналогичных условиях, 2-гидроксибензальдоксим проявляет себя как бифункциональное соединение с участием гидроксильной группы. Наряду с увеличением степени окисления металла происходит отщепление одного из арильных лигандов и образование биядерного комплекса шестикоординированной сурьмы, в котором реализуются амполидентатные свойства 2-гидроксибензальдоксиматных лигандов.

Нами установлено, что реакции 2-гидроксибензальдоксима с *трис*(*n*-толил)сурьмой, *трис*(3-фторфенил)сурьмой и *трис*(4-фторфенил)сурьмой в присутствии пероксида водорода (мольное соотношение исходных реагентов 1 : 1 : 1 соответственно) в эфире приводят к образованию единственного сурьмаорганического продукта – I, II и III соответственно:

Таблица 1. Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структур I, II, III

Параметр	Значение		
	I	II	III
<i>M</i>	894.24	910.11	910.11
Сингония	Тетрагональная	Моноклинная	Моноклинная
Пр. гр.	<i>I</i> ₄ / <i>a</i>	<i>P</i> ₂ / <i>c</i>	<i>C</i> <i>c</i>
<i>a</i> , Å	21.56(2)	9.792(7)	22.517(18)
<i>b</i> , Å	21.558	18.748(13)	15.224(11)
<i>c</i> , Å	34.92(4)	18.813(15)	10.402(11)
β, град	90	99.42(3)	101.33(3)
<i>V</i> , Å ³	16229(26)	3407(4)	3496(5)
<i>Z</i>	16	4	4
ρ _{выч} , г/см ³	1.464	1.774	1.729
μ, мм ⁻¹	1.375	1.655	1.613
<i>F</i> (000)	7136.0	1784.0	1784.0
Размер кристалла, мм	0.52 × 0.28 × 0.18	0.39 × 0.13 × 0.05	0.2 × 0.12 × 0.1
Область сбора данных по 2θ, град	5.84–40.46	6.18–51.66	6.14–52.9
Интервалы индексов отражений	–20 ≤ <i>h</i> ≤ 20, –20 ≤ <i>k</i> ≤ 20, –33 ≤ <i>l</i> ≤ 34	–11 ≤ <i>h</i> ≤ 11, –22 ≤ <i>k</i> ≤ 23, –23 ≤ <i>l</i> ≤ 23	–27 ≤ <i>h</i> ≤ 28, –19 ≤ <i>k</i> ≤ 19, –12 ≤ <i>l</i> ≤ 12
Измерено отражений	51227	45744	36923
Независимых отражений	3891 (<i>R</i> _{int} = 0.0686)	6526 (<i>R</i> _{int} = 0.0502)	7015 (<i>R</i> _{int} = 0.0386)
Переменных уточнения	465	461	461
<i>GOOF</i>	1.126	1.031	1.056
<i>R</i> -факторы по <i>F</i> ² > 2σ(<i>F</i> ²)	<i>R</i> ₁ = 0.0481, <i>wR</i> ₂ = 0.1429	<i>R</i> ₁ = 0.0258, <i>wR</i> ₂ = 0.0584	<i>R</i> ₁ = 0.0241, <i>wR</i> ₂ = 0.0536
<i>R</i> -факторы по всем отражениям	<i>R</i> ₁ = 0.0674, <i>wR</i> ₂ = 0.1627	<i>R</i> ₁ = 0.0405, <i>wR</i> ₂ = 0.0644	<i>R</i> ₁ = 0.0339, <i>wR</i> ₂ = 0.0576
Δρ _{max} /Δρ _{min} , e/Å ³	1.31/–0.51	1.03/–0.48	0.29/–0.42



В ИК-спектрах соединений I–III колебания C=N-группы проявляются при 1597 см⁻¹ (I), 1600, 1589 см⁻¹ (II), 1599, 1582 см⁻¹ (III), что на ~30 см⁻¹ ниже значения для чистого 2-гидроксibenзальдоксима. Широкая полоса поглощения свободных OH-групп с максимумом при 3380 см⁻¹, характерная для исходного оксима, отсутствует.

По данным РСА, в кристалле I присутствуют два типа центросимметричных (центр инверсии – мостиковый атом кислорода) биядерных кристаллографически независимых молекул (А, В), геометрические параметры которых отличаются друг от друга незначительно. В молекулах соединений I–III каждый 2-оксibenзальдоксиматный лиганд является тридентатным хелатно-мостико-

Таблица 2. Основные длины связей (*d*) и валентные углы (ω) в структурах I–III

Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω , град
I			
Sb(1)–N(1)	2.236(8)	O(3)Sb(1)N(1)	79.2(3)
Sb(1)–O(3)	2.087(7)	O(1)Sb(1)N(1)	83.2(3)
Sb(1)–O(1)	2.022(7)	O(3)Sb(1)C(1)	88.4(4)
Sb(1)–O(2)	1.946(5)	O(3)Sb(1)C(11)	166.2(3)
Sb(1)–C(1)	2.119(10)	O(1)Sb(1)C(11)	93.7(4)
Sb(1)–C(11)	2.131(10)	O(2)Sb(1)N(1)	83.1(3)
Sb(2)–N(2)	2.238(9)	O(2)Sb(1)O(1)	164.0(3)
Sb(2)–O(6)	2.087(7)	O(2)Sb(1)C(1)	101.6(3)
Sb(2)–O(5)	2.024(7)	O(2)Sb(1)C(11)	93.8(3)
Sb(2)–O(4)	1.942(5)	C(1)Sb(1)N(1)	166.4(4)
Sb(2)–C(31)	2.122(11)	C(11)Sb(1)N(1)	87.1(3)
Sb(2)–C(41)	2.115(11)	O(6)Sb(2)C(31)	168.4(4)
N(1)–O(3 ¹)	1.378(10)	O(5)Sb(2)O(6)	83.9(3)
N(1)–C(27)	1.287(13)	O(5)Sb(2)C(31)	91.0(4)
O(1)–C(26)		O(5)Sb(2)C(41)	93.1(4)
O(2)–Sb(1 ¹)	1.343(12)	O(4)Sb(2)O(6)	86.5(3)
N(2)–O(6 ²)	1.946(5)	O(4)Sb(2)O(5)	163.9(3)
N(2)–C(57)	1.385(10)	O(4)Sb(2)C(31)	95.9(4)
O(5)–C(52)	1.278(12)	O(4)Sb(2)C(41)	99.5(4)
	1.385(11)	C(31)Sb(2)N(2)	91.5(4)
	1.371(12)	C(41)Sb(2)N(2)	165.5(4)
	1.942(5)	C(41)Sb(2)C(31)	102.3(5)
Преобразования симметрии: ¹ 1– <i>x</i> , ½– <i>y</i> , + <i>z</i> ; ² – <i>x</i> , ½– <i>y</i> , + <i>z</i>			
II			
Sb(1)–N(1)	2.256(3)	O(2)Sb(1)O(1)	162.16(10)
Sb(1)–O(5)	2.076(2)	O(5)Sb(1)C(11)	171.36(11)
Sb(1)–O(1)	1.948(3)	C(1)Sb(1)N(1)	167.03(12)
Sb(1)–O(2)	2.002(3)	O(1)Sb(1)O(5)	86.37(9)
Sb(1)–C(1)	2.120(4)	O(1)Sb(1)N(1)	82.21(9)
Sb(1)–C(11)	2.137(3)	O(1)Sb(1)C(1)	102.09(11)
Sb(2)–N(2)	2.230(3)	O(1)Sb(1)C(11)	93.51(11)
Sb(2)–O(1)	1.953(2)	O(2)Sb(1)O(5)	82.77(10)
Sb(2)–O(3)	2.010(3)	O(2)Sb(1)N(1)	82.01(9)
Sb(2)–O(4)	2.097(2)	O(2)Sb(1)C(1)	91.65(11)
Sb(2)–C(31)	2.133(3)	O(2)Sb(1)C(11)	95.12(11)
Sb(2)–C(41)	2.116(3)	Sb(1)O(1)Sb(2)	119.64(11)
O(4)–N(1)	1.371(3)	O(1)Sb(2)O(3)	163.63(10)
O(5)–N(2)	1.370(3)	O(4)Sb(2)C(31)	171.02(11)
N(1)–C(27)	1.278(4)	C(41)Sb(2)N(2)	164.69(12)
N(2)–C(57)	1.281(4)	O(1)Sb(2)N(2)	83.33(10)
O(2)–C(21)	1.348(4)	O(1)Sb(2)C(31)	93.57(13)
O(3)–C(51)	1.347(4)	O(1)Sb(2)C(41)	101.54(12)

Таблица 2. Окончание

Связь	$d, \text{Å}$	Угол	ω , град
III			
Sb(1)–C(1)	2.137(4)	O(2)Sb(1)O(1)	86.47(13)
Sb(1)–C(11)	2.138(5)	O(2)Sb(1)C(11)	172.25(15)
Sb(1)–O(1)	1.954(3)	C(1)Sb(1)N(1)	165.94(14)
Sb(1)–O(3)	2.015(4)	O(1)Sb(1)O(3)	161.97(13)
Sb(1)–O(2)	2.094(3)	O(1)Sb(1)N(1)	81.09(11)
Sb(1)–N(1)	2.266(4)	O(1)Sb(1)C(1)	100.80(13)
Sb(2)–C(21)	2.129(4)	O(1)Sb(1)C(11)	95.22(15)
Sb(2)–C(31)	2.137(5)	O(2)Sb(1)O(3)	83.74(16)
Sb(2)–O(1)	1.958(3)	O(1)Sb(1)N(1)	81.09(11)
Sb(2)–O(5)	2.081(3)	O(3)Sb(1)C(1)	93.43(14)
Sb(2)–O(4)	2.019(3)	O(3)Sb(1)C(11)	92.58(17)
Sb(2)–N(2)	2.251(4)	Sb(1)O(1)Sb(2)	118.43(14)
O(5)–N(1)	1.381(4)	O(1)Sb(2)O(4)	167.19(12)
O(2)–N(2)	1.373(5)	O(5)Sb(2)C(31)	167.21(14)
N(1)–C(47)	1.283(5)	C(21)Sb(2)N(2)	166.17(16)
N(2)–C(57)	1.263(6)	O(1)Sb(2)N(2)	85.50(13)
O(3)–C(41)	1.356(6)	O(1)Sb(2)C(31)	90.68(15)
O(4)–C(51)	1.343(5)	O(1)Sb(2)C(21)	99.46(14)

вым и координируется к одному атому сурьмы атомом кислорода иминоксигруппы, а к другому – атомом кислорода гидроксильной группы и атомом азота (рис. 1–3).

Атомы сурьмы имеют искаженную октаэдрическую координацию C_2O_3N (*транс*-углы $163.9(3)^\circ$ – $168.4(4)^\circ$ в I, $162.2(1)^\circ$ – $171.4(1)^\circ$ в II, $161.97(13)^\circ$ – $172.25(15)^\circ$ в III). Длины связей Sb–C (2.115(11)–2.131(10), 2.116(3)–2.137(3), 2.129(4)–2.138(5) Å в I, II, III соответственно) изменяются в небольшом интервале значений. В молекулах имеются три типа расстояний Sb–O: с мостиковым атомом кислорода (1.942(5) и 1.946(5) Å в IA и IB соответственно; 1.948(3), 1.953(2) Å в II, 1.954(3), 1.958(3) Å в III), атомами кислорода оксимных групп (2.087(7) Å в IA и IB; 2.076(2), 2.097(2) Å в II, 2.094(3), 2.081(3) Å в III), атомами кислорода оксигрупп (2.022(7), 2.024(7) Å в IA и IB соответственно; 2.002(3), 2.010(3) Å в II, 2.015(4), 2.019(3) Å в III), сумма ковалентных радиусов атомов сурьмы и кислорода равна 2.07 Å [21]. Координационные связи Sb \cdots N (2.236(8), 2.238(9) Å (IA, B), 2.256(3), 2.230(3) Å (II), 2.266(4), 2.251(4) Å (III)) достаточно короткие (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов Sb и N равна 3.8 Å [21]), что свидетельствует о их высокой прочности. Этот факт, вероятно, является причиной уменьшения валентных углов CNO (до $115.0(8)^\circ$, $115.5(8)^\circ$ в IA и IB, $115.7(3)^\circ$, $115.1(3)^\circ$ в II, $115.7(4)^\circ$, $116.1(3)^\circ$ Å в III) по сравнению с теоретическим значением для sp^2 -

гибридного атома азота (120°). Отметим, что в молекулах диоксиматов триарилсурьмы наблюдаются короткие внутримолекулярные расстояния Sb \cdots N в интервале 2.817–2.953 Å [22].

Можно констатировать, что наличие заместителей в арильных группах с разным индуктивным эффектом не оказывает существенного влияния на значения валентных углов при атомах сурьмы и длин связей Sb–C и Sb–O, которые близки в структурах I–III. Небольшое различие наблюдается лишь в прочности координационной связи Sb \cdots N, которая меньше в III.

Связи N–O в иминогруппах (1.378(10), 1.385(11) Å в IA и IB, 1.371(3), 1.370(3) Å в II, 1.381(4), 1.373(5) Å в III) короче, чем в молекуле *бис*(2-гидроксибензальдоксимата) трифенилсурьмы (1.395(2) Å) [8], но длиннее, чем в *бис*(μ_3 -2-гидроксибензальдоксимато-О,О',N)-(μ_2 -оксо)-*тетраakis*(5-бром-2-метоксифенил)дисурьме (1.364(4) Å) [17].

Углы при мостиковых атомах кислорода SbOSb ($119.9(5)^\circ$ и $120.8(5)^\circ$; $119.6(1)^\circ$; $118.43(14)^\circ$ в IA и IB, II, III соответственно) имеют минимальные значения для сурьмаорганических структур мостикового типа [22].

Жесткая структура [2.2.1]гептанового фрагмента обуславливает сближение атомов сурьмы в молекулах IA и IB на 3.368(8) и 3.377(8) Å соответственно, в молекуле II на 3.373(2) Å, в молекуле III

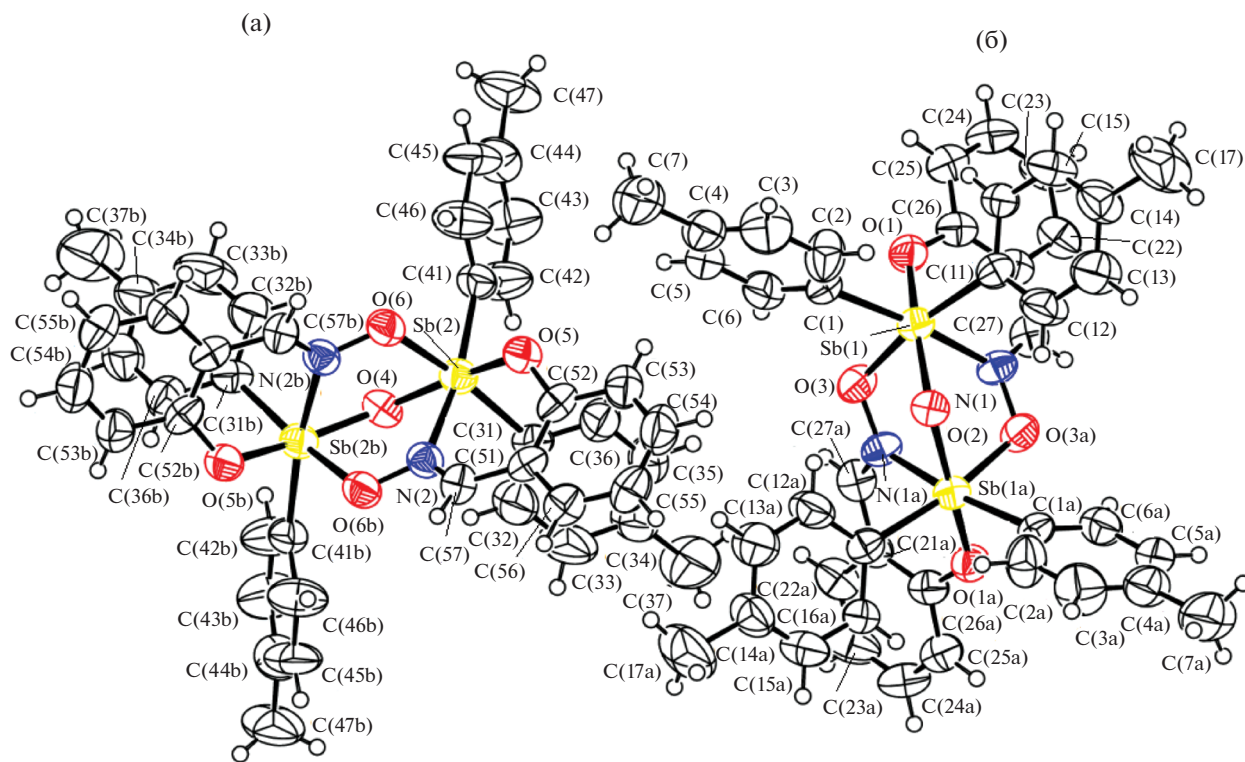


Рис. 1. Строение комплекса I.

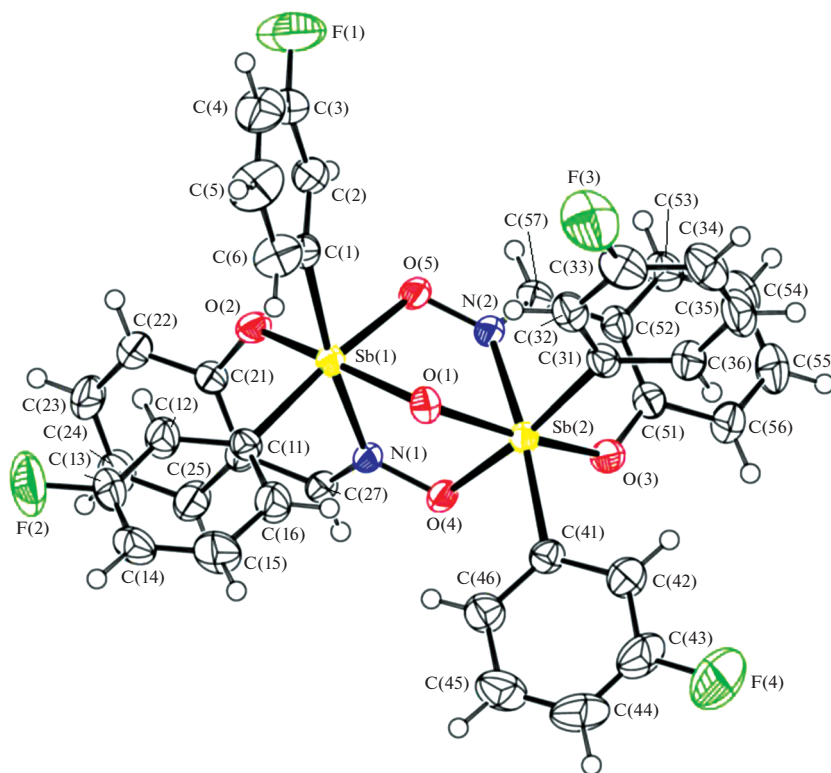


Рис. 2. Строение комплекса II.

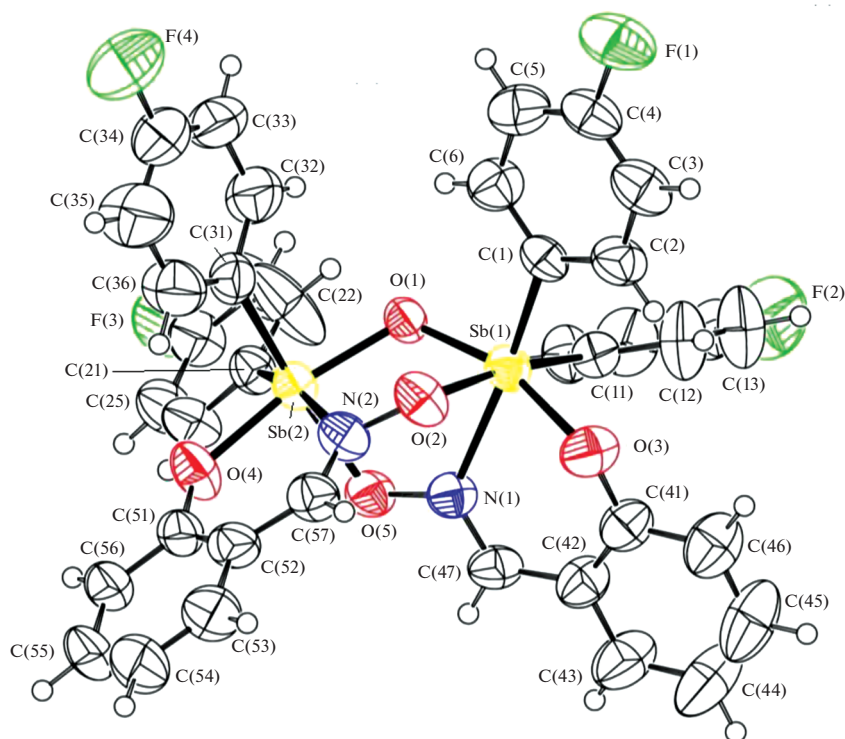


Рис. 3. Строение комплекса III.

на 3.361(2) Å, что существенно меньше удвоенного ван-дер-ваальсового радиуса сурьмы (4.4 Å [21]).

Приведенные геометрические параметры согласуются с данными, полученными для охарактеризованных ранее комплексов аналогичного строения [16, 17].

Структурная организация в кристаллах I–III обусловлена, в основном, слабыми межмолекулярными водородными связями типа Н··О, Н··С в I и Н··О, Н··F, Н··С в II и III.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реакции триарильных соединений сурьмы с 2-оксибензальдоксимом в присутствии пероксидов могут протекать в двух направлениях: окислительное присоединение с образованием диоксиматов триарилсурьмы и окислительное присоединение с одновременным деарилрованием исходного соединения сурьмы, при этом 2-оксибензальдоксим реагирует как моно- или как бифункциональное соединение, проявляя свойства моно- или тридентатного лиганда.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (грант № 4.6151.2017/8.9).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yin H., Quan L., Li L. // *Inorg. Chem. Commun.* 2008. № 11. P. 1121. doi 10.1016/j.inoche.2008.06.017
2. Wang G.-C., Xiao J., Yu L. et al. // *J. Organomet. Chem.* 2004. V. 689. № 9. P. 1631. doi 10.1016/j.jorganchem.2004.02.015
3. Wang G.-C., Lu Y.-N., Xiao J. et al. // *J. Organomet. Chem.* 2005. V. 690. № 1. P. 151. doi 10.1016/j.jorganchem.2004.09.002
4. Шарутин В.В., Сенчурин В.С. Именные реакции в химии элементоорганических соединений. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
5. Voloshin Y.Z., Varzatskii O.A., Belov A.S. et al. // *Polyhedron.* 2008. V. 27. P. 325. doi 10.1016/j.poly.2007.09.008
6. Zelinskii G.E., Dudkin S.V., Chuprin A.S. et al. // *Inorg. Chem. Acta.* 2017. V. 463. P. 29. doi 10.1016/j.ica.2017.04.011
7. Sarutin V.V., Molokova O.V., Sharutina O.K. et al. // *Russ. J. Inorg. Chem.* 2012. V. 57. № 9. P. 1252. doi 10.1134/S0036023612090185 [Шарутин В.В., Моло-

- кова О.В., Шарутина О.К. и др. // Журн. неорган. химии. 2012. Т. 57. № 9. С. 1334.]
8. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Molokova O.V. // Russ. J. Inorg. Chem. 2012. V. 57. № 6. P. 832. doi 10.1134/S0036023612010226 [Шарутин В.В., Шарутина О.К., Молокова О.В. // Журн. неорган. химии. 2012. Т. 57. № 6. С. 902.]
 9. Dong L., Yin H., Wen L. et al. // Acta Crystallogr. 2009. V. 65E. № 11. P. m1438. doi 10.1107/S1600536809043542
 10. Dodonov V.A., Gushchin A.V., Gor'kaev D.A. et al. // Russ. Chem. Bull., Int. Ed. 2002. V. 51. № 6. P. 1051. doi 10.1023/A:1019634307064 [Додонов В.А., Гушчин А.В., Горькаев Д.А. и др. // Изв. АН. Сер. хим. 2002. № 6. С. 965.]
 11. Fan J. // Acta Crystallogr. 2009. V. 65E. № 1. P. m12. doi 10.1107/S1600536808039834
 12. Gupta A., Sharma R.K., Bohra R. et al. // Polyhedron. 2002. V. 21. P. 2387. doi 10.1016/S0277-5387(02)01155-5
 13. Gupta A., Sharma R.K., Bohra R. et al. // J. Organomet. Chem. 2002. V. 645. № 2. P. 118. doi 10.1016/S0022-328X(01)01338-9
 14. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Molokova O.V. et al. // Russ. J. Gen. Chem. 2001. V. 71. № 9. P. 1426. doi 10.1023/A:1013910120594 [Шарутин В.В., Шарутина О.К., Молокова О.В. и др. // Журн. общ. химии. 2001. Т. 71. № 9. С. 1507.]
 15. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Artem'eva E.V. et al. // Bull. of the South Ural State University. Ser. Chemistry. 2015. V. 7. № 2. P. 17.
 16. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Artem'eva E.V. et al. // Bull. of the South Ural State University. Ser. Chemistry. 2014. V. 6. № 2. P. 5.
 17. Sharutin V.V., Sharutina O.K. // Russ. J. Inorg. Chem. 2014. V. 59. № 11. P. 1263. doi 10.1134/S0036023614110229 [Шарутин В.В., Шарутина О.К. // Журн. неорган. химии. 2014. Т. 59. № 11. С. 1507. doi 10.7868/S0044457X14110221]
 18. Bruker (1998). SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA.
 19. Bruker (1998). SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures from Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA.
 20. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J. et al. // J. Appl. Cryst. 2009. V. 42. P. 339. doi 10.1107/S002188980804272.
 21. Batsanov S.S. // Russ. J. Inorg. Chem. 1991. V. 36. P. 1694. [Бацанов С.С. // Журн. неорган. химии. 1991. Т. 36. № 12. С. 3015.]
 22. Шарутина О.К., Шарутин В.В. Молекулярные структуры органических соединений сурьмы(V). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. 395 с.