

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ АРЕНСУЛЬФОНАТОВ ТЕТРА(*n*-ТОЛИЛ)СУРЬМЫ

© 2022 г. В. В. Шарутин*, О. К. Шарутина

Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина 76, Челябинск, 454080 Россия
*e-mail: sharutin50@mail.ru

Поступило в редакцию 19 января 2022 г.

После доработки 29 января 2022 г.

Принято к печати 31 января 2022 г.

Взаимодействие эквимольных количеств пента(*n*-толил)сурьмы с 3,4-диметилбензолсульфоновой, 2,4-диметилбензолсульфоновой и 2-сульфобензойной кислотами в бензоле приводит к аренсульфонатам тетра(*n*-толил)сурьмы $p\text{-ToI}_4\text{SbOSO}_2\text{R}$ ($\text{R} = 3,4\text{-Me}_2\text{-C}_6\text{H}_3, 2,4\text{-Me}_2\text{-C}_6\text{H}_3, 2\text{-COOH-C}_6\text{H}_4$), особенности строения которых установлены методом РСА. В кристаллах диметилпроизводных атомы сурьмы имеют сильно искаженную тригонально-бипирамидальную координацию, в аксиальных положениях находятся атомы кислорода сульфогрупп, в карбоксипроизводном координация атома сурьмы искаженная тетраэдрическая, анион координируется к металлу атомом кислорода карбонильной группы.

Ключевые слова: аренсульфонаты тетра(*n*-толил)сурьмы, аренсульфоновые кислоты, сурьмаорганические соединения, рентгеноструктурный анализ

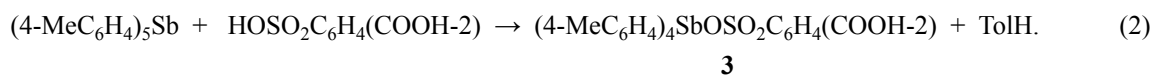
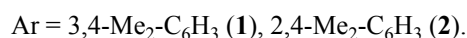
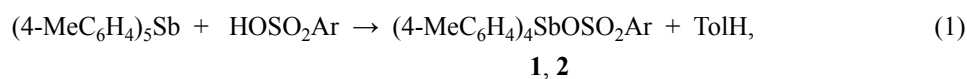
DOI: 10.31857/S0044460X22050171, **EDN:** SKYRTA

Органические соединения сурьмы применяются в самых разнообразных областях практической деятельности: в качестве лекарственных препаратов, биоцидов, фунгицидов, в качестве реагентов и компонентов каталитических систем при полимеризации, в тонком органическом синтезе, в качестве антиоксидантов и др. [1]. Несмотря на то, что соединения сурьмы достаточно токсичны, они широко используются в терапии в качестве противопаразитарных средств, особенно при лечении лейшманиоза [2]. Некоторые органические производные сурьмы обладают биологической активностью [3–5], проявляют антибактериальную [6–8] и противоопухолевую активность [9–14], поэтому синтез и исследование строения неизвестных ранее органических производных сурьмы – актуальная задача.

Аренсульфонаты тетраарилсурьмы относятся к немногим водорастворимым органическим соединениям сурьмы. В основе одного из эффективных

способов их получения лежит реакция пентаарилсурьмы с кислотой [1, 15, 16]. Нами установлено, что реакции пента(*n*-толил)сурьмы с 3,4-диметилбензолсульфоновой и 2,4-диметилбензолсульфоновой кислотами в бензоле приводят к образованию аренсульфонатов тетра(*n*-толил)сурьмы **1**, **2** с выходом до 81% (1). Аналогичная реакция пента(*n*-толил)сурьмы с 2-сульфобензойной кислотой также протекает по сульфонатной группе с образованием аренсульфоната тетра(*n*-толил)сурьмы **3** (2). Как отмечалось ранее, в реакциях пентафенилсурьмы с сульфосалициловой кислотой в зависимости от соотношения реагентов и условий могут принимать участие и сульфо- и карбоксильная группы [17].

Соединения **1–3** – бесцветные кристаллические вещества, устойчивые к действию влаги и кислорода воздуха, хорошо растворимые в ароматических углеводородах, хлороформе, тетрагидрофуране и нерастворимые в алифатических углеводородах.



В ИК спектрах соединений **1–3** наблюдаются интенсивные полосы поглощения в области 480 см⁻¹ (484, 484, 482 см⁻¹ соответственно), характерные для валентных колебаний связи Sb–C. Полоса поглощения, соответствующая колебаниям связей C=O (1680 см⁻¹) в спектре соединения **3**, сдвигается в низкочастотную область спектра по сравнению с этой же полосой поглощения соответствующей

шей карбоновой кислоты (1722 см⁻¹) [18]. Полосы поглощения при 1591, 1493, 1449 см⁻¹ (**1**); 1593, 1495, 1447 см⁻¹ (**2**); 1591, 1494, 1447 см⁻¹ (**3**) характеризуют валентные колебания углеродного скелета арильных колец. Валентным колебаниям связей C_{Ar}–H принадлежат полосы поглощения средней интенсивности при 3015 (**1**), 3017 (**2**), 3019 (**3**) см⁻¹, а внеплоскостным деформационным колебаниям

Таблица 1. Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структур **1–3**

Параметр	Значение		
	1	2	3
<i>M</i>	1342.93	1342.93	687.42
Сингония	Моноклинная	Моноклинная	Триклинная
Пространственная группа	<i>P</i> 2 ₁ / <i>c</i>	<i>C</i> <i>c</i>	<i>P</i> <i>T</i>
<i>a</i> , Å	9.902(3)	34.04(2)	10.546(8)
<i>b</i> , Å	19.381(9)	10.100(7)	10.872(10)
<i>c</i> , Å	33.732(11)	19.073(15)	14.785(12)
α, град	90.00	90.00	94.83(4)
β, град	90.074(15)	92.27(4)	103.41(3)
γ, град	90.00	90.00	101.73(3)
<i>V</i> , Å ³	6474(2)	6553(8)	1599(2)
<i>Z</i>	4	4	2
<i>d</i> _{выч.} , г/см ³	1.378	1.361	1.428
μ, мм ⁻¹	0.950	0.938	0.968
<i>F</i> (000)	2752.0	2752.0	700.0
Размер кристалла, мм	0.45 × 0.21 × 0.07	0.42 × 0.17 × 0.1	0.46 × 0.3 × 0.1
Область сбора данных по 2θ, град	5.868 – 54.558	5.86 – 56.48	5.54 – 54.46
Интервалы индексов отражений	–12 ≤ <i>h</i> ≤ 12, –24 ≤ <i>k</i> ≤ 24, –37 ≤ <i>l</i> ≤ 43	–44 ≤ <i>h</i> ≤ 45, –13 ≤ <i>k</i> ≤ 13, –25 ≤ <i>l</i> ≤ 25	–13 ≤ <i>h</i> ≤ 13, –13 ≤ <i>k</i> ≤ 13, –18 ≤ <i>l</i> ≤ 19
Измерено отражений	135206	116743	51454
Независимых отражений	14396 (<i>R</i> _{int} 0.0531)	15911 (<i>R</i> _{int} 0.0575)	7091 (<i>R</i> _{int} 0.0616)
Отражений с <i>I</i> > 2σ(<i>I</i>)	9857	13892	6289
Переменных уточнения	754	751	384
GOOF	1.149	1.047	1.071
<i>R</i> -Факторы по <i>F</i> ² > 2σ(<i>F</i> ²)	<i>R</i> ₁ 0.0670, <i>wR</i> ₂ 0.1430	<i>R</i> ₁ 0.0343, <i>wR</i> ₂ 0.0764	<i>R</i> ₁ 0.0318, <i>wR</i> ₂ 0.0737
<i>R</i> -Факторы по всем отражениям	<i>R</i> ₁ 0.1027, <i>wR</i> ₂ 0.1552	<i>R</i> ₁ 0.0460, <i>wR</i> ₂ 0.0811	<i>R</i> ₁ 0.0391, <i>wR</i> ₂ 0.0771
Остаточная электронная плотность (min/max), e/Å ³	0.98/–1.07	0.65/–0.55	0.63/–0.83

Таблица 2. Основные длины связей и валентные углы в структурах 1–3

Связь	Длина, Å	Угол	ω , град	Связь	Длина, Å	Угол	ω , град
1							
Sb ¹ –O ¹	2.396(5)	C ³¹ Sb ¹ O ¹	176.0(2)	Sb ² –C ⁸¹	2.157(6)	C ⁸¹ Sb ² O ⁴	175.7(2)
Sb ¹ –C ³¹	2.150(6)	C ¹ Sb ¹ O ¹	80.1(2)	Sb ² –C ⁵¹	2.112(6)	C ⁵¹ Sb ² C ⁷¹	118.5(2)
Sb ¹ –C ¹	2.107(6)	C ¹ Sb ¹ C ³¹	96.8(2)	Sb ² –C ⁶¹	2.110(6)	C ⁶¹ Sb ² C ⁵¹	118.4(2)
Sb ¹ –C ²¹	2.120(6)	C ¹ Sb ¹ C ²¹	118.2(2)	Sb ² –C ⁷¹	2.112(4)	C ⁶¹ Sb ² C ⁷¹	115.6(2)
Sb ¹ –C ¹¹	2.105(5)	C ¹¹ Sb ¹ C ¹	118.5(2)	S ¹ –O ¹	1.464(5)	C ⁷¹ Sb ² O ⁴	82.2(2)
Sb ² –O ⁴	2.398(5)	C ¹¹ Sb ¹ C ²¹	115.6(2)				
2							
Sb ¹ –O ¹	2.425(3)	C ³¹ Sb ¹ O ¹	178.59(13)	Sb ² –O ⁴	2.537(3)	C ⁸¹ Sb ² O ⁴	177.84(12)
Sb ¹ –C ¹¹	2.135(4)	C ²¹ Sb ¹ C ¹¹	115.76(15)	Sb ² –C ⁷¹	2.121(4)	C ⁶¹ Sb ² C ⁷¹	119.09(14)
Sb ¹ –C ²¹	2.124(4)	C ¹ Sb ¹ C ¹¹	120.49(14)	Sb ² –C ⁶¹	2.118(4)	C ⁵¹ Sb ² C ⁷¹	116.56(15)
Sb ¹ –C ¹	2.117(4)	C ¹ Sb ¹ C ²¹	117.72(14)	Sb ² –C ⁵¹	2.100(3)	C ⁵¹ Sb ² C ⁶¹	115.82(15)
Sb ¹ –C ³¹	2.154(4)	C ¹¹ Sb ¹ C ³¹	98.55(15)	Sb ² –C ⁸¹	2.144(4)	C ⁵¹ Sb ² C ⁸¹	98.30(14)
3							
Sb ¹ –C ²¹	2.103(3)	C ¹ Sb ¹ O ⁴	178.14(9)	S ¹ –O ²	1.454(3)	C ³¹ Sb ¹ C ¹	103.08(11)
Sb ¹ –C ¹	2.116(3)	C ²¹ Sb ¹ C ¹	102.57(10)	S ¹ –O ³	1.476(3)	O ¹ S ¹ O ²	116.7(2)
Sb ¹ –C ¹¹	2.099(3)	C ²¹ Sb ¹ C ³¹	116.22(10)	S ¹ –C ⁴¹	1.794(3)	O ¹ S ¹ O ³	111.5(2)
Sb ¹ –C ³¹	2.106(3)	C ¹¹ Sb ¹ C ²¹	112.19(10)	O ⁴ –C ⁴⁷	1.211(4)	O ¹ S ¹ C ⁴¹	107.36(17)
Sb ¹ …O ⁴	2.813(7)	C ¹¹ Sb ¹ C ¹	105.53(11)	O ¹⁴ –C ¹⁷	1.526(5)	O ² S ¹ O ³	111.60(18)
S ¹ –O ¹	1.431(3)	C ¹¹ Sb ¹ C ³¹	115.26(11)				

этих же связей – высокоинтенсивные полосы при 791, 794, 795 см⁻¹. В ИК спектрах присутствуют полосы поглощения валентных колебаний метильных групп при 2918 (**1**), 2918 (**2**), 2918 (**3**) см⁻¹. В ИК спектрах аренсульфонатов тетра(*n*-толил)су-

рьмы **1–3** присутствуют интенсивные полосы поглощения в области 1000–1280 см⁻¹, относящиеся к валентным колебаниям групп SO₂, причем в ИК спектре соединения (**3**) эти полосы (1281, 1161, 1070 см⁻¹) смещаются в более высокочастотную область спектра относительно аналогичных полос в ИК спектрах соединений **1** и **2** (1003–1159 см⁻¹).

По данным PCA (табл. 1, 2), в кристаллах соединений **1** и **2** присутствуют по два типа кристаллографически независимых структурных единиц (**A**, **B**), в которых атом металла связан с одним из атомов кислорода сульфатной группы (рис. 1, 2). Атомы сурьмы в кристаллах соединений **1** и **2** имеют искаженную тригонально-бипирамидальную координацию с атомом кислорода сульфогруппы в аксиальном положении. Расстояния Sb–O составляют 2.396(5), 2.398(5) и 2.425(3), 2.537(3) Å, что значительно больше суммы ковалентных радиусов атомов-партнеров (2.14 Å [19]), но меньше суммы их ван-дер-ваальсовых радиусов (3.7 Å [20]). Аксиальные углы CSbO в молекулах **1** (**A** и **B**) – 176.0(2) и 175.7(2)°, в молекулах **2** (**A** и **B**) – 178.6(1) и 177.8(1)°. Суммы углов CSbC в экваториальных

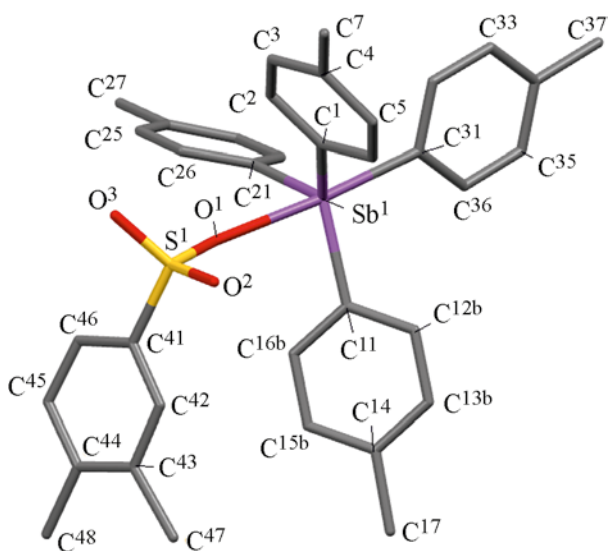


Рис. 1. Общий вид молекулы **A** соединения **1** в кристалле (атомы водорода не показаны).

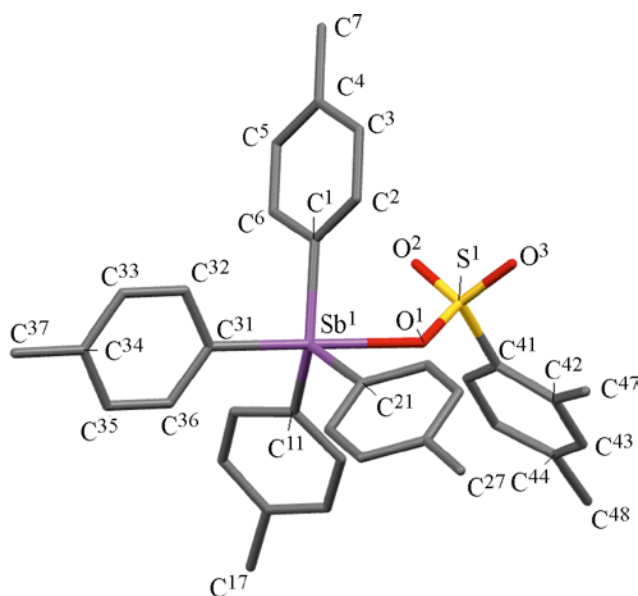


Рис. 2. Общий вид молекулы **A** соединения **2** в кристалле (атомы водорода не показаны).

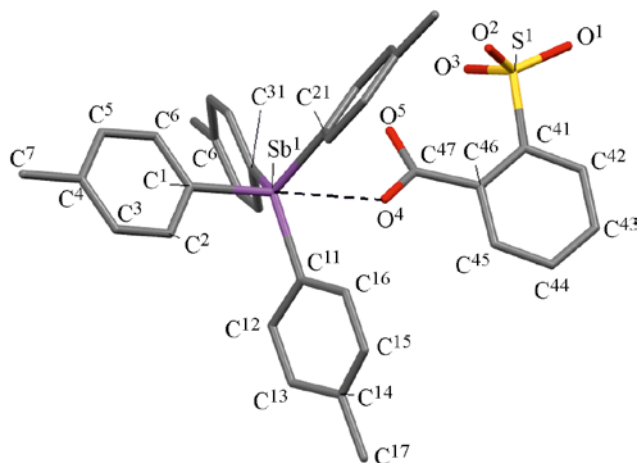


Рис. 3. Общий вид молекулы соединения **3** в кристалле (атомы водорода не показаны).

плоскостях составляют $352.3(2)$ (**1A**), $352.5(2)^\circ$ (**1B**); $354.0(2)^\circ$ (**2A**), $351.5(2)^\circ$ (**2B**). Расстояния $\text{Sb}-\text{C}_{\text{экр}}$ изменяются в интервалах $2.105(5)$ – $2.120(6)$ Å, $2.110(6)$ – $2.112(6)$ Å (**1A** и **1B**); $2.117(4)$ – $2.135(4)$ Å, $2.100(3)$ – $2.121(4)$ Å (**2A** и **2B**), при этом расстояния $\text{Sb}-\text{C}_{\text{акс}}$ [$2.150(6)$, $2.157(6)$ Å; $2.154(4)$, $2.144(4)$ Å в молекулах **1** и **2** соответственно] длиннее, чем $\text{Sb}-\text{C}_{\text{экр}}$, как и для большинства подобных соединений сурьмы [21].

В каждой из сульфогрупп одно из расстояний $\text{S}-\text{O}$ [S^1-O^1 – $1.464(5)$ Å (**1A**), $1.476(3)$ Å (**2A**) и S^2-O^4 – $1.464(5)$ Å (**1B**), $1.472(3)$ Å (**2B**)] больше двух других [$1.425(5)$, $1.434(5)$; $1.417(5)$, $1.427(5)$ Å (**1**) и $1.420(5)$, $1.437(4)$; $1.430(3)$, $1.456(4)$ Å (**2**)], что обусловлено координацией атомов кислорода к атому сурьмы.

Кристалл соединения **3** состоит из катионов $[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]^+$ и анионов $[(2\text{-HOOC})\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3]^-$, причем координация аниона к атому металла осуществляется через карбонильный атом кислорода (расстояние $\text{Sb}\cdots\text{O}=\text{C}$ $2.813(7)$ Å) (рис. 3). В отличие от соединений **1** и **2** координация атома сурьмы в молекуле **3** приближается к тетраэдрической: углы CSbC изменяются в интервале $102.6(1)$ – $116.2(1)^\circ$, расстояние Sb^1-C^1 ($2.116(3)$ Å) лишь немного превосходит три других [$2.099(3)$, $2.103(3)$, $2.106(3)$ Å].

В карбоксильной группе длины связей $\text{C}^{47}-\text{O}^4$ [$1.211(4)$ Å] и $\text{C}^{47}-\text{O}^5$ [$1.315(4)$ Å] попадают в интервалы значений двойных и ординарных связей для карбоновых кислот [22]. В свободной сульфогруппе одна из связей $\text{S}=\text{O}$ [S^1-O^3 $1.476(3)$ Å] длиннее двух других [$1.431(3)$, $1.454(3)$ Å], что обусловлено образованием внутримолекулярной водородной связи $\text{O}^3\cdots\text{H}^5-\text{O}^5$.

Таким образом, взаимодействие пента(*n*-толил)сурьмы с 3,4-диметилбензолсульфоновой и 2,4-диметилбензолсульфоновой кислотами в бензоле приводит к аренсульфонатам тетра(*n*-толил)сурьмы, имеющим тригонально-бипирамидальное строение с сульфогруппой в аксиальном положении. Аналогичная реакция пента(*n*-толил)сурьмы с (2-сульфо)бензойной кислотой сопровождается образованием ионного комплекса $[p\text{-Tol}_4\text{Sb}]^+[(2\text{-HOOC})\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3]^-$, в котором анионы координируются к атому металла карбонильным атомом кислорода.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записывали на ИК Фурье-спектрометре Shimadzu в таблетках KBr. Для PCA использовали автоматический четырехкружный дифрактометр D8 QUEST Bruker (графитовый мо-

нохроматор) при 293 К. Сбор, редактирование данных, уточнение параметров элементарной ячейки, учет поглощения, определение и уточнение структур проведены по программам [23–25]. Структуры **1–3** определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Основные кристаллографические данные и результаты уточнения структур **1–3** приведены в табл. 1. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных [CCDC 2123242 (**1**), 2124971 (**2**), 2123243 (**3**)]

3,4-Диметилбензолсульфонат тетра(*n*-толил)сурьмы (1**)** получали по методике [15]. Выход 78%, бесцветные кристаллы, т. пл. 136°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3015, 2918, 2864, 1591, 1493, 1449, 1395, 1314, 1256, 1211, 1192, 1151, 1132, 1099, 1067, 1020, 993, 802, 681, 598, 484. Найдено, %: С 64.28; Н 5.60. $\text{C}_{72}\text{H}_{74}\text{O}_6\text{S}_2\text{Sb}_2$. Вычислено, %: С 64.34; Н 5.51.

Соединения **2** и **3** синтезировали аналогично.

2,4-Диметилбензолсульфонат тетра(*n*-толил)сурьмы (2**)**. Выход 81%, бесцветные кристаллы, т. пл. 143°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3017, 2918, 2864, 1593, 1495, 1447, 1395, 1314, 1263, 1234, 1186, 1159, 1056, 1038, 1003, 984, 804, 679, 577, 585, 484. Найдено, %: С 64.25; Н 5.58. $\text{C}_{72}\text{H}_{74}\text{O}_6\text{S}_2\text{Sb}_2$. Вычислено, %: С 64.34; Н 5.51.

(2-Карбокси)бензолсульфонат тетра(*n*-толил)сурьмы (3**)**. Выход 80%, бесцветные кристаллы, т. пл. 113°C. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3019, 2918, 2868, 1680, 1591, 1566, 1495, 1449, 1396, 1317, 1281, 1201, 1213, 1190, 1181, 1140, 1126, 1070, 1015, 997, 795, 754, 729, 700, 617, 684, 569, 525, 482. Найдено, %: С 61.04; Н 4.87. $\text{C}_{35}\text{H}_{33}\text{O}_5\text{SSb}$. Вычислено, %: С 61.10; Н 4.80.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шарутин Владимир Викторович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2582-4893>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарутин В.В., Поддельский А.И., Шарутина О.К. // Коорд. хим. 2020. Т. 46. № 10. С. 579; Sharutin V.V., Poddel'sky A.I., Sharutina O.K. // Russ. J. Coord. Chem. 2020. Vol. 46. N 10. P. 663. doi 10.1134/S1070328420100012
2. Mishra J., Saxena A., Singh S. // Curr. Med. Chem. 2007. Vol. 14. P. 1153. doi 10.2174/092986707780362862
3. Mushtaq R., Rauf M.K., Bond M., Badshah A., Nadhman A., Yasinzai M., Tahir M.N. // Appl. Organomet. Chem. 2016. Vol. 30. P. 465. doi 10.1002/aoc.3456
4. Saleem L., Altaf A.A., Badshah A., Rauf M.K. // Inorg. Chim. Acta. 2018. Vol. 474. P. 148. doi 10.1016/j.ica.2018.01.036
5. Oliveira L.G., Silva M.M., Paula F.C.S., Pereira-Maia E.C., Donnici C.L., Simone C.A., Frézard F., Silva Júnior E.N., Demicheli C. // Molecules. 2011. Vol. 16. P. 10314. doi 10.3390/molecules161210314
6. Islam A., Da Silva J.G., Berbet F.M., Da Silva S.M., Rodrigues B.L., Beraldo H., Melo M.N., Frézard F., Demicheli C. // Molecules. 2014. Vol. 19. P. 6009. doi 10.3390/molecules19056009
7. Mushtaq R., Rauf M.K., Bolte M., Nadhman A., Badshah A., Tahir M.N., Yasinzai M., Khan K.M. // Appl. Organomet. Chem. 2017. Vol. 31. P. e3606. doi 10.1002/aoc.3606
8. Yu L., Ma Y.-Q., Liu R.-C., Wang G.-C., Li J.-S., Du G.-H., Hu J.-J. // Polyhedron. 2004. Vol. 23. P. 823. doi 10.1016/j.poly.2003.12.002
9. Wang F., Yin H., Yue C., Cheng S., Hong M. // J. Organomet. Chem. 2013. Vol. 738. P. 35. doi 10.1016/j.jorganchem.2013.03.046
10. Islam A., Rodrigues B.L., Marzano I.M., Perreira-Maia E.C., Dittz D., Paz M.T., Muhammad L., Frezard I.F., Demicheli C. // Eur. J. Med. Chem. 2016. Vol. 109. P. 254. doi 10.1016/j.ejmech.2016.01.003
11. Iftikhar T., Rauf M.K., Sarwar S., Badshah A., Waseem D., Nawaz M., Amjad T., Khalid K., Khan M., Khan G.M. // J. Organomet. Chem. 2017. Vol. 851. P. 89. doi 10.1016/j.jorganchem.2017.09.002
12. Jiang J., Yin H., Wang D., Han Z., Wang F., Cheng S., Hong M. // Dalton Trans. 2013. Vol. 42. P. 8563. doi 10.1039/C3DT50221J
13. Yu L., Ma Y.-Q., Wang G.-C., Li J.-S. // Heteroatom Chem. 2004. Vol. 15. P. 32. doi 10.1002/hc.10208
14. Polychronis N.M., Banti C.N., Raptopoulou C.P., Psycharis V., Kourkoumelis N., Hadjikakou S.K. // Inorg. Chim. Acta. 2019. Vol. 489. P. 39. doi 10.1016/j.ica.2019.02.004
15. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Сенчурина В.С. // ЖНХ. 2013. Т. 58. № 11. С. 1454; Sharutin V.V., Sharutina O.K., Senchurin V.S. // Russ. J. Inorg.

- Chem. 2013. Vol. 58. N 11. S. 1302. doi 10.1134/S0036023613110181
16. Шарутина О.К. // Вестн. ЮУрГУ. Сер. «Химия». 2022. Т. 14. № 1. С. 62. doi 10.14529/chem200404
 17. Шарутин В.В., Шарутина О.К., Панова Л.П., Бельский В.К. // Коорд. хим. 1997. Т. 23. № 7. С. 513.
 18. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. М.: МГУ, 2012. 55 с.
 19. Cordero B., Gómez V., Platero-Prats A.E., Revés M., Echeverría J., Cremades E., Barragan F., Alvarez S. // Dalton Trans. 2008. P. 2832. doi 10.1039/b801115j
 20. Mantina M., Chamberlin A.C., Valero R., Cramer C.J., Truhlar D.G. // J. Phys. Chem. (A). 2009. Vol. 113. P. 5806. doi 10.1021/jp8111556
 21. Cambridge Crystallographic Data Center. 2020. <http://www.ccdc.cam.ac.uk>
 22. Allen F.H., Kennard O., Watson D.G., Brammer L., Orpen A.G., Taylor R. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. Pt. II. 1987. N 12. P. S1. doi org/10.1039/P298700000S1
 23. SMART and SAINT-Plus. Version 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Madison (WI, USA): Bruker AXS Inc., 1998.
 24. SHELXTL/PC. Version 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures from Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison: (WI, USA), 1998.
 25. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. // J. Appl. Cryst. 2009. Vol. 42. P. 339. doi 10.1107/S0021889808042726

Synthesis and Structure of Tetra(*p*-tolyl)antimony Arenesulfonates

V. V. Sharutin* and O. K. Sharutina

National Research South Ural State University, Chelyabinsk, 454080 Russia

*e-mail: sharutin50@mail.ru

Received January 19, 2022; revised January 29, 2022; accepted January 31, 2022

The reaction of equimolar amounts of penta(*p*-tolyl)antimony with 3,4-dimethylbenzenesulfonic, 2,4-dimethylbenzenesulfonic and 2-sulfobenzoic acids in benzene leads to tetra(*p*-tolyl)antimony arenesulfonates $p\text{-Tol}_4\text{SbOSO}_2\text{R}$ [R = C₆H₃Me₂-3,4, C₆H₃Me₂-2,4, C₆H₄C(O)OH-2], the structural features of which were established by single crystal X-ray diffraction method. In crystals of dimethyl derivatives, antimony atoms have a strongly distorted trigonal-bipyramidal coordination, oxygen atoms of sulfo groups are in the axial positions, in the carboxy derivative the coordination of the antimony atom is distorted tetrahedral, the anion is coordinated to the metal by the oxygen atom of the carbonyl group.

Keywords: tetra(*p*-tolyl)antimony arenesulfonates, arenesulfonic acids, organoantimony compounds, X-ray diffraction analysis