

КООРДИНАЦИОННЫЕ
СОЕДИНЕНИЯ

УДК 546.16+549.242+547.53.024+548.312.2+548.312.5

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ДИКАРБОКСИЛАТОВ
ТРИС(ФТОРФЕНИЛ)СУРЬМЫ (4-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)R]₂ (R = CH₂Cl, C₆F₅,
C₆F₄H-2, CF₂CF₃, CF₂CF₂CF₃) И (3-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)C₆F₄H-2]₂¹

© 2020 г. В. В. Шарутин^а, О. К. Шарутина^а, А. Н. Ефремов^{а, *}, П. А. Слепухин^б

^аНациональный исследовательский Южно-Уральский государственный университет,
пр-т им. В.И. Ленина, 76, Челябинск, 454080 Россия

^бИнститут органического синтеза им. И.Я. Постовского,
ул. С. Ковалевской, 22/20, Екатеринбург, 620137 Россия

*e-mail: efremov_an94@mail.ru

Поступила в редакцию 19.11.2019 г.

После доработки 13.12.2019 г.

Принята к публикации 27.02.2020 г.

Взаимодействием *трис*(фторфенил)сурьмы с хлоруксусной, пентафторбензойной, тетрафторбензойной, пентафторпропионовой и гептафторбутановой кислотами в присутствии *трет*-бутилгидропероксида получены дикарбоксилаты *трис*(4-фторфенил)сурьмы (4-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)R]₂, где R = CH₂Cl (I), C₆F₅ (II), C₆F₄H-2 (III), CF₂CF₃ (IV), CF₂CF₂CF₃ (V), и (3-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)C₆F₄H-2]₂ (VI). По данным рентгеноструктурного анализа, атомы Sb в комплексах I–VI имеют координацию тригональной бипирамиды. Аксиальные углы OSbO составляют 177.68(9)°, 177.44(12)°, 176.59(7)°, 179.59(6)°, 179.63(9)° и 175.72(12)°. Длины связей Sb–O и Sb–C равны 2.125(2), 2.136(2) и 2.101(3)–2.112(3) Å в I; 2.118(3), 2.119(3) и 2.094(5)–2.109(5) Å в II; 2.120(2), 2.137(2) и 2.114(2)–2.122(3) Å в III; 2.133(2), 2.153(2) и 2.086(2)–2.098(2) Å в IV; 2.146(3), 2.164(3) и 2.090(4)–2.093(4) Å в V; 2.123(3), 2.140(3) и 2.109(5)–2.122(5) Å в VI.

Ключевые слова: *трис*(фторфенил)сурьма, дикарбоксилаты, окислительный синтез, рентгеноструктурный анализ

DOI: 10.31857/S0044457X20070193

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что дикарбоксилаты триарилсурьмы проявляют противомикробную [1–3] и противоопухолевую активность [4–7], которая зависит от типа лигандов при атоме металла и природы заместителей в лигандах [1, 4].

К настоящему времени известны многочисленные дикарбоксилаты трифенил- и три-*пара*-толилсурьмы, которые получали по реакции окислительного присоединения из триарилсурьмы и карбоновых кислот НХ в присутствии пероксида [8–13], однако только в двух работах [3, 13] описан синтез, строение и биологическая активность дикарбоксилатов *бис*(4-фторфенил)сурьмы. О получении и особенностях строения дикарбоксилатов *бис*(3-фторфенил)сурьмы ранее не сообщалось.

В продолжение исследований соединений пятивалентной сурьмы нами получены дикарбоксилаты *трис*(фторфенил)сурьмы

(4-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)R]₂, где R = CH₂Cl (I), C₆F₅ (II), C₆F₄H-2 (III), CF₂CF₃ (IV), CF₂CF₂CF₃ (V), и (3-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)C₆F₄H-2]₂ (VI) и изучены их молекулярные и кристаллические структуры.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтез *бис*(хлорацетато)[*трис*(4-фторфенил)сурьмы] (I). К раствору 100 мг (0.246 ммоль) *трис*(4-фторфенил)сурьмы и 46 мг (0.492 ммоль) хлоруксусной кислоты в 30 мл эфира добавляли 32 мг (0.246 ммоль) 70%-ного водного раствора *трет*-бутилгидропероксида и выдерживали в течение 24 ч при 20°C. После испарения растворителя остаток перекристаллизовывали из смеси растворителей бензол–гептан (2 : 1 объемн.). Получили 144 мг (99%) бесцветных кристаллов I (*t*_{пл} = 146°C).

ИК-спектр (ν, см⁻¹): 3113, 3076, 3062, 3012, 2954, 1670, 1656, 1583, 1490, 1456, 1409, 1394, 1344,

¹ Дополнительная информация для этой статьи доступна по doi 10.31857/S0044457X20070193 для авторизованных пользователей.

1303, 1234, 1222, 1165, 1093, 1064, 1022, 1010, 939, 931, 827, 794, 690, 628, 582, 511, 416.

	С	Н
Найдено, %:	44.37;	2.74.
Для $C_{22}H_{16}Cl_2F_3O_4Sb$		
вычислено, %:	44.44;	2.69.

Синтез бис(пентафторбензоато)[трис(4-фторфенил)сурьмы] (II). Выход 97%, $t_{пл} = 182^\circ C$. ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3103, 3080, 3070, 3051, 1703, 1654, 1587, 1519, 1492, 1419, 1396, 1334, 1240, 1165, 1099, 1062, 991, 927, 831, 754, 698, 628, 584, 526, 418.

	С	Н
Найдено, %:	46.23;	1.49.
Для $C_{32}H_{12}F_{13}O_4Sb$		
вычислено, %:	46.32;	1.45.

Синтез бис(2,3,4,5-тетрафторбензоато)[трис(4-фторфенил)сурьмы] (III). Выход 98%, $t_{пл} = 198^\circ C$. ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3101, 3086, 3068, 1653, 1637, 1608, 1585, 1579, 1529, 1490, 1479, 1396, 1373, 1305, 1255, 1242, 1228, 1193, 1184, 1165, 1116, 1097, 1064, 1033, 1024, 1012, 945, 914, 889, 829, 808, 792, 767, 719, 698, 630, 586, 532, 511, 491, 459, 418.

	С	Н
Найдено, %:	48.35;	1.84.
Для $C_{32}H_{14}F_{11}O_4Sb$		
вычислено, %:	48.42;	1.77.

Синтез бис(пентафторпропионато)[трис(4-фторфенил)сурьмы] (IV). Выход 80%, $t_{пл} = 91^\circ C$. ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3101, 3078, 3062, 1903, 1716, 1678, 1649, 1587, 1494, 1462, 1452, 1398, 1367, 1354, 1313, 1249, 1219, 1207, 1184, 1161, 1107, 1091, 1068, 1028, 1012, 960, 943, 827, 769, 729, 624, 588, 545, 530, 509, 453, 441, 418.

	С	Н
Найдено, %:	39.25;	1.71.
Для $C_{24}H_{12}F_{13}O_4Sb$		
вычислено, %:	39.29;	1.64.

Синтез бис(гептафторбутирато)[трис(4-фторфенил)сурьмы] (V). Выход 96%, $t_{пл} = 99^\circ C$. ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3103, 3064, 2931, 2858, 1899, 1716, 1587, 1494, 1450, 1398, 1377, 1321, 1269, 1247, 1234, 1213, 1190, 1163, 1149, 1120, 1083, 1068, 1020, 1008,

966, 933, 825, 759, 742, 717, 642, 601, 590, 555, 526, 509, 476, 418.

	С	Н
Найдено, %:	37.36;	1.52.
Для $C_{26}H_{12}F_{17}O_4Sb$		
вычислено, %:	37.45;	1.44.

Синтез бис(2,3,4,5-тетрафторбензоато)[трис(3-фторфенил)сурьмы] (VI). Выход 95%, $t_{пл} = 139^\circ C$. ИК-спектр (ν , cm^{-1}): 3097, 3068, 2927, 1651, 1637, 1625, 1610, 1587, 1577, 1527, 1483, 1473, 1423, 1411, 1375, 1311, 1301, 1259, 1217, 1165, 1116, 1099, 1033, 997, 918, 891, 879, 856, 792, 779, 769, 723, 717, 698, 677, 657, 630, 542, 530, 520, 484, 439.

	С	Н
Найдено, %:	48.37;	1.80.
Для $C_{32}H_{14}F_{11}O_4Sb$		
вычислено, %:	48.42;	1.77.

ИК-спектры соединений I–VI регистрировали на ИК-спектрометре Shimadzu IR Affinity-1S в области 4000–400 cm^{-1} (таблетки KBr).

Рентгеноструктурный анализ (РСА) кристаллов I–VI проводили на дифрактометре D8 QUEST фирмы Bruker (MoK_{α} -излучение, $\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$, графитовый монохроматор) при 296(2) К. Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проводили по программам SMART и SAINT-Plus [14]. Все расчеты по определению и уточнению структур выполнены с использованием программ SHELXL/PC [15], OLEX2 [16]. Структуры определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Кристаллографические данные и результаты уточнения структур приведены в табл. 1. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 1573983 (I), 1883064 (II), 1883072 (III), 1883065 (IV), 1883074 (V), 1884115 (VI); deposit@ccdc.cam.ac.uk или <http://www.ccdc.cam.ac.uk/structures>).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что окисление триарилсурьмы *трет*-бутилгидропероксидом в присутствии карбоновых кислот приводит к синтезу дикарбоксилатов триарилсурьмы общей формулы $Ar_3Sb[OC(O)R]_2$ [17].

Установлено, что реакции *трис*(фторфенил)сурьмы с такими карбоновыми кислотами, как хлоруксусная, пентафторпропановая, геп-

Таблица 1. Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структур I–VI

Параметр	I	II	III	IV	V	VI
<i>M</i>	594.00	829.17	793.18	733.09	833.11	793.18
Сингония	Моноклиная	Триклиная	Триклиная	Триклиная	Триклиная	Триклиная
Пр. гр.	$P2_1/n$	$P\bar{1}$	$P\bar{1}$	$P\bar{1}$	$P\bar{1}$	$P\bar{1}$
<i>a</i> , Å	12.468(4)	10.786(13)	9.059(7)	10.182(4)	11.684(11)	8.986(7)
<i>b</i> , Å	10.781(3)	12.175(10)	11.775(9)	11.544(7)	12.639(11)	12.322(10)
<i>c</i> , Å	17.754(4)	12.759(12)	14.870(13)	12.818(5)	13.052(14)	14.076(13)
α , град	90.00	69.30(3)	69.37(5)	63.35(2)	61.88(3)	99.15(4)
β , град	108.048(12)	89.17(5)	89.61(2)	85.354(16)	63.33(4)	91.82(4)
γ , град	90.00	75.64(4)	85.57(2)	82.925(16)	80.80(3)	100.28(4)
<i>V</i> , Å ³	2268.9(10)	1514(3)	1480(2)	1335.7(11)	1516(2)	1511(2)
<i>Z</i>	4	2	2	2	2	2
$\rho_{\text{выч}}$, г/см ³	1.739	1.819	1.780	1.823	1.825	1.743
μ , мм ⁻¹	1.503	1.030	1.040	1.153	1.047	1.018
<i>F</i> (000)	1168.0	808.0	776.0	712.0	808.0	776.0
Размер кристалла, мм	$0.74 \times 0.58 \times 0.36$	$0.36 \times 0.34 \times 0.12$	$0.49 \times 0.16 \times 0.15$	$0.94 \times 0.64 \times 0.56$	$0.9 \times 0.66 \times 0.57$	$0.25 \times 0.18 \times 0.13$
2θ , град	6.08–77.46	5.88–48.98	5.6–72.94	5.92–91.28	6.3–65.88	5.62–50.08
Интервалы индексов отражений	$-21 \leq h \leq 21$, $-18 \leq k \leq 18$, $-31 \leq l \leq 31$	$-12 \leq h \leq 12$, $-14 \leq k \leq 14$, $-14 \leq l \leq 14$	$-14 \leq h \leq 15$, $-19 \leq k \leq 19$, $-24 \leq l \leq 24$	$-20 \leq h \leq 20$, $-23 \leq k \leq 23$, $-25 \leq l \leq 25$	$-17 \leq h \leq 17$, $-19 \leq k \leq 19$, $-19 \leq l \leq 19$	$-10 \leq h \leq 10$, $-14 \leq k \leq 14$, $-16 \leq l \leq 16$
Всего отражений	107107	27038	110946	182925	68549	19381
Независимых отражений	12882 ($R_{\text{int}} = 0.0385$)	4983 ($R_{\text{int}} = 0.0327$)	14369 ($R_{\text{int}} = 0.0488$)	22483 ($R_{\text{int}} = 0.0626$)	11054 ($R_{\text{int}} = 0.0353$)	5322 ($R_{\text{int}} = 0.0544$)
Отражений с $I > 2\sigma(I)$	8317	4500	9682	11164	8160	4272
Число уточняемых параметров	289	452	433	380	434	442
GOOF	1.089	1.057	1.056	1.024	1.063	1.038
<i>R</i> -факторы по $F^b > 2\sigma(F^b)$	$R_1 = 0.0532$, $wR_2 = 0.1077$	$R_1 = 0.0346$, $wR_2 = 0.0983$	$R_1 = 0.0585$, $wR_2 = 0.1414$	$R_1 = 0.0625$, $wR_2 = 0.1222$	$R_1 = 0.0559$, $wR_2 = 0.1527$	$R_1 = 0.0415$, $wR_2 = 0.0976$
<i>R</i> -факторы по всем отражениям	$R_1 = 0.0965$, $wR_2 = 0.1327$	$R_1 = 0.0398$, $wR_2 = 0.1021$	$R_1 = 0.1004$, $wR_2 = 0.1605$	$R_1 = 0.1503$, $wR_2 = 0.1525$	$R_1 = 0.0795$, $wR_2 = 0.1743$	$R_1 = 0.0604$, $wR_2 = 0.1063$
Остаточная электронная плотность (max/min), е/Å ³	2.34/–1.20	1.63/–0.44	3.50/–1.03	1.07/–0.68	1.28/–0.68	0.65/–0.51

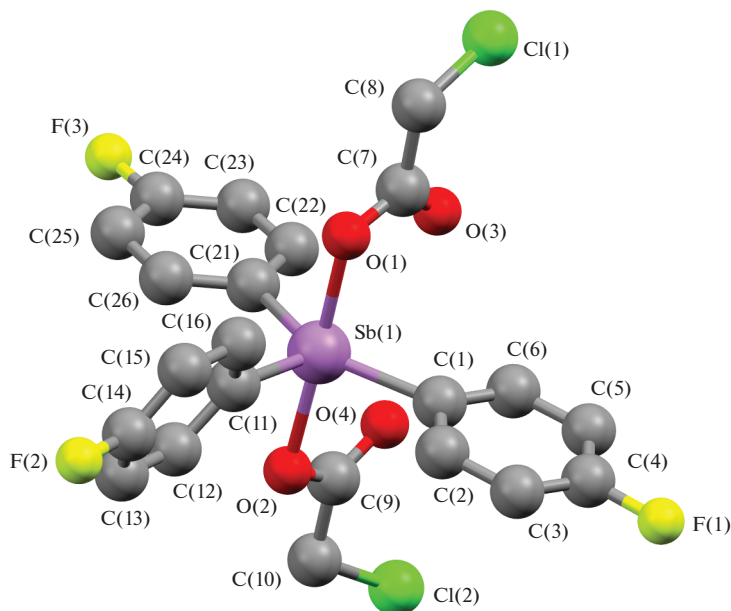
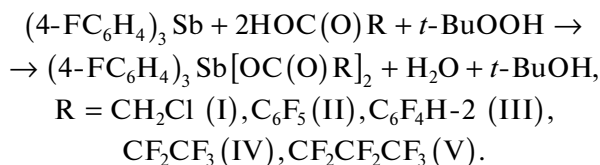


Рис. 1. Строение соединения I (атомы водорода не показаны).

тафторбутановая, пента- и тетрафторбензойная в присутствии *трет*-бутилгидропероксида (мольное соотношение 1 : 2 : 1) протекают в эфире с образованием дикарбоксилатов *трис*(фторфенил)сурьмы, выделяемых с выходом до 99%:



Аналогично получали *бис*(2,3,4,5-тетрафторбензоато)[*трис*(3-фторфенил)сурьму] (3-FC₆H₄)₃Sb[OC(O)C₆F₄H-2]₂ (VI).

По данным РСА, в соединениях I–VI атомы Sb находятся в экваториальной плоскости и имеют искаженную тригонально-бипирамидальную координацию с атомами кислорода карбоксилатных лигандов в аксиальных положениях (рис. 1–6).

Суммы углов CSbC в экваториальной плоскости молекул I–VI составляют 360°. Отклонение атома сурьмы от экваториальной плоскости составляет 0.018, 0.044, 0.054, 0.012, 0.005, 0.029 Å соответственно. Плоские фенильные кольца в структурах I–VI развернуты вокруг связей Sb–C таким образом, чтобы свести к минимуму внутри- и межмолекулярные контакты. Аксиальные углы OSbO в I–VI составляют 177.68(9)°, 177.44(12)°, 176.59(7)°, 179.59(6)°, 179.63(9)°, 175.72(12)° соответственно.

Связи Sb–C и Sb–O в молекулах I–VI несколько отличаются по длине: 2.101(3)–2.112(3) и 2.125(2), 2.136(2) Å в I; 2.094(5)–2.109(5) и 2.118(3), 2.119(3) Å в II; 2.114(3)–2.122(3) и 2.120(3), 2.137(2) Å в III; 2.086(2)–2.098(2) и 2.133(2), 2.153(2) Å в IV; 2.090(4)–2.093(4) и 2.146(3), 2.164(3) Å в V; 2.109(5)–2.122(5) и 2.123(3), 2.140(3) Å в VI. Как и в других дикарбоксилатах трифенилсурьмы, в I–VI имеют место внутримолекулярные контакты Sb⋯O(=C), которые составляют 2.857(4), 2.944(4) (I); 3.156(8), 3.326(8) (II); 2.894(6), 3.066(6) (III); 3.197(6), 3.215(6) (IV); 3.181(6), 3.202(6) (V); 2.831(5), 2.926(5) Å (VI). Следует отметить, что расстояния Sb⋯O в молекулах I–VI, в которых органические радикалы кислот содержат электроотрицательные группы, сопоставимы с аналогичными расстояниями в других структурно охарактеризованных дикарбоксилатах триарилсурьмы с подобными свойствами кислотных остатков [18–31].

Карбоксильные группы с *цис*-ориентацией относительно экваториального фрагмента C₃Sb лежат в I, III, VI приблизительно в одной плоскости (двугранные углы между плоскостями карбоксильных групп равны 1.58°, 1.59°, 5.08° соответственно). При таком расположении карбоксильных групп контакты Sb⋯O(=C) осуществляются со стороны одного экваториального угла CSbC, что приводит к его увеличению (143.46(11)°, 109.49(11)°, 107.03(12)° в I, 142.93(11)°, 111.24(12)°, 105.62(12)° в III, 142.5(2)°, 108.92(19)°, 108.6(2)° в

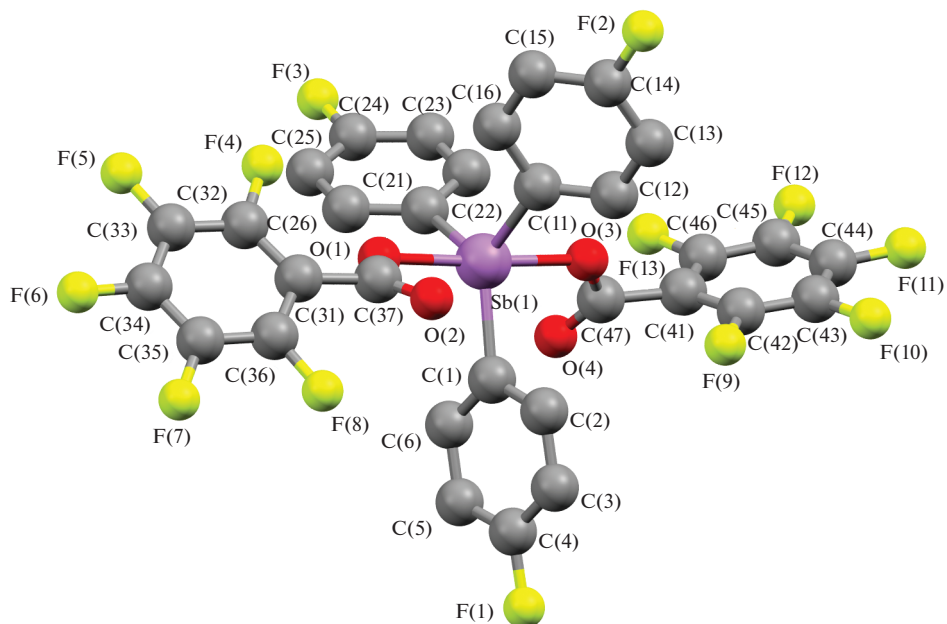


Рис. 2. Строение соединения II.

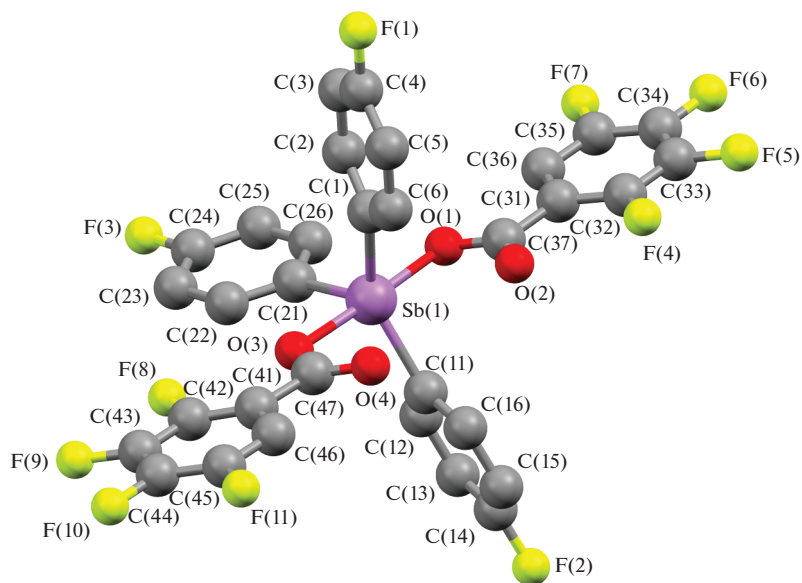


Рис. 3. Строение соединения III.

VI), при этом два других экваториальных угла становятся меньше теоретического значения. В молекулах II, IV, V двугранные углы между плоскостями карбоксильных групп имеют необычно большие значения (57.71° , 57.82° , 56.84°), в результате чего карбонильные атомы кислорода находятся напротив разных экваториальных углов и

углы CSbC изменяются в обычном для соединений общей формулы Ar_3SbX_2 интервале ($120 \pm 10^\circ$).

Таким образом, искажение тригонально-бипирамидальной конфигурации молекул большинства дикарбоксилатов триарилсурьмы проявляется в значительных отклонениях экваториальных валентных углов от идеальной величины

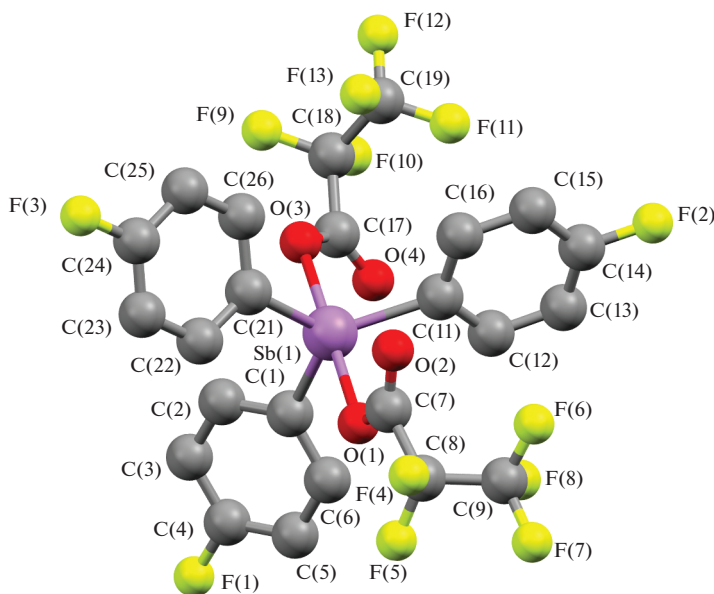


Рис. 4. Строение соединения IV.

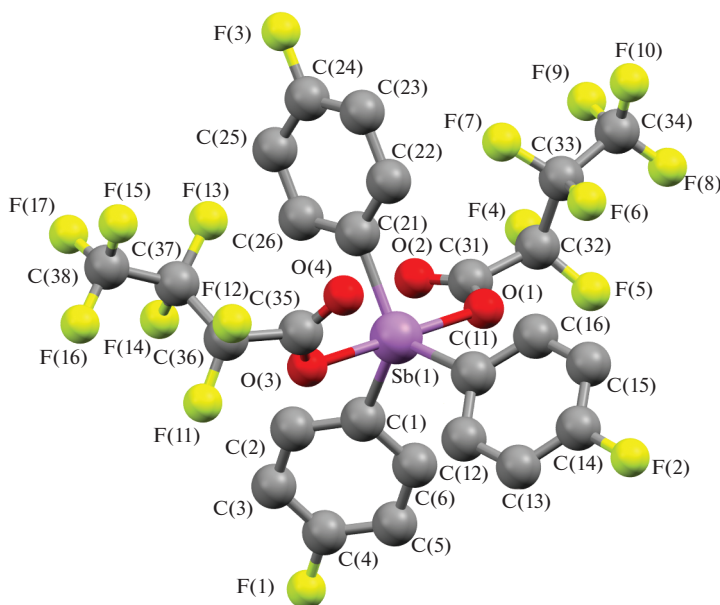


Рис. 5. Строение соединения V.

120°. При нахождении карбонильных атомов кислорода напротив разных экваториальных углов искажение координационного полиэдра центрального атома не наблюдается. Во всех дикарбоксилатах триарилсурьмы расстояния Sb—O превышают сумму ковалентных радиусов атомов сурьмы и кислорода; средние значения длин связей Sb—C изменяются в узком интервале значе-

ний и не зависят от числа электроноакцепторных заместителей в карбоксигруппах.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Южно-Уральский государственный университет благодарит за финансовую поддержку Министерство образования и науки Российской Федерации (грант № 4.6151.2017/8.9).

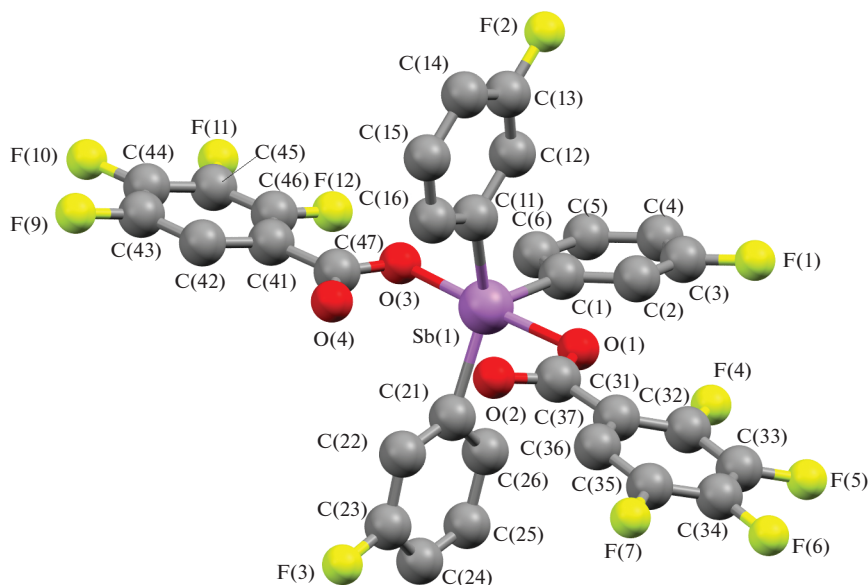


Рис. 6. Строение соединения VI.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ali M.I., Rauf M.K., Badshah A. et al.* // Dalton Trans. 2013. V. 42. P. 16733. <https://doi.org/10.1039/C3DT51382C>
2. *Duffin R.N., Blair V.L., Kedzierski L. et al.* // Dalton Trans. 2018. V. 47. P. 971. <https://doi.org/10.1039/c7dt04171c>
3. *Yu L., Ma Y-Q., Liu R-C. et al.* // Polyhedron. 2004. V. 23. P. 823. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2003.12.002>
4. *Hadjikakou S.K., Ozturk I.I., Banti C.N. et al.* // J. Inorg. Biochem. 2015. V. 153. P. 293. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2015.06.006>
5. *Islam A., Rodrigues B.L., Marzano I.M. et al.* // Eur. J. Med. Chem. 2016. V. 109. P. 254. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2016.01.003>
6. *Polychronis N.M., Banti C.N., Raptopoulou C.P. et al.* // Inorg. Chim. Acta. 2019. V. 489. P. 39. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2019.02.004>
7. *Gkaniatsou E.I., Banti C.N., Kourkoumelis N. et al.* // J. Inorg. Biochem. 2015. V. 150. P. 108. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2015.04.014>
8. *Thepe T.C., Garascia R.J., Selvoski M.A. et al.* // Ohio J. Sci. 1977. V. 77. № 3. P. 134.
9. *Sharutin V.V., Sharutina O.K., Kotlyarov A.R.* // Russ. J. Inorg. Chem. 2015. V. 60. № 4. P. 465. [*Шарутин В.В., Шарутина О.К., Котляров А.Р.* // Журн. неорганической химии. 2015. Т. 60. № 4. С. 525.] <https://doi.org/10.7868/S0044457X15040236> <https://doi.org/10.1134/S0036023615040221>
10. *Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S.* // Russ. J. Inorg. Chem. 2015. V. 60. № 9. P. 1093. <https://doi.org/10.1134/S0036023615060145>
11. *Sharutin V.V., Sharutina O.K.* // Russ. Chem. Bull. 2017. V. 66. № 4. P. 707. [*Шарутин В.В., Шарутина О.К.* // Изв. РАН. Сер. хим. 2017. № 4. С. 707.] <https://doi.org/10.1007/s11172-017-1796-6>
12. *Sharutin V.V., Sharutina O.K.* // Russ. J. Gen. Chem. 2016. V. 86. № 8. P. 1902. [*Шарутин В.В., Шарутина О.К.* // Журн. общ. химии. 2016. Т. 86. № 8. С. 1366.] <https://doi.org/10.1134/S107036321608020X>
13. *Yu L., Ma Y-Q., Wang G-C., Li J-S.* // Heteroat. Chem. 2004. V. 15. P. 32. <https://doi.org/10.1002/hc.10208>
14. Bruker (1998). SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA.
15. 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.
16. *Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J. et al.* // J. Appl. Crystallogr. 2009. V. 42. P. 339. <https://doi.org/10.1107/S0021889808042726>
17. *Шарутин В.В., Сенчуринов В.С.* Именные реакции в химии элементоорганических соединений. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. 427 с.
18. *Ferguson G., Kaither B., Glidewell C. et al.* // J. Organomet. Chem. 1991. V. 419. № 3. P. 283. [https://doi.org/10.1016/0022-328X\(91\)80241-B](https://doi.org/10.1016/0022-328X(91)80241-B)
19. *Wen L., Yin H., Li W. et al.* // Inorg. Chim. Acta. 2010. V. 363. № 4. P. 676. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2009.11.022>
20. *Шарутин В.В., Сенчуринов В.С., Шарутина О.К. и др.* // Вестник ЮУрГУ. Сер. Химия. 2011. Вып. 6. № 33. С. 47.

21. *Saleem L., Altaf A.A., Badshah A. et al.* // Inorg. Chim. Acta. 2018. V. 474. P. 148.
<https://doi.org/10.1016/j.ica.2018.01.036>
22. *Quan L., Yin H., Wang D.* // Acta Crystallogr., Sect. E: Struct. Rep. Online. 2008. V.64. P. m1503.
<https://doi.org/10.1107/S1600536808033783>
23. *Hong M., Yin H.-D., Li W.-K. et al.* // Inorg. Chem. Commun. 2011. V. 14. P. 1616.
<https://doi.org/10.1016/j.inoche.2011.06.023>
24. *Wen L., Yin H., Wang C.* // Acta Crystallogr., Sect. E: Struct. Rep. Online. 2009. V. 65. P. m1442.
<https://doi.org/10.1107/S160053680904358X>
25. *Guschin A.V., Kalistratova O.S., Verkhovyykh R.A. et al.* // Vest. Lobachev. State Uni. Niv. Nov. 2013. V. 1. P. 86.
26. *Letyanina I.A., Markin A.V., Smirnova N.N. et al.* // J. Therm. Anal. Calorim. 2016. V. 125. P. 339.
<https://doi.org/10.1007/s10973-016-5401-2>
27. *Sarwar S., Iftikhar T., Rauf M.K. et al.* // Inorg. Chim. Acta. 2018. V. 476. P. 12.
<https://doi.org/10.1016/j.ica.2018.02.005>
28. *Mushtaq R., Rauf M.K., Bond M. et al.* // Appl. Organomet. Chem. 2016. V. 30. P. 465.
<https://doi.org/10.1002/aoc.3456>
29. *Fukin G.K., Samsonov M.A., Kalistratova O.S. et al.* // Struct. Chem. 2016. V. 27. P. 357.
<https://doi.org/10.1007/s11224-015-0604-x>
30. *Geng H., Hong M., Yang Y. et al.* // J. Coord. Chem. 2015. V. 68. P. 2938.
<https://doi.org/10.1080/00958972.2015.1060322>
31. *Andreev P.V., Somov N.V., Kalistratova O.S. et al.* // Acta Crystallogr., Sect. E: Struct. Rep. Online. 2013. V. 69. P. m167.
<https://doi.org/10.1107/S1600536813004674>