

под экраном терригенных толщ силура. Первоочередными на поиски оруденения этого типа являются Большечуканское и Джуркан-Чагоянское рудные поля.

1. Бакулин Ю.И., Бурак В.А., Пересторонин А.Е. Карлинский тип оруденения (закономерности размещения, генезис, геологические основы прогнозирования и оценки). – Хабаровск: ДВИМС, 2001.
2. Громаковский И.Ю., Степанов В.А. Золотое оруденение в карбонатных толщах Октябрьского района Приамурья // Тихоокеанская геология. – 1999. – Т. 18, – № 1. – С. 84-89.
3. Красный Л.И., Вольский А.С., Пэн Юньбяо и др. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1:2500000. Объяснительная записка. – СПб.: Благовещенск; Харбин, 1999.
4. Мельников А.В. Закономерности размещения оруденения и золотоносных россыпей в Чагоянском рудном узле // Амурская наука

на пороге III тысячелетия. – Благовещенск: АмурКНИИ, 2000. – С. 13-15.

5. Мельников А.В. Этапы формирования оруденения в Чагоянском рудном узле Верхнего Приамурья // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов. – Благовещенск: АмурКНИИ; АО МО, 2002. – С. 67-68.
6. Мельников В.Д. Золоторудные гидротермальные формации. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984.
7. Рундквист Д.В. О принципах выделения и прогнозирования рудных формаций // Основы научного прогнозирования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. – Л.: ВСЕГЕИ, 1971. – С. 27-35.
8. Степанов В.А. Геология золота, серебра и ртути. – Ч. 2: Золото и ртуть Приамурской провинции. – Владивосток: Дальнаука, 2000.
9. Эйриш Л.В. К перспективам выявления на Дальнем Востоке месторождений карлинского типа // Тихоокеанская геология. – 1998. – Т. 17, № 4. – С. 72-79.

Т.А. Родина, С.А. Лескова

ПОЛИЯДЕРНЫЙ О,О'-ДИ-ЦИКЛО-ГЕКСИЛДИТИОФОСФАТ ТАЛЛИЯ(I): СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И MAS ЯМР (^{13}C , ^{31}P) СПЕКТРОСКОПИЯ

Crystalline polynuclear thallium(I) O,O'-di-cyclohexyldithiophosphate was synthesized. According to the X-ray diffraction data the complex includes two types of the nonequivalent binuclear molecules [Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂]. All Dtrp ligands show a terminal-μ₂-bridging mode of coordination.

В координационных соединениях с дитиореагентами таллий(I) характеризуется высокими координационными числами КЧ = 5-7, поэтому координационное насыщение комплексообразователя достигается за счет формирования полиядерных структур с различными типами организации. Основной структурной единицей в N,N-диалкилдитиокарбаматных комплексах являются биядерные молекулы типа [Tl₂(S₂CNR₂)₂], которые объединяются в полимерные цепи, а цепи, в свою очередь, формируют слои. Поэтому интерес представляют комплексы таллия(I) с другой группой S,S'-бидентатных дитиореагентов – с O,O'-диалкилдитиофосфат-ионами (Dtrp).

В настоящей работе получены и охарактеризованы по данным MAS ЯМР (^{13}C , ^{31}P) спектроскопии две кристаллические модификации полиядерного O,O'-ди-цикло-гексилдифосфатного комплекса таллия(I), [Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂] (Ia, Ib). Полиядерная структура Ib (типа цепочечных полимеров), включающая терминально-μ₂-мостиковые Dtrp группы, разрешена по данным PCA.

O,O'-ди-цикло-гексилдифосфат таллия(I), [Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂] (Ia) был получен взаимодействием водных растворов 0.40 г (0.0015 моль) TlNO₃ и 0.53 г (0.0016 моль) K₂S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂. Объемный белый осадок отделили фильтрованием, промывали небольшим количеством воды и высушивали на воздухе. Выход составил 89%. Игольчатые кристаллы катена-поли-[(μ₂-(O,O'-ди-цикло-гексилдифосфато-S,S,S,S')таллия(I)), [Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂]] (Ib) были получены перекристаллизацией Ia из ацетона.

Соединения Ia, Ib и исходный ди-цикло-гексилдифосфат калия охарактеризованы по данным MAS ЯМР ^{13}C спектроскопии:

[Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂] (Ia): (1:2:2:1) – 80.3, 72.9 (1:1, – OCH=), 35.2, 33.7, 31.5 (o-CH₂-), 26.6, 25.9 (m-CH₂-), 22.1 (p-CH₂-).

[Tl₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂] (Ib): (1:2:3) – 77.0, 76.5 (1:1, – OCH=), 36.4 (o-CH₂-), 26.6 (m-CH₂-), 27.6 (p-CH₂-).

K₂(S₂P(O-cyclo-C₆H₁₁)₂)₂: (1:2:3) – 79.9, 78.8, 78.1, 77.1 (1:1:1:1, – OCH=), 35.7, 35.2, 34.7, 33.9 (o-CH₂-), 26.2 (m-CH₂-).

Спектры MAS ЯМР ^{13}C , ^{31}P регистрировали на импульсном спектрометре «СМХ-360» с рабочими частотами

90.52 и 145.73 МГц соответственно, со сверхпроводящим магнитом - B₀ = 8.46 Тл и Фурье-преобразованием. При записи спектров использовали эффект кросс-поляризации с протонов, а для подавления диполь-дипольных взаимодействий ^{13}C - ^1H и ^{31}P - ^1H – эффект декаплинга протонов при использовании радиочастотного поля на резонансной частоте протонов. Образцы комплексов массой ~350 мг помещали в ротор из ZrO₂ диаметром 7.5 мм. При измерениях ЯМР $^{13}\text{C}/^{31}\text{P}$ вращение образцов под магическим углом проводили на частотах 2350-3150/2300-4500(1) Гц; число накоплений 2900-7900/128-1400. Изотропные хим.сдвиги ядер ^{13}C даны в миллионных долях (м.д.) относительно одной из компонент внешнего стандарта – кристаллического адмантана [1], а ядер ^{31}P – относительно 85% водного раствора H₃PO₄ [2]. Однородность магнитного поля контролировали по ширине референсной линии кристаллического адмантана: 2.6 Гц. Значения анизотропии хим.сдвига ^{31}P ($\delta_{\text{iso}} = \delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{xx}} - \delta_{\text{yy}}$) и параметра асимметрии тензора хим.сдвига ^{31}P ($\eta = (\delta_{\text{yy}} - \delta_{\text{xx}})/(\delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{iso}})$) были получены из диаграмм χ^2 -статистики [3]. Построение последних основывалось на количественном анализе соотношений интегральных интенсивностей «сайдбэндов» (посторонних от вращения) [4] в полных MAS ЯМР ^{31}P спектрах, записанных при двух частотах вращения образцов. Для расчетов использовалась программа «Mathematica» [5].

Рентгеновский эксперимент выполнен с монокристалла Ib призматической формы на дифрактометре «BRUKER SMART 1000 CCD» (MoK α -излучение, графитовый монохроматор) при комнатной температуре. Сбор данных проведен по стандартной методике в области полусферы, расстояние кристалл-детектор – 45 мм. Поглощение рентгеновских лучей в образце учтено по индексам граней монокристалла. Структура определена прямым методом и уточнена методом наименьших квадратов в анизотропном приближении неводородных атомов. Положения атомов водорода рассчитаны геометрически и включены в уточнение в модели «наездника».

В спектрах MAS ЯМР ^{13}C Ia и Ib присутствуют резонансные сигналы Dtrp лигандов: от менее экранированных положений углерода в составе -OCH= групп и более экранированных в o-CH₂-, m-CH₂- и p-CH₂- группах (рис. 1). Однако в спектральном отношении образцы Ia и Ib неидентичны.

Спектры MAS ЯМР ^{31}P комплекса, осажденного из водной фазы Ia (рис. 2а, а') и перекристаллизованного из ацетона Ib (рис. 2б, б'), несмотря на значительное подобие, различаются значениями хим.сдвигов изотропных резонансных сигналов ^{31}P (табл. 1), что подтверждает способность ди-цикло-гексилдифосфата таллия(I) к существованию в двух модификациях. По сравнению с исходным ди-цикло-гексилдифосфатом калия [6] для Ia и Ib наблюдается уменьшение значений $\delta(^{31}\text{P})$ и возрастание степени электронного экранирования ядер ^{31}P , что является следствием ковалентного связывания Dtrp групп. При этом меньшее значение изотропного хим.сдвига ^{31}P для Ia

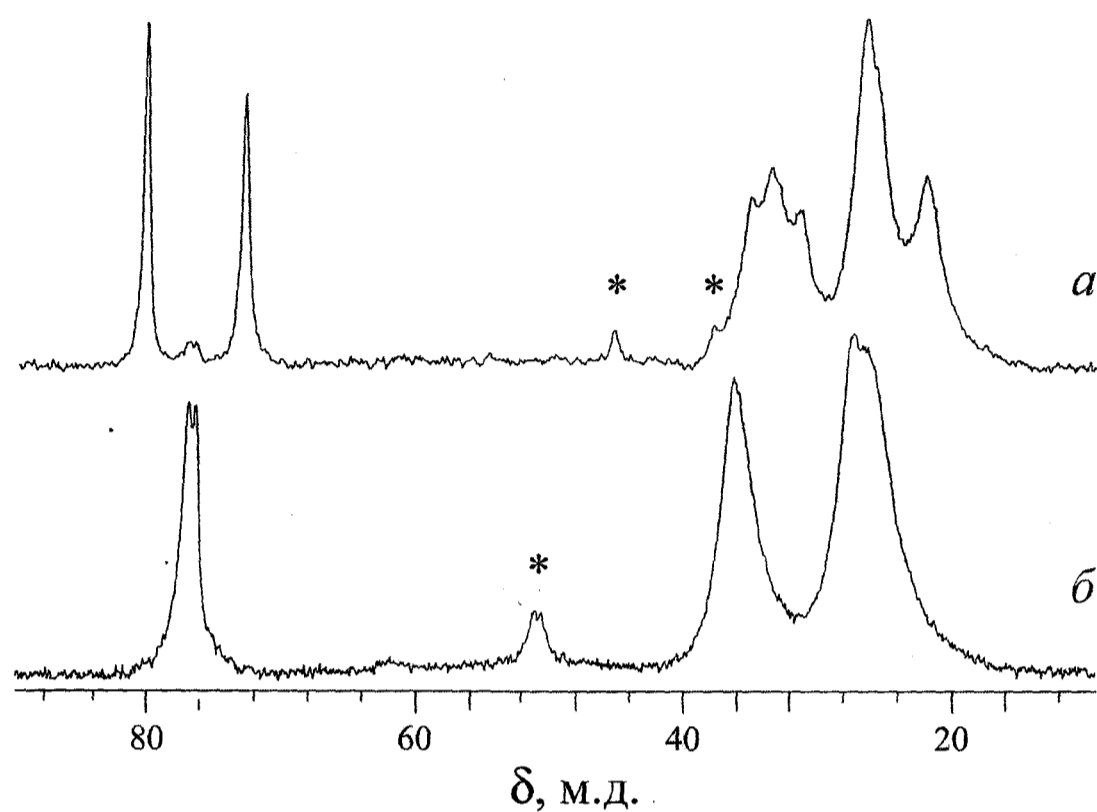


Рис. 1. Спектры ЯМР ^{13}C кристаллических модификаций $\text{O,O}'$ -дицикло-гексил-дитиофосфата галлия(I): Ia (a) и Ib (б). Звездочками помечены посторонние от вращения. Число накоплений/частота вращения образцов (Гц) составляли 2720/3200 и 7900/2350 соответственно.

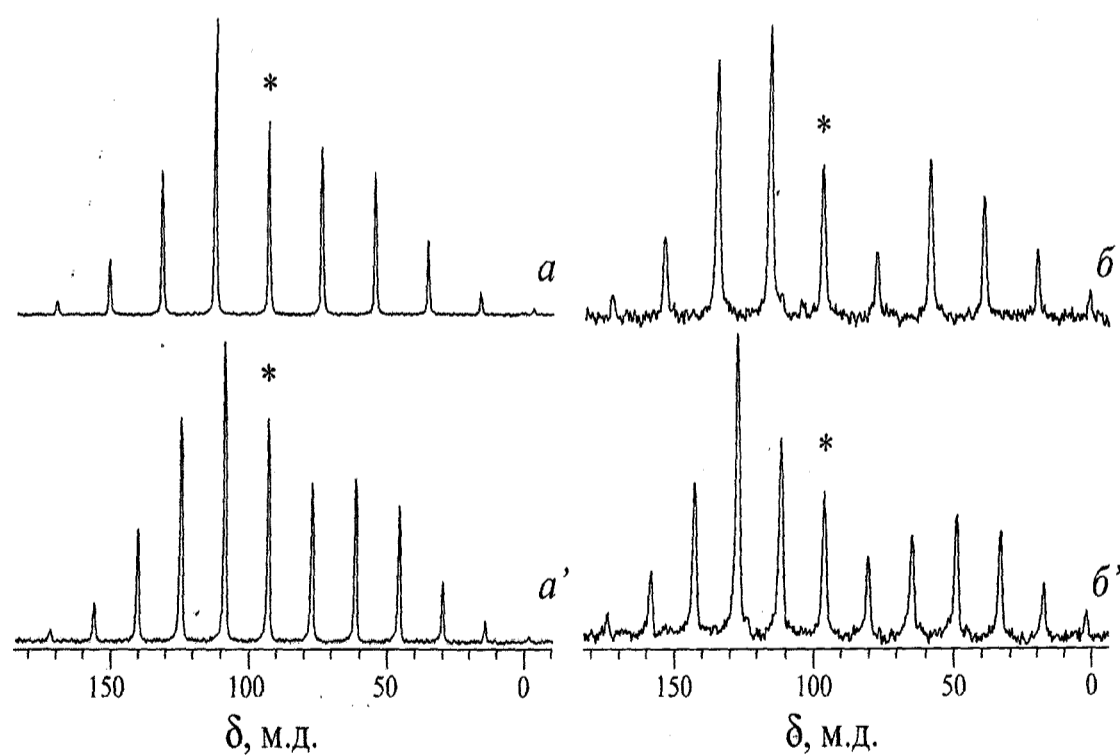


Рис. 2. Спектры MAS ЯМР ^{31}P двух модификаций $[\text{Ti}\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}]_n$: Ia (a, a') и Ib (б, б'). Звездочкой помечены резонансные сигналы в центре тяжести спектров. Число накоплений / частота вращения образцов (Гц): 32/2800 (a, б) и 32/2300 (a', б').

Таблица 1

Параметры ЯМР ^{31}P кристаллических O,O'-ди-цикло-гексилдитиофосфатов

Соединение	^{31}P		
	δ_{iso} , м.д.	δ_{aniso}^* , м.д.	η^*
Ia. $[\text{Ti}\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}]_n$	93.5	-71.5 ± 0.3	0.69 ± 0.01
Ib. $[\text{Ti}\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}]_n$	96.7	-94.7 ± 0.8	0.35 ± 0.02
K $\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}$ [20]	109.3	-110.6 ± 1.5	0.14 ± 0.10
	105.0 (1:1)	-109.1 ± 1.7	0.21 ± 0.06
[Pb $\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}_2$] [7]	99.6	-59.0 ± 1.1	0.83 ± 0.05
	95.6 (1:1)	-64.4 ± 1.2	0.88 ± 0.04

$$* \delta_{\text{aniso}} = \delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{iso}}; \eta = (\delta_{\text{yy}} - \delta_{\text{xx}}) / (\delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{iso}}).$$

($\delta = 93.5$ м.д.), в сравнении с Ib ($\delta = 96.7$ м.д.) свидетельствует о более высокой прочности связывания Dtrh групп в составе первого.

Форма полных MAS ЯМР ^{31}P спектров для Ia и Ib отражает тензоры хим. сдвига ^{31}P Dtrh групп промежуточные между ромбическими и аксиально-симметричными. Однако для Ia преобладает вклад ромбической составляющей, тогда как в случае Ib тензор близок к аксиально-симметричному (для случая $\delta_{\text{zz}} < \delta_{\text{yy}} \approx \delta_{\text{xx}}$). Одинаковая направленность MAS спектров, соответствующая отрицательному знаку δ_{aniso} ($\delta_{\text{zz}} < \delta_{\text{yy}} < \delta_{\text{xx}}$), отражает одинаковый, мостиковый или терминально-мостиковый, способ их координации. Для количественной характеристики структурных состояний Dtrh групп в составе Ia и Ib было выполнено построение диаграмм χ^2 -статистики (рис. 3) как функции параметров анизотропии тензора хим. сдвига ^{31}P : анизотропии хим. сдвига $-\delta_{\text{aniso}} = (\delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{iso}})$ и параметра асимметрии $-\eta = (\delta_{\text{yy}} - \delta_{\text{xx}}) / (\delta_{\text{zz}} - \delta_{\text{iso}})$. (Значение $\eta = 0$ отвечает аксиально-симметричному тензору хим. сдвига, а возрастание η в диапазоне 0-1 указывает на возрастании вклада ромбической компоненты).

В обоих случаях значения δ_{aniso} имеют отрицательный знак (табл. 1). Известно [6], что знак δ_{aniso} зависит от величины угла SPS, при этом в области отрицательных значений δ_{aniso} меньшему углу SPS соответствует большее значение $-\delta_{\text{aniso}}$ (т.е. меньшее абсолютное значение, $|\delta_{\text{aniso}}|$). В сравнении с ранее охарактеризованным комплексом свинца(II) состава [Pb $\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}_2$], в котором

δ_{aniso} Dtrh групп принимают значения -59.0 и -64.4 м.д. (табл. 1), а величины соответствующих углов SPS составляют 114.14 и 114.35° [7], для обсуждаемых комплексов таллия(I) ожидаются существенно большие значения углов SPS, так как абсолютные значения $|\delta_{\text{aniso}}| = 71.5$ (Ia) и 94.7 м.д. (Ib).

Для проверки выводов, сделанных по данным MAS ЯМР ^{31}P , молекулярная и кристаллическая структура Ib была разрешена по данным РСА.

Элементарная ячейка кристаллического O,O'-ди-цикло-гексилдитиофосфата таллия(I) включает восемь формульных единиц (рис. 4).

Основной структурной единицей комплекса являются нецентросимметричные биядерные молекулы $[\text{Ti}_2\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}_2]$, две из которых структурно-неэквивалентны по отношению к двум другим: далее молекулы 'A', включающие атомы Ti(1) и Ti(2), и 'B' - с атомами Ti(3) и Ti(4) (рис. 5). В обсуждаемых димерах каждый из атомов таллия S,S'-бидентатно координирует одну из дитиофосфатных групп (с образованием четырехчленных металлоциклов $[\text{TiS}_2\text{P}]$) и дополнительно один из атомов серы соседней Dtrh группы (КЧ = 3) (рис. 5). Одна из связей Ti-S в четырехчленном металлоцикле в среднем на 0.2 \AA короче другой, что отражает анизобидентатный характер координации Dtrh групп. Дополнительная связь Ti-S, образованная при участии мостикового атома серы, по прочности значительно превосходит одну из связей в металлоцикле и несколько уступает другой.

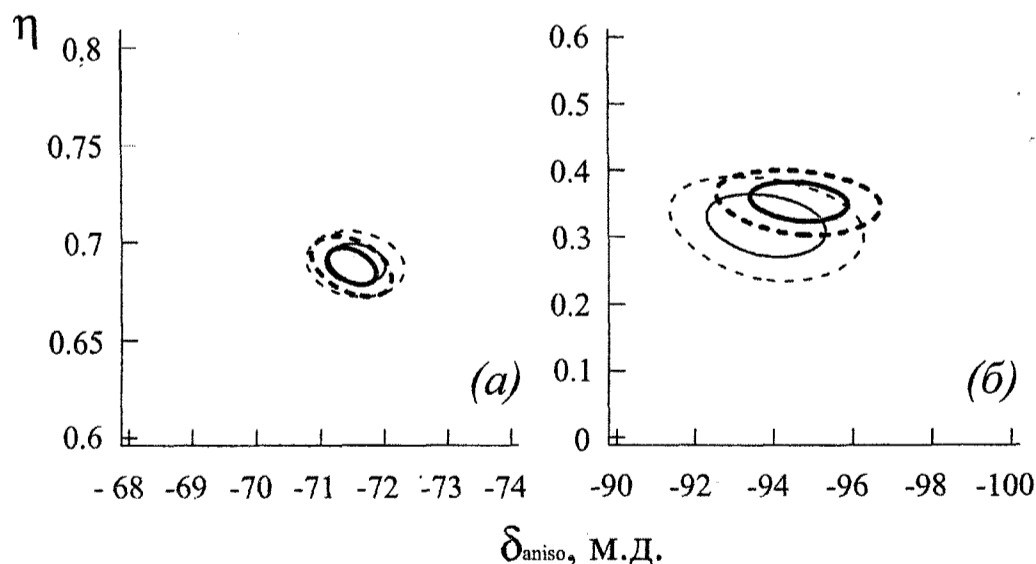


Рис. 3. Диаграммы χ^2 -статистики двух модификаций $[\text{Ti}\{\text{S}_2\text{P}(\text{O-cyclo-C}_6\text{H}_{11})_2\}]_n$: Ia (a) и Ib (б). Частоты вращения образцов: 2800 и 2300 Гц (тонкие и жирные линии, соответственно). Сплошными линиями очерчены области значений δ_{aniso} и η при доверительной вероятности 68.3%, пунктирными – при 95.4%.

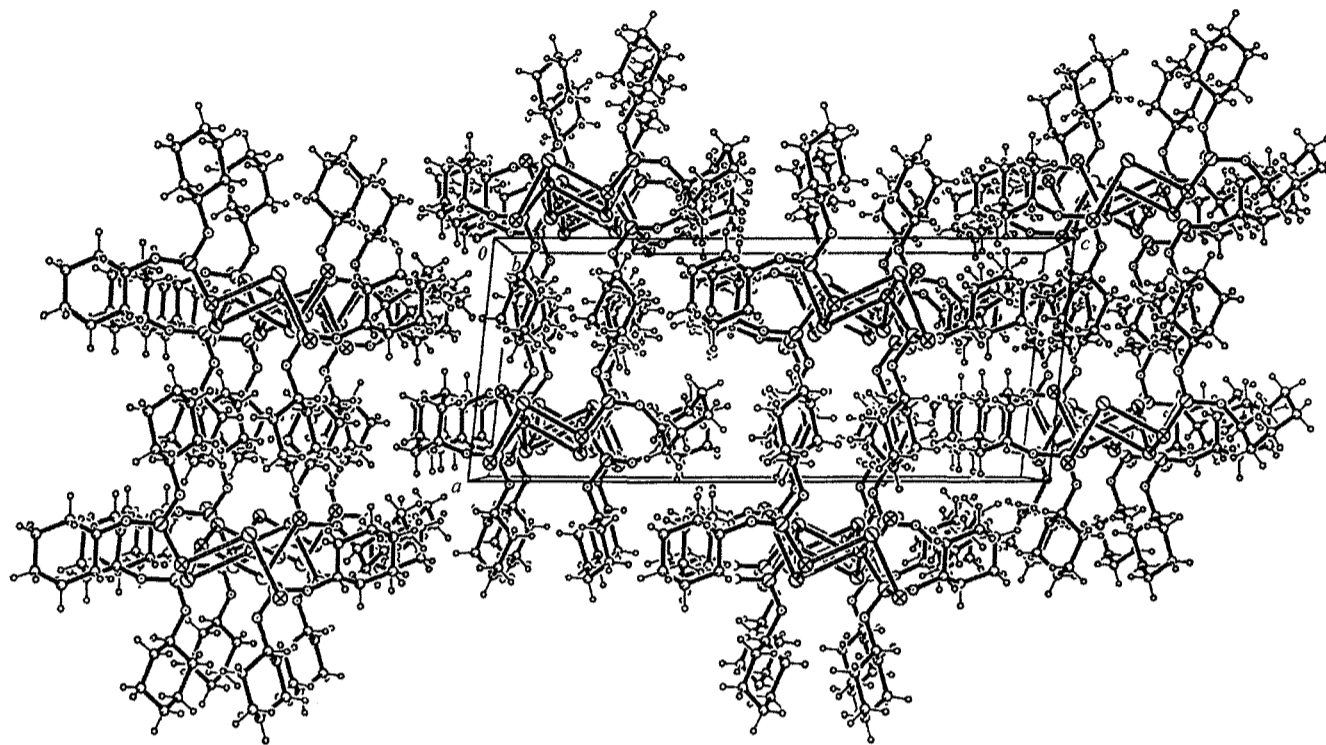


Рис. 4. Упаковка структурных единиц в кристалле Ib (проекция на плоскость ac).

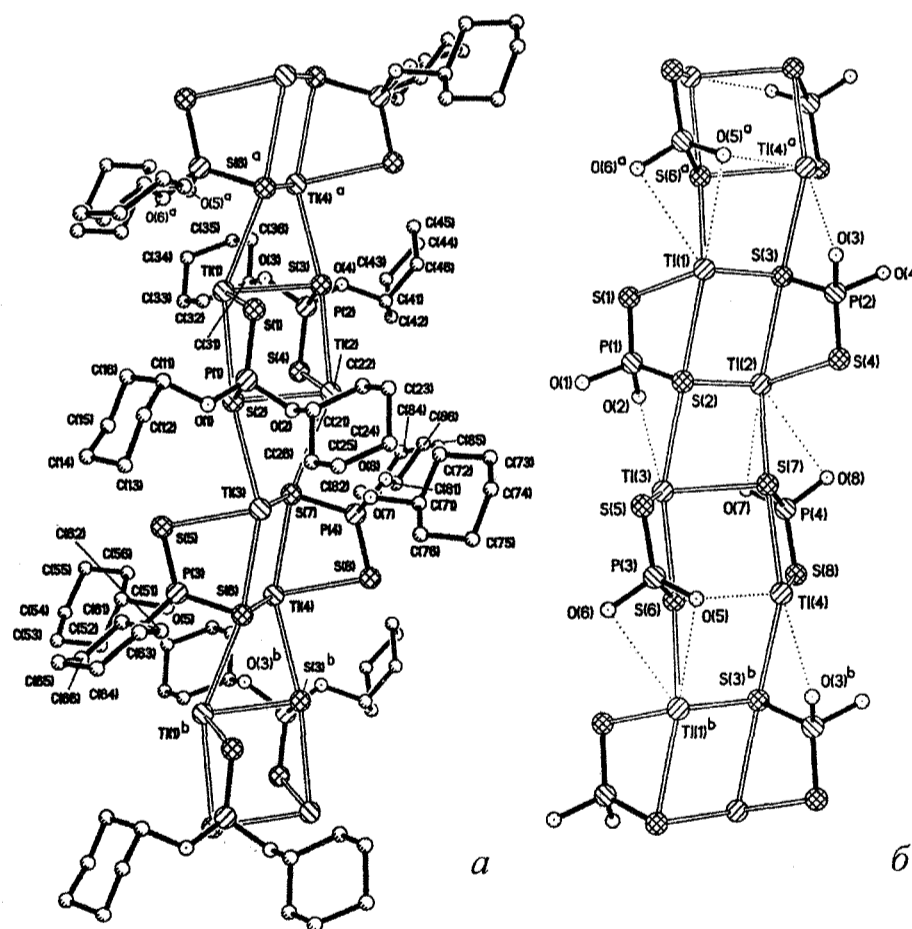


Рис. 5. Проекция фрагмента полимерной цепочечной структуры Ib (a и b). На проекции b алкильные группы для ясности опущены.

Геометрия металлоциклов $[TiS_2P]$ в биядерных молекулах 'B' близка к плоскостной, так как значения торсионных углов TISSP и STIPS не сильно отличаются от 180°

(табл. 2). Напротив, атомы группировок $[TiS_2P]$ в димере 'A' обнаруживают тетраэдрическое отклонение от плоскости: значения обсуждаемых торсионных углов лежат в диапазоне $171.14-172.91^\circ$ (табл. 2).

Таблица 2

Основные длины связей d , валентные ω и торсионные ϕ углы в комплексе
Ib

Димер 'A'		Димер 'B'	
Связь	$d, \text{Å}$	Связь	$d, \text{Å}$
Ti(1)-S(1)	3.011(3)	Ti(3)-S(5)	2.983(3)
Ti(1)-S(2)	3.195(2)	Ti(3)-S(6)	3.193(2)
Ti(1)-S(3)	3.052(3)	Ti(3)-S(7)	3.003(3)
Ti(1)-S(6) ^a	3.255(2)	Ti(3)-S(2)	3.237(2)
Ti(2)-S(3)	3.192(3)	Ti(4)-S(7)	3.173(3)
Ti(2)-S(4)	2.965(3)	Ti(4)-S(8)	3.013(3)
Ti(2)-S(2)	3.042(2)	Ti(4)-S(6)	3.033(2)
Ti(2)-S(7)	3.266(3)	Ti(4)-S(3) ^b	3.244(3)
S(1)-P(1)	1.958(4)	S(5)-P(3)	1.960(3)
S(2)-P(1)	1.990(3)	S(6)-P(3)	1.987(3)
S(3)-P(2)	1.985(4)	S(7)-P(4)	1.988(3)
S(4)-P(2)	1.942(4)	S(8)-P(4)	1.942(3)
Угол	$\omega, \text{град.}$	Угол	$\omega, \text{град.}$
S(1)Ti(1)S(2)	65.74(7)	S(5)Ti(3)S(6)	66.29(6)
S(1)Ti(1)S(3)	94.15(8)	S(5)Ti(3)S(7)	91.96(7)
S(2)Ti(1)S(3)	92.81(7)	S(6)Ti(3)S(7)	85.19(6)
S(1)Ti(1)S(6) ^a	80.09(7)	S(5)Ti(3)S(2)	82.06(6)
S(2)Ti(1)S(6) ^a	141.91(6)	S(6)Ti(3)S(2)	141.76(6)
S(3)Ti(1)S(6) ^a	72.62(6)	S(7)Ti(3)S(2)	74.58(7)
S(2)Ti(2)S(3)	93.07(7)	S(6)Ti(4)S(7)	85.05(6)
S(2)Ti(2)S(4)	94.76(9)	S(6)Ti(4)S(8)	92.85(7)
S(3)Ti(2)S(4)	65.75(7)	S(7)Ti(4)S(8)	66.00(6)
S(2)Ti(2)S(7)	73.64(6)	S(6)Ti(4)S(3) ^b	73.01(6)
S(3)Ti(2)S(7)	142.71(6)	S(7)Ti(4)S(3) ^b	141.07(6)
S(4)Ti(2)S(7)	80.50(7)	S(8)Ti(4)S(3) ^b	83.05(7)
P(1)S(1)Ti(1)	91.1(1)	P(3)S(5)Ti(3)	91.1(1)
P(1)S(2)Ti(2)	97.9(1)	P(3)S(6)Ti(4)	95.8(1)
P(1)S(2)Ti(1)	85.3(1)	P(3)S(6)Ti(3)	84.7(1)
P(1)S(2)Ti(3)	88.8(1)	P(3)S(6)Ti(1) ^b	84.1(1)
P(2)S(3)Ti(1)	97.4(1)	P(4)S(7)Ti(2)	84.4(1)
P(2)S(3)Ti(2)	84.8(1)	P(4)S(7)Ti(3)	98.1(1)
P(2)S(3)Ti(4) ^a	88.1(1)	P(4)-S(7)-Ti(4)	85.2(1)
P(2)S(4)Ti(2)	92.1(1)	P(4)-S(8)-Ti(4)	90.5(1)
Ti(1)S(2)Ti(2)	87.11(6)	Ti(3)S(6)Ti(1) ^b	168.78(8)
Ti(1)S(2)Ti(3)	170.37(8)	Ti(3)S(7)Ti(2)	86.31(6)
Ti(2)S(2)Ti(3)	86.19(6)	Ti(4)S(6)Ti(1) ^b	87.22(6)
Ti(1)S(3)Ti(2)	87.01(7)	Ti(3)S(7)Ti(4)	95.37(7)
Ti(1)S(3)Ti(4) ^a	87.09(6)	Ti(4)S(7)Ti(2)	169.54(8)
Ti(2)S(3)Ti(4) ^a	170.14(9)	Ti(4)S(6)Ti(3)	94.38(6)
S(1)P(1)S(2)	117.3(2)	S(5)P(3)S(6)	117.9(2)
S(4)P(2)S(3)	116.9(2)	S(7)P(4)S(8)	118.2(2)
Угол	$\phi, \text{град.}$	Угол	$\phi, \text{град.}$
Ti(1)S(1)S(2)P(1)	-171.1(2)	Ti(3)S(5)S(6)P(3)	177.8(2)
S(1)Ti(1)P(1)S(2)	-172.3(2)	S(5)Ti(3)P(3)S(6)	178.1(2)
Ti(2)S(3)S(4)P(2)	-171.9(2)	Ti(4)S(7)S(8)P(4)	175.4(2)
S(3)Ti(2)P(2)S(4)	-172.9(2)	S(7)Ti(4)P(4)S(8)	176.0(2)

Симметрические преобразования: (^a) $x, y - 1, z$; (^b) $x, y + 1, z$.

Межатомное расстояние $Tl \cdots Tl$ в молекулах 'А' (4.2992 Å) заметно короче, чем в 'В' (4.5683 Å). Полиэдр таллия имеет строение искаженной тетрагональной пирамиды с вершинным расположением металла. При этом в димерах 'А' и 'В' вершины пирамид ориентированы в противоположных направлениях, тогда как вершины ближайших полиэдров в соседних димерах направлены в одну сторону. Поэтому межатомные расстояния $Tl(2) \cdots Tl(3)$ (4.2922 Å) и $Tl(1) \cdots Tl(4)^a$ (4.3398 Å) оказываются даже короче, чем внутримерные.

Для центральных восьмичленных трициклических фрагментов $[Tl_2S_4P_2]$ (рис. 5) характерна конформация 'кресла'. Сравнительный анализ их геометрии позволяет отметить, что в молекуле 'А' углы между плоскостями $PSSTl$ и $TlSSTl$ (85.32 и 85.43°) несколько отличаются от соответствующих значений в молекуле 'В' (84.09 и 85.46°). Отмеченные различия между молекулами 'А' и 'В', которые сочетаются с их значительным структурным подобием, позволяют классифицировать их как конформационные изомеры.

В биядерных молекулах 'А' и 'В' таллий(I) характеризуется невысоким КЧ, поэтому дальнейшее координационное насыщение комплексообразователя в структуре Ib (до КЧ = 4) достигается за счет дополнительной координации атомов серы соседних молекул (рис. 5). При этом атомы серы DtpH лигандов существенно неэквивалентны: один из них образует связь (наиболее прочную из всех связей $Tl-S$) с единственным атомом металла, тогда как второй участвует в координации к трем различным атомам таллия. Каждый биядерный фрагмент объединяется с двумя соседними парами дополнительных связей: $Tl(1)-S(6)^a$ (3.255 Å), $Tl(2)-S(7)$ (3.266 Å) и $Tl(3)-S(2)$ (3.237 Å), $Tl(4)-S(3)^b$ (3.244 Å). (Из связей $Tl-S$ обсуждаемые связи самые слабые.) За счет этого происходит построение зигзагообразных полимерных цепей, ориентированных вдоль кри-

сталлографической оси b , с чередованием по их длине димеров 'А' и 'В'.

Как и ожидалось из анализа данных по анизотропии хим.сдвигов ^{31}P , углы SPS в DtpH лигандах соединения Ib характеризуются гораздо большими значениями (116.9–118.2°), чем в комплексе свинца(II) [7]. Атомы фосфора находятся в искаженно-тетраэдрическом окружении атомов серы и кислорода $[S_2O_2]$. Длина связей $P-S$ существенно различна: 1.942–1.960 Å и 1.985–1.990 Å. Одни из них близки к значению идеальной двойной связи $P=S$ (1.94 Å), тогда как другие занимает промежуточное положение между двойной и ординарной (2.14 Å) связями фосфор-серы [8]. Геометрия шестичленных циклических фрагментов $-C_6H_{11}$ может быть аппроксимирована конформацией 'кресло'.

1. Earl W.L., VanderHart D.L. Measurement of ^{13}C Chemical Shifts in Solids // *J. Magn. Reson.* – 1982. – V. 48, № 1. – P. 35-54.

2. Karaghiosoff K. // In: Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance (Editor-in-Chief Grant D.M. and Harris R.K.). – N.Y.: John Wiley & Sons, – 1996. – V. 6. – P. 3612.

3. Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery B.P. // Numerical Recipes in C. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994.

4. Antzutkin O.N., Lee Y.K., Levitt M.H. ^{13}C and ^{15}N Chemical Shift Anisotropy of Ampicillin and Penicillin-V Studied by 2D-PASS and CP/MAS NMR // *J. Magn. Reson.* – 1998. – V. 135, № 1. – P. 144-155.

5. Wolfram S. // The Mathematica Book (4th ed). Cambridge: Wolfram Media. – Cambridge Univ. Press, 1999.

6. Larsson A.-C., Ivanov A.V., Forsling W. et al. Correlations between ^{31}P Chemical Shift Anisotropy and Molecular Structure in Polycrystalline O_2O^{2-} -Dialkyldithyophosphate Zinc(II) and Nickel(II) Complexes: ^{31}P CP/MAS NMR and Abinitio Quantum Mechanical Calculation Studies // *J. Amer. Chem. Soc.* – 2005. – V. 127, № 7. – P. 2218.

7. Larsson A.-C., Ivanov A.V., Antzutkin O.N. et al. Complexation of lead(II) with O_2O^{2-} -dialkyldithyophosphate ligands: P-31 and C-13 CP/MAS NMR and single-crystal X-ray diffraction studies // *Inorg. Chim. Acta.* – 2004. – V. 357, № 9. – P. 2510-2518.

8. Lawton S.L., Kokotailo G.T. Cadmium O_2O -di-isopropylphosphorodithioate // *Inorg. Chem.* – 1969. – V. 8, № 11. – P. 2410.

А.Н. Мирошниченко

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕРЕЗИТОВОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

In this work the prognosis of affecting atmospheric air of the opened method of booty of gold is resulted in the Amur area.

В соответствии с Конституцией РФ, федеральным законом «Об охране окружающей природной среды» граждане страны имеют право на здоровую, благоприятную окружающую среду. Для обеспечения нормативного качества окружающей природной среды сформулированы экологические требования, которые обязательны для всех хозяйственных структур независимо от форм собственности и подчиненности.

Деятельность любого объекта экономики должна оцениваться, в частности по воздействию на окружающую среду. Такая оценка выполняется для предупреждения возможной деградации окружающей среды под влиянием намечаемой хозяйственной деятельности; обеспечения экологической стабильности на территории объекта экономики; создания оптимальных условий проживания населения. Экологическая оценка производственной деятельности проводится практически во всех странах мира. Она основывается на простом принципе: легче выявить и предотвратить негативные последствия на стадии планирования намечаемой хозяйственной деятельности, чем исправлять их на стадии проектирования, а тем более – при эксплуатации предприятия [1].

В Амурской области немало предприятий, добываю-

щих золото различными способами и оказывающих существенное воздействие на окружающую среду. Чтобы уменьшить это воздействие, необходимо внедрять современные технологии переработки золота, хранения хвостов, поставлять на производство новое оборудование, технику, оснащенные современными средствами защиты окружающей среды.

Одними из крупных месторождений рудного золота в области являются Березитовое, Бамовское, Маламырское. В настоящее время только на Березитовом начата добыча металла открытым способом. Получают золото методом цианирования, воздействие на окружающую природную среду при этом оказывается меньшим по сравнению с кучным выщелачиванием [4].

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом негативно влияет на все важнейшие компоненты, составляющие среду обитания человека. На золоторудных предприятиях, использующие открытые способы разработки месторождений, в частности на Березитовом месторождении, вскрышные и буровзрывные работы осуществляются в сложных климатогеографических условиях.

Климатическая характеристика района размещения Березитового месторождения зависит от географического расположения. Это район северо-западной части Верхнего Приамурья, в бассейне левых притоков Амура, в водоразделе Амурской – Тихого и Ленской – Ледовитого океанов речных систем. Азиатский континент в холодный и Тихий океан в теплый периоды года определяют муссонный характер климата Березитового месторождения. При этом отмечены значительные годовые колебания температуры воздуха (минус 50°C в январе, плюс 36°C в июле). Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца составляет минус 34,7°C, а наиболее теплого – плюс