

СОЛЬВАТ 4-НИТРОБЕНЗАЛЬДОКСИМАТА ТЕТРА(ПАРА-ТОЛИЛ)СУРЬМЫ С БЕНЗОЛОМ $p\text{-ToI}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2\text{-4})\cdot\text{PhH}$. СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ

Е.К. Гришанина

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Взаимодействием эквимольных количеств пента(*пара*-толил)сурьмы и 4-нитробензальдоксима в бензоле получен и структурно охарактеризован сольват $p\text{-ToI}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2\text{-4})\cdot\text{PhH}$ (**1**). По данным рентгеноструктурного анализа, проведенного при 293 К на автоматическом четырехкружном дифрактометре D8 Quest Bruker (двухкоординатный CCD – детектор, Mo K_α -излучение, $\lambda = 0,71073$ Å, графитовый монохроматор) кристалла **1** [$\text{C}_{41}\text{H}_{39}\text{N}_2\text{O}_3\text{Sb}$, M 729,49; сингония моноклинная $P2_1/n$, группа симметрии $P2_1/n$; параметры ячейки: $a = 10,332(4)$, $b = 34,482(16)$, $c = 10,631(6)$ Å; $\beta = 100,172(13)$ град.; $V = 3728(3)$ Å³; размер кристалла $0,5 \times 0,45 \times 0,26$ мм; интервалы индексов отражений $-14 \leq h \leq 13$, $-49 \leq k \leq 49$, $-15 \leq l \leq 15$; всего отражений 116265; независимых отражений 11360; R_{int} 0,0479; $GOOF$ 1,250; $R_1 = 0,0585$, $wR_2 = 0,1089$; остаточная электронная плотность $1,14/-2,74$ е/Å³], атомы сурьмы имеют искаженную тригонально-бипирамидальную координацию с атомами углерода и кислорода в аксиальных положениях (угол CSbO $175,63(11)^\circ$). Расстояние Sb–O составляет $2,151(2)$ Å, длины связей Sb–C изменяются в узком интервале значений ($2,115(4)$ – $2,193(3)$ Å). Структурная организация в кристалле **1** обусловлена слабыми межмолекулярными контактами типа $\text{O}\cdots\text{H}$ $2,47$ – $2,68$ Å. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов для структуры **1** депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 2126491; deposit@ccdc.cam.ac.uk; <https://www.ccdc.cam.ac.uk>).

Ключевые слова: 4-нитробензальдоксим, пента(*пара*-толил)сурьма, сольват, бензол, 4-нитробензальдоксимат тетра(*пара*-толил)сурьмы, синтез, строение, рентгеноструктурный анализ.

Введение

К настоящему времени достаточно хорошо изучены методы синтеза арильных производных сурьмы общей формулы Ph_4SbX , среди которых следует выделить их эффективное получение из пентаарилсурьмы и кислоты HX [1]. Так, описаны реакции пентафенилсурьмы с сульфоновыми кислотами [2–4], фенолами [5, 6], карбоновыми кислотами [7–10], β -дикетонами [11, 12], оксимами [13, 14]. Пентафенилсурьма может реагировать с двумя молями кислоты с образованием соответствующих аддуктов $\text{Ph}_4\text{SbOC}(\text{O})\text{CH}_3\text{-CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OH}$ и $\text{Ph}_4\text{SbONO}_2\cdot\text{HNO}_3$ [15].

В то же время показано, что взаимодействие диоксима метиленидициклопентанона-2,2' с пентафенилсурьмой в жестких условиях (90°C , 5 ч) при мольном соотношении исходных реагентов 1:2 соответственно приводит к образованию макроциклического сурьмаорганического соединения – *бис*- μ -[(метиленидициклопентанон-2,2'-диоксимато)трифенилсурьмы], в молекулах которого симметричные диоксимные радикалы чередуются со структурными блоками трифенилсурьмы [16].

Отметим также, что при взаимодействии оксима ацетофенона с пента(*пара*-толил)сурьмой и оксима циклогексанона с пентафенилсурьмой (1:1 моль.) при нагревании реакционной смеси в течение часа на водяной бане образовывался *бис*(ацетофеноноксимат) три(*пара*-толил)сурьмы (выход 89 %) и *бис*(циклогексаноноксимат) трифенилсурьмы (выход 66 %). Если же реакцию проводили при комнатной температуре, то выделяли соответственно бензофеноноксимат тетра(*пара*-толил)сурьмы (выход 93 %) и циклогексаноноксимат тетрафенилсурьмы (выход 70 %) [17].

В продолжение исследования реакционной способности пента(*пара*-толил)сурьмы с кислотами изучено ее взаимодействие с 4-нитробензальдоксимом в бензоле.

Экспериментальная часть

Синтез 4-нитробензальдоксимата тетра(*пара*-толил)сурьмы (1**).** Смесь 0,15 г (0,26 ммоль) пента(*пара*-толил)сурьмы и 0,043 г (0,26 ммоль) 4-нитробензальдоксима в 15 мл бензола нагрева-

ли до образования гомогенного раствора, цвет которого изменялся со временем на лимонно-желтый, добавляли 2 мл октана и медленно концентрировали до объема 3 мл (24 ч) при комнатной температуре. Получили 0,15 г (79 %) бледно-желтых кристаллов **1** с т. разл. 115 °С.

Найдено: С 67,31; Н 5,41. $\text{C}_{41}\text{H}_{39}\text{N}_2\text{O}_3\text{Sb}$. Вычислено: С 67,44; Н 5,35.

ИК-спектр, (ν , cm^{-1}): 3067, 3032, 2918, 2864, 1593, 1556, 1506, 1491, 1477, 1391, 1339, 1331, 1312, 1260, 1211, 1188, 1169, 1109, 1059, 984, 920, 885, 841, 795, 752, 694, 679, 635, 582, 569, 548, 536, 486.

Элементный анализ на С и Н выполнен на элементном анализаторе Carlo Erba CHNS-O EA 1108.

Температура плавления измерена на приборе SMP 30 Melting Point.

ИК-спектр записывали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S в таблетке KBr в области 4000–400 cm^{-1} .

Рентгеноструктурный анализ (РСА) кристалла **1** проведен на автоматическом четырехкружном дифрактометре D8 QUEST фирмы Bruker (Mo K_α -излучение, $\lambda = 0,71073 \text{ \AA}$, графитовый монохроматор). Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проведены с помощью программ SMART и SAINT-Plus [18]. Все расчеты по определению и уточнению структур выполнены с помощью программ SHELXL/PC [19] OLEX2 [20]. Структуры определены прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Положение атомов водорода уточняли по модели наездника ($U_{\text{изо}}(\text{H}) = 1,2U_{\text{эвк}}(\text{C})$). Кристаллографические данные и результаты уточнения структур приведены в табл. 1, геометрические характеристики координационного полиэдра атома сурьмы – в табл. 2.

Таблица 1

Кристаллографические данные, параметры эксперимента и уточнения структуры 1

Параметр	Соединение 1
Формула	$\text{C}_{41}\text{H}_{39}\text{N}_2\text{O}_3\text{Sb}$
M	729,49
T , К	293
Сингония	Моноклинная
Пр. группа	$P2_1/n$
a , Å	10,332(4)
b , Å	34,482(16)
c , Å	10,631(4)
α , °	90,00
β , °	100,172(13)
γ , °	90,00
V , Å^3	3728(3)
Z	4
ρ (выч.), г/см^3	1,300
μ , мм^{-1}	0,778
$F(000)$	1496,0
Размер кристалла, мм	$0,5 \times 0,45 \times 0,26$
Область сбора данных по 2θ , град.	6,12–61,36
Интервалы индексов отражений	$-14 \leq h \leq 13, -49 \leq k \leq 49, -15 \leq l \leq 15$
Измерено отражений	116265
Независимых отражений	11360
R_{int}	0,0479
Переменных уточнения	428
GOOF	1,250
R -факторы по $F^2 > 2\sigma(F^2)$	$R_1 = 0,0585, wR_2 = 0,1089$
R -факторы по всем отражениям	$R_1 = 0,0751, wR_2 = 0,1134$
Остаточная электронная плотность (min/max), e/Å^3	1,14/–2,74

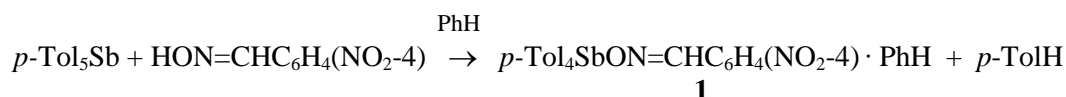
Длины связей и валентные углы в соединении 1

Связь	$d, \text{Å}$	Угол	$\omega, \text{град.}$
Sb(1)–O(1)	2,151(2)	O(1)Sb(1)C(31)	175,63(11)
Sb(1)–C(21)	2,122(4)	C(21)Sb(1)O(1)	88,50(12)
Sb(1)–C(31)	2,193(3)	C(21)Sb(1)C(31)	92,84(13)
Sb(1)–C(11)	2,126(4)	C(21)Sb(1)C(11)	121,85(14)
Sb(1)–C(1)	2,115(4)	C(11)Sb(1)O(1)	82,12(12)
N(1)–O(1)	1,364(4)	C(11)Sb(1)C(31)	93,65(14)
N(1)–C(47)	1,275(4)	C(1)Sb(1)C(21)	118,62(14)
O(2)–N(2)	1,216(5)	C(1)Sb(1)C(11)	118,29(14)
N(2)–O(3)	1,218(5)	N(1)O(1)Sb(1)	108,08(19)

Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 2126491; deposit@ccdc.cam.ac.uk; <http://www.ccdc.cam.ac.uk>).

Обсуждение результатов

Найдено, что продуктом реакции пента(*para*-толил)сурьмы с 4-нитробензальдоксимом в бензоле является сольват 4-нитробензальдоксимата тетра(*para*-толил)сурьмы с бензолом:



Светло-желтые прозрачные кристаллы **1** выделялись из реакционной смеси в течение 24 ч. Кристаллы **1** устойчивы к действию влаги и кислорода воздуха, растворимы в ацетоне, ароматических углеводородах, хлороформе и диоксане.

По данным РСА, в **1** атомы сурьмы имеют искаженную тригонально-бипирамидальную координацию с атомами углерода и кислорода в аксиальных положениях (см. рисунок), угол O(1)Sb(1)C(31) составляет $175,63(11)^\circ$, что попадает в интервал значений аксиальных углов в соединениях типа $\text{Ar}_4\text{SbONCRR}'$ ($171,31\text{--}178,8^\circ$ [21]). Значения углов между аксиальными и экваториальными связями C(1)Sb(1)O(1), C(11)Sb(1)O(1), C(21)Sb(1)O(1) ($88,34(12)$, $82,12(12)$, $88,50(12)^\circ$) меньше 90° , в то время как углы C(1)Sb(1)C(31), C(11)Sb(1)C(31), C(21)Sb(1)C(31) ($94,65(13)$, $93,65(14)$, $92,84(13)^\circ$) превышают это значение, что является следствием выхода атома сурьмы из экваториальной плоскости на $0,1374 \text{ Å}$ в сторону аксиального атома углерода. Углы в экваториальной плоскости C(1)Sb(1)C(11), C(1)Sb(1)C(21), C(11)Sb(1)C(21) равны $118,29(14)$; $118,62(14)$; $121,9(1)^\circ$.

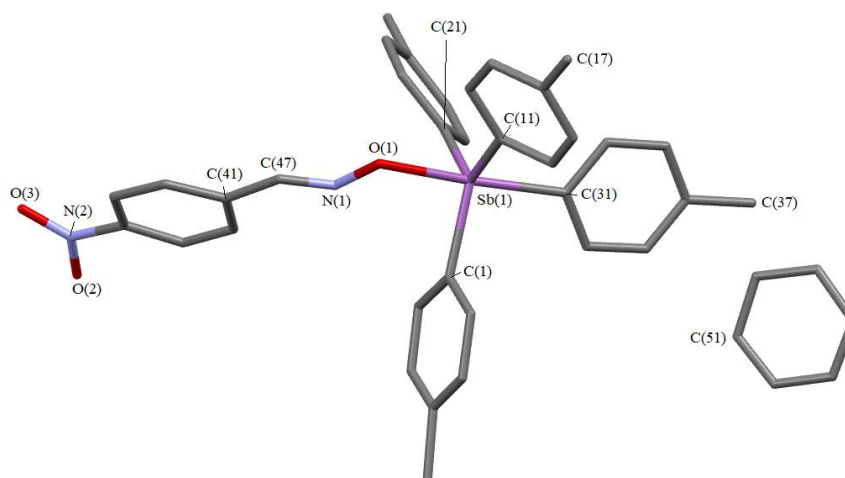


Рис. 1. Строение сольвата соединения **1** с бензолом

Экваториальные связи Sb(1)–C(1), Sb(1)–C(11), Sb(1)–C(21) (2,115(4), 2,126(4), 2,122(4) Å) короче аксиальной связи Sb(1)–C(31) (2,193(3) Å). Длина связи Sb(1)–O(1) (2,151(2) Å) несколько выше суммы ковалентных радиусов указанных атомов (2,14 Å [22]).

Расстояние N(1)–C(47) в оксиматной группе составляет 1,375(5) Å, что сравнимо с аналогичными расстояниями, наблюдаемыми в других оксиматах тетраарилсурьмы [23], длина связи N(1)–O(1) равна 1,364(4) Å. Плоскость нитрогруппы не совпадает с плоскостью бензольного кольца, угол между соответствующими плоскостями равен 17,42°. Длины связей N(2)–O(2) и N(2)–O(3) (1,216(5) и 1,218(5) Å) соответствуют дробному порядку связи.

Структурная организация в кристалле **1** обусловлена слабыми межмолекулярными контактами типа O \cdots H (2,47–2,68 Å).

В ИК-спектре соединения **1** наблюдаются интенсивные полосы поглощения при 486 см⁻¹, отвечающих валентным колебаниям связей Sb–C. Полосы поглощения валентных колебаний метильных групп в арильных заместителях расположены при 2918 см⁻¹ (асимметричные колебания) и при 2864 см⁻¹ (симметричные колебания). Характерные полосы валентных колебаний углеродного скелета ароматических фрагментов имеют место при 1506, 1490, 1449 см⁻¹. Валентным колебаниям связей C_{Ar}–H отвечает полоса поглощения средней интенсивности при 3069 см⁻¹, внеплоскостным деформационным колебаниям этих же связей – полосы при 841, 795 и 752 см⁻¹, плоскостным деформационным колебаниям – полосы при 1059 и 1033 см⁻¹. В ИК-спектре присутствуют также полосы поглощения, характеризующие колебания связей в оксиматном лиганде: 1595 см⁻¹ (C=N), 1547 см⁻¹ (ν_{as} NO₂), 1338 см⁻¹ (ν_s NO₂), 952 см⁻¹ (N–O). Отметим, что в 4-нитробензальдоксиме соответствующие полосы поглощения находятся при 1605, 1537, 1350, 943 см⁻¹. ИК-спектр соединения **1** хорошо согласуется с литературными данными [24–26].

Выводы

Установлено, что взаимодействие эквимольных количеств пента(пара-толил)сурьмы с 4-нитробензальдоксимом в бензоле приводит к образованию сольвата 4-нитробензальдоксимата тетра(пара-толил)сурьмы с бензолом, в котором атом сурьмы имеет искаженную тригонально-бипирамидальную координацию с атомом кислорода в аксиальном положении.

Благодарность

Выражаю признательность профессору В.В. Шарутину за рентгеноструктурный анализ кристалла соединения **1** и помощь при работе над статьей.

Литература

1. Шарутин В.В., Поддельский А.И., Шарутина О.К. Синтез, реакции и строение арильных соединений пятивалентной сурьмы. Коорд. химия. 2020. Т. 46, № 10. С. 579–648. DOI: 10.31857/S0132344X20100011.
2. Сульфонаты тетра- и триарилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, Л.П. Панова и др. // Журн. общ. химии. 1997. Т. 67, № 9. С. 1531–1535.
3. Синтез и строение органосульфонов тетра- и трифенилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, А.П. Пакусина и др. // Коорд. химия. 2004. Т. 30, № 1. С. 15–24.
4. Синтез и строение сурьма- и висмуторганических производных 4-сульфофенола и 2,4-дисульфифенола / В.В. Шарутин, И.В. Егорова, А.П. Пакусина и др. // Коорд. химия. 2007. Т. 33, № 3. С. 176–183.
5. Реакции пентаарилсурьмы с орто-замещенными фенолами / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, П.Е. Осипов и др. // Журн. общ. химии. 1997. Т. 67, № 9. С. 1528–1530.
6. Арокситетраарильные соединения сурьмы. Синтез, строение и термическое разложение / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, П.Е. Осипов и др. // Журн. общ. химии. 2000. Т. 70, № 6. С. 931–936.
7. Синтез и термическое разложение производных ацилокситетрафенилсурьмы / О.К. Шарутина, В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин и др. // Изв. РАН. Сер. хим. 1996. Vol. 45, № 1. С. 186–190. DOI: 10.1007/bf01433760.
8. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Pakusina A.P., Belsky V.K. Reactions of Pentaphenylantimony with Dicarboxylic Acids. J. Organometal. Chem. 1997. Vol. 536, no. 1. P. 87–92.

9. Синтез и строение кислого фталата тетрафенилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, И.Г. Мельникова и др. // Изв. АН. Сер. хим. 1996. № 8. С. 2082–2085.
10. Синтез и строение пентафторбензоата тетрафенилсурьмы и нитрата тетра-*n*-толилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, Е.А. Бондарь и др. // Коорд. химия. 2001. Т. 27, № 6. С. 423–427.
11. Синтез β-дикетонатов тетраарилсурьмы из пентаарилсурьмы и β-дикетонов / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, О.П. Задачаина и др. // Журн. общ. химии. 2000. Т. 70, № 5. С. 746–747.
12. Синтез и строение хлорацетилацетоната тетрафенилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, О.П. Задачаина и др. // Журн. общ. химии. 2000. Т. 70, № 10. С. 1672–1674.
13. Синтез и строение оксиматов тетра- и триарилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, О.В. Молокова и др. // Журн. общ. химии. 2001. Т. 71, № 8. С. 1317–1321.
14. Синтез и строение оксиматов тетрафенилсурьмы / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, О.В. Молокова и др. // Журн. общ. химии. 2000. Т. 70, № 12. С. 1990–1996.
15. Синтез и строение аддуктов нитрата тетрафенилсурьмы с азотной кислотой и ацетата тетрафенилсурьмы с уксусной кислотой / В.В. Шарутин, В.С. Сенчурин, О.К. Шарутина, Л.П. Панова // Журн. неорган. химии. 2008. Т. 53, № 7. С. 1194–1198.
16. Синтез и строение бис-μ-[(метилендициклопентанон-2,2'-диоксимато)трифенилсурьмы] / В.В. Шарутин, О.В. Молокова, О.К. Шарутина, Е.А. Алябьева, Ю.А. Кухарев и др. // Коорд. химия. 2005. Т. 31, № 3. С. 172–176.
17. Синтез и строение диоксиматов триарилсурьмы / В.В. Шарутин, О.В. Молокова, О.К. Шарутина и др. // Журн. общ. химии. 2004. Т. 74, № 10. С. 1600–1607.
18. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
19. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
20. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., & Puschmann H. OLEX2: Complete Structure Solution, Refinement and Analysis Program // J. Appl. Cryst. 2009. Vol. 42. P. 339–341. DOI: 10.1107/S0021889808042726.
21. Шарутина О.К., Шарутин В.В. Молекулярные структуры органических соединений сурьмы (V): монография. Издательский центр ЮУрГУ; Челябинск. 2012. 395 с.
22. Covalent Radii Revisited / B. Cordero, V. Gomez, A.E. Platero-Prats et al. // Dalton Trans. 2008. P. 2832. DOI: 10.1039/B801115J
23. The Cambridge Crystallographic Database. Release. 2021. Cambridge. <http://www.ccdc.cam.ac.uk>.
24. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений: справочные материалы. М.: МГУ; Москва, 2012. 54 с.
25. Васильев, А.В., Гриненко, Е.В., Щукин А.О. Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений: учебное пособие. СПб.: СПбГЛТА, 2007. 54 с.
26. Spectral Database for Organic Compounds, SDBS. Release 2021. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

Гришанина Елизавета Константиновна – бакалавр кафедры теоретической и прикладной химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: eleiza_20@mail.ru

Поступила в редакцию 12 марта 2022 г.

TETRA(PARA-TOLYL)ANTIMONY 4-NITROBENZALDOXIMATE SOLVATE WITH BENZENE $p\text{-Tol}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2\text{-4})\cdot\text{PhH}$. SYNTHESIS AND STRUCTURE

E.K. Grishanina, eleiza_20@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The $p\text{-Tol}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2\text{-4})\cdot\text{PhH}$ solvate (**1**) has been synthesized by interaction of equimolar amounts of penta(para-tolyl)antimony and 4-nitrobenzaldoxime in benzene, they it has been structurally characterized. according to X-ray diffraction analysis performed at 293 K on an automatic four-circle diffractometer D8 Quest Bruker (two-coordinate CCD detector, Mo K_α radiation, $\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$, graphite monochromator), crystals **1** [$\text{C}_{41}\text{H}_{39}\text{N}_2\text{O}_3\text{Sb}$, M 729.85; monoclinic system, space group $P2_1/n$; cell parameters: $a = 10.332(4)$, $b = 34.482(16)$, $c = 10.631(6) \text{ \AA}$; $\beta = 100.172(13) \text{ град.}$; $V = 3728(3) \text{ \AA}^3$; crystal size $0.5 \times 0.45 \times 0.26 \text{ mm}$; index ranges $-14 \leq h \leq 13$, $-49 \leq k \leq 49$, $-15 \leq l \leq 15$; total reflections 116265; independent reflections 11360; R_{int} 0.0479; $GOOF$ 1.250; $R_1 = 0.0585$, $wR_2 = 0.1089$; residual electron density $1.14/-2.74 \text{ e/\AA}^3$], have a distorted trigonal-bipyramidal coordination with the carbon and oxygen atoms in axial positions (axial angles are $175.63(11)^\circ$). The Sb–O distances are $2.151(2) \text{ \AA}$, the Sb–C bond lengths vary within a narrow range of values ($2.115(4)$ – $2.193(3) \text{ \AA}$). Structural organization in crystals is due to weak intermolecular contacts of the $\text{O}\cdots\text{H}$ type 2.47 – 2.68 \AA . Complete tables of atomic coordinates, bond lengths, and bond angles for the structures are deposited at the Cambridge Crystallographic Data Center (No. 2126491; deposit@ccdc.cam.ac.uk; <https://www.ccdc.cam.ac.uk>).

Keywords: 4-nitrobenzaldoximes, penta(para-tolyl)antimony, solvate, benzene, tetra(para-tolyl)antimony 4-nitrobenzaldoximates, synthesis, structure, X-ray diffraction analysis.

References

1. Sharutin V.V. Aryl Compounds of Pentavalent Antimony: Syntheses, Reactions, and Structures. *Russ. J. Coord. Chem.* 2020;46(10):663–728. DOI: 10.1134/S1070328420100012.
2. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Panova L.P. and Bel'skij V.K. [Sulfonates of Tetra- and Triarylantimony]. *Russ. J. Gen. Chem.* 1997;67(9):1531–1535. (In Russ).
3. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Pacusina A.P., Platonov T.P., Gerasimenko A.V., Bukvetskii B.V., Pushilin M.A. [Synthesis and Structure of Organosulfonate Tetra and Triphenylantimony]. *Russ. J. Coord. Chem.* 2004;30(1):15–24. (In Russ).
4. Sharutin V.V., Egorova I.V., Pakusina A.P., Sharutina O.K., Pushilin M.A. Synthesis and Structure of Organoantimony and Organo-bismuth Derivatives of 4-Sulfophenol and 2,4-Disulfophenol. *Russ. J. Coord. Chem.* 2007;33(3):176–183.
5. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Osipov P.E., Pushilin M.A., Muslin D.V., Lyapina N.S., Zhidkov V.V., Bel'skij V.K. [Reactions of Pentaarylantimony with Ortho-Substituted Phenols]. *Russ. J. Gen. Chem.* 1997;67(9):1528–1530. (In Russ).
6. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Osipov P.E., Vorob'eva E.B., Muslin D.V., Bel'skij V.K. Aroxytetraaryl Antimony Compounds. Synthesis, Structure, and Thermolysis. *Russ. J. Gen. Chem.* 2000;70(6):931–936.
7. Sharutina O.K., Senchurin V.A., Sharutin V.V., Fukin G.K., Zakharov L.N., Yanovsky A.I., Struchkov Y.T. Synthesis and Thermal Decomposition of Derivatives of Acyloxytetraphenylantimony. *Russ. Chem. Bull.* 1996;45(1):186–190. DOI: 10.1007/bf01433760.
8. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Pakusina A.P., Bel'skij V.K. Reactions of Pentaphenylantimony with Dicarboxylic Acids. *Russ. J. Organometal. Chem.* 1997;536(1):87–92. DOI: 10.1016/s0022-328x(96)06463-7.
9. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Mel'nikova L.G., Fukin G.K., Zakharov L.N., Yanovsky A.I., Struchkov Y.T. Synthesis and Structure of Tetraphenylantimony Hydrogen Phthalate. *Russ. Chem. Bull.* 1996;8:2082–2085. DOI: 10.1007/bf01457791.

10. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Bondar E.A., Pakusina A.P., Adonin N.Y., Starichenko V.F., Fukin G.K., Zakharov L.N. Tetraphenylantimony Pentafluorobenzoate and Tetra-*p*-Tolylantimony Nitrate: Syntheses and Structures. *Russ. J. Coord. Chem.* 2001;27(6):423–427. DOI: 10.1023/a:1011335724711.
11. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Zadachina O.P., Senchurin B.C., Gukhman E.V., Reutov V.A., Shapkin N.P. [Synthesis and Structure β -Diketonates from Tetraarylantimony Pentaarylantimony and β -Diketonates]. *Russ. J. Gen. Chem.* 2000;70(5):746–747. (In Russ).
12. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Zadachina O.P., Zakharova A.N., Reutov V.A., Shapkin N.P., Bel'skij V.K. [Synthesis and Structure Chloroacetylacetate Tetraphenylantimony]. *Russ. J. Gen. Chem.* 2000;70(10):1672–1674. (In Russ).
13. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Molokova O.V., E. N. Ettenko, D. B. Krivolapov, A. T. Gubaidullin, and I. A. Litvinov. Synthesis and Structure of Oximates Tetra- and Triarylantimony. *Russ. J. Gen. Chem.* 2001;71(8):1317–1321. DOI: 10.1023/A:1013220911661.
14. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Molokova O.V., Rokhmanenko S.I., Troinina T.G., Krivolapov D.B., Gubaidullin A.T., Litvinov I.A. [Synthesis and Structure of Oximates Tetraphenylantimony]. *Russ. J. Gen. Chem.* 2000;70(12):1990–1996. (In Russ).
15. Sharutin V.V., Senchurin V.S., Sharutina O.K., Panova L.P. Synthesis and Structure of Adducts of Tetraphenylstibium Nitrate with Nitric Acid and of Tetraphenylstibium Acetate with Acetic Acid. *Russ. J. Neorg. Chem.* 2008;53(7):1194–1198.
16. Sharutin V.V., Sharutina O.K., Molokova O.V., Alyab'eva E.A. Synthesis and Structure of *Bis*- μ -[(methylenedicyclopentanone-2,2'-dioximato)triphenylantimony]. *Russ. J. Coord. Chem.* 2005;31(3):159–163. DOI: 10.1007/s11173-005-0068-4
17. Sharutin V.V., Molokova O.V., Sharutina O.K., Gerasimenko A.V., Pushilin M.A. [Synthesis and Structure of Triarylantimony Dioximates]. *Russ. J. Gen. Chem.* 2004;74(10):1600–1607. (In Russ).
18. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
19. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures from Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
20. Dolomanov O.V. OLEX2: Complete Structure Solution, Refinement and Analysis Program. *J. Appl. Cryst.* 2009;42:339–341. DOI: 10.1107/S0021889808042726.
21. Sharutina O.K., Sharutin V.V. *Molekulyarnyye struktury organicheskikh soedineniy sur'my (V)*. [The Molecular Structures of Organic Compounds of Antimony (V)]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2012. 395 p.
22. Cordero B., Gómez V., Platero-Prats A.E. et al. Covalent Radii Revisited. *Dalton Trans.* 2008;21:2832–2838. DOI: 10.1039/B801115J.
23. The Cambridge Crystallographic Database. Release. 2021. Cambridge. <http://www.ccdc.cam.ac.uk>.
24. Tarasevich B.N. *IK spektry osnovnykh klassov organicheskikh soedineniy* [IR Spectra of the Main Classes of Organic Compounds]. Moscow, MGU, 2012. 54 p.
25. Vasil'ev A.V., Grinenko E.V., Schukin A.O., Fedulina T.G. *Infrakrasnaya spektroskopiya organicheskikh i prirodnykh soedineniy* [Infrared Spectroscopy of Organic and Natural Compounds]. Saint Petersburg, SPbSFTU, 2007. 54 p.
26. Spectral Database for Organic Compounds, SDBS. Release 2021. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

Received 12 March 2022

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гришанина Е.К. Сольват 4-нитробензальдоксимата тетра(*para*-толил)сурьмы с бензолом *p*- $\text{ToI}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2-4)\cdot\text{PhH}$. Синтез и строение // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2022. Т. 14, № 3. С. 44–50. DOI: 10.14529/chem220305

FOR CITATION

Grishanina E.K. Tetra(*para*-tolyl)Antimony 4-nitrobenzaldoximate solvate with benzene *p*- $\text{ToI}_4\text{SbON}=\text{CHC}_6\text{H}_4(\text{NO}_2-4)\cdot\text{PhH}$. Synthesis and structure. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry.* 2022;14(3):44–50. (In Russ.). DOI: 10.14529/chem220305