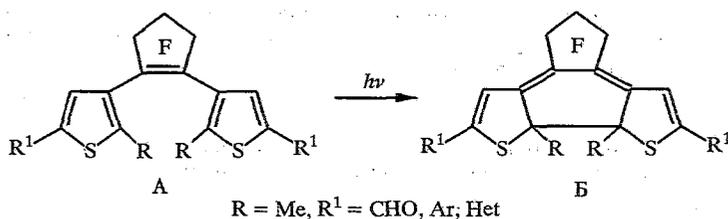


М. М. Краюшкин, М. А. Калик, Д. Л. Джавадов,  
Л. Г. Воронцова

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И НЕКОТОРЫЕ РЕАКЦИИ  
1,2-БИС(2-АЛКИЛТИО-3-ТИЕНИЛ)ПЕРФТОРЦИКЛОПЕНТЕНА

Описан синтез 1,2-бис(2-этилтио-3-тиенил)перфторциклопентена, металлизацией которого *n*-BuLi с последующей обработкой ДМФА или CO<sub>2</sub> получены соответствующие 5,5'-диформил- и -дикарбоксипроизводные. Строение 1,2-бис(2-этилтио-3-тиенил)перфторциклопентена изучено методом РСА. Установлено, что элементарная ячейка содержит две кристаллографически независимые молекулы с близкими геометрическими и конформационными параметрами. Тиофеновые циклы повернуты относительно плоскости перфторциклопентенового фрагмента на угол 60°, тиоалкильные группы расположены по отношению к нему *анти*-параллельно.

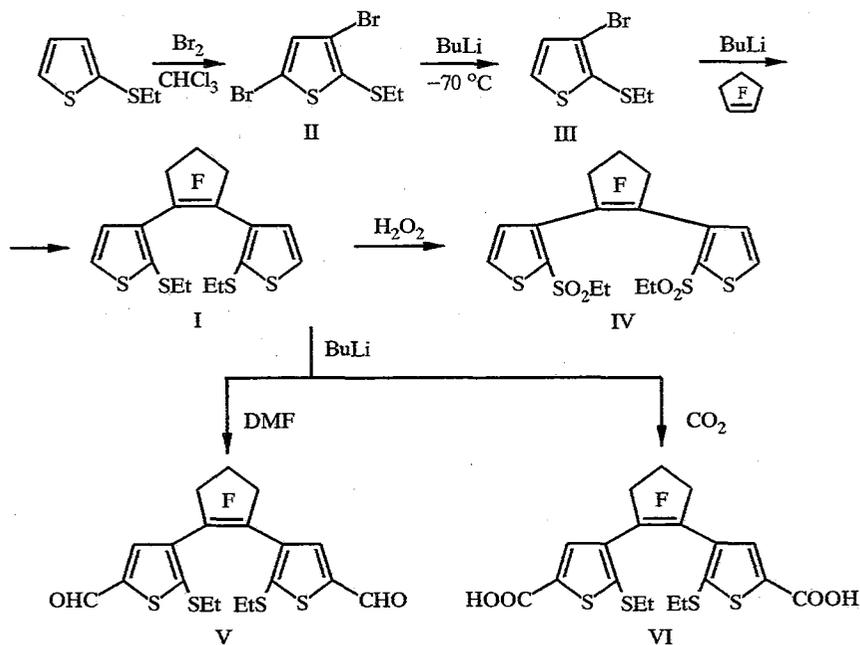
Соединения, содержащие диарил- или дигетарил(дитиенил)алкеновые фрагменты, потенциально способные к валентной таутомерии, широко используются для получения органических материалов, применяемых в информационной технике и оптоэлектронике [1]. Для таких материалов характерна возможность широкого варьирования физико-химических и фотохромных свойств даже при небольших изменениях молекулярной структуры. Например, замена метильных заместителей на *n*-гексилные в положениях 2 тиофеновых циклов в соединениях типа А не только в 30 раз увеличивает растворимость в некоторых органических растворителях, но и сдвигает максимум полосы поглощения в электронном спектре на 20...30 нм [2]. Изменение природы заместителя в положении 5 тиофенового цикла оказывает значительное влияние на фотохромные свойства и термическую устойчивость одной из таутомерных форм [3, 4]. Влияние природы заместителей в положениях 2 тиофеновых циклов в подобных системах не изучалось.



В настоящей работе впервые получены производные 1,2-бис(дитиенил)перфторциклопентены (I), содержащие в положении 2 тиофенового цикла алкилтиогруппу, активирующую тиофеновое кольцо в реакциях электрофильного замещения и металлизирования, что облегчает последующее введение различных функциональных заместителей в свободные положения гетероцикла.

Синтез соединения I осуществлен по приведенной ниже схеме исходя из 2-этилтиотиофена. Бромирование последнего и дальнейшее дебромирование полученного дибромсульфида (II) *n*-BuLi при -70 °С привело к 2-этилтио-3-бромтиофену (III) с хорошим выходом. Последовательным действием на бромид III BuLi в эфире и затем октафторциклопентена с выходом 60% синтезирован бисульфид I, который в условиях избытка 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> практически количественно превращается в бисульфон (IV). Бисульфид I легко в течение нескольких минут металлируется BuLi в эфире

в оба тиофеновых цикла и после обработки ДМФА или  $\text{CO}_2$  с хорошим выходом превращается в диальдегид (V) или дикарбоновую кислоту (VI) соответственно. Металлирование алкильного аналога — 1,2-бис(2-гексил-3-тиенил)перфторциклопентена — идет значительно труднее и требует применения ТМЭДА [2].



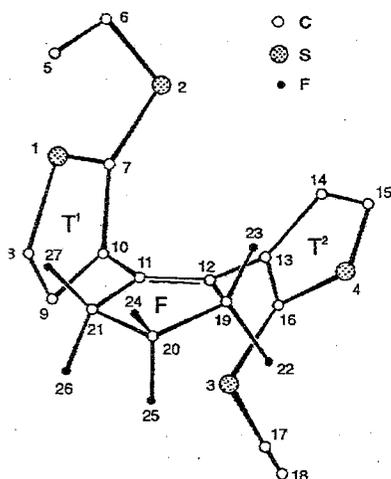
Структура полученных алкилтиотиенилперфторциклопентенов подтверждена данными элементного анализа, ПМР и масс-спектров, а фторид I исследован также методом РСА.

Кристаллы соединения I содержат в элементарной ячейке две кристаллографически независимые молекулы (Ia, Ib), геометрические параметры которых различаются не более чем  $\pm 0,1 \text{ \AA}$  и  $\pm 1,5^\circ$ . Все длины связей и валентные углы не выходят за пределы стандартных среднестатистических значений [5]. На рисунке показано строение молекулы Ia, в табл. 1, 2 приведены усредненные по двум молекулам значения геометрических параметров. Как видно из табл. 3, конформация молекул Ia,б также одинакова, за исключением различного угла поворота

Таблица 1

Длины связей в структуре I, усредненные по двум кристаллографически независимым молекулам Ia, Ib

Связь	d, Å	Связь	d, Å
S(1)—C(7)	1,735	C(14)—C(15)	1,435
S(1)—C(8)	1,724	S(4)—C(15)	1,722
S(2)—C(7)	1,701	S(4)—C(16)	1,686
S(2)—C(6)	1,834	C(13)—C(16)	1,440
C(5)—C(6)	1,545	S(3)—C(16)	1,783
C(8)—C(9)	1,377	S(3)—C(17)	1,810
C(9)—C(10)	1,480	C(17)—C(18)	1,480
C(7)—C(10)	1,480	C(12)—C(19)	1,506
C(10)—C(11)	1,430	C(19)—C(22)	1,510
C(11)—C(12)	1,277	C(20)—C(21)	1,521
C(12)—C(13)	1,445	C(11)—C(21)	1,480
C(13)—C(14)	1,420	(C—F) <sub>cp</sub>	1,321



Строение и конформация молекулы Ia (без учета атомов водорода).  
Нумерация атомов приведена в машинных кодах

тиоалкильных групп относительно тиофеновых циклов ( $T^1, T^2$ ):  $113,67$  и  $68,98^\circ$  соответственно. Перфторциклопентеновый фрагмент ( $F$ ) плоский. Углы  $T^1, T^2/F$  близки  $60^\circ$ ; угол между циклами  $T^1$  и  $T^2$  составляет  $75,7^\circ$  (Ia) и  $73,20^\circ$  (Ib). Тиоалкильные группы имеют *анти*-параллельную ориентацию относительно  $F$ -цикла. В структуре 1,2-бис(5-формил-2-метил-3-тиенил)перфторциклопентена, как упомянуто в работе [4], метильные заместители также ориентированы *анти*-параллельно, а тиофеновые циклы повернуты относительно перфторциклопентенового фрагмента на угол  $45^\circ$ .

Таблица 2

Валентные углы в структуре I, усредненные по двум кристаллографически независимым молекулам Ia, Ib

Угол	$\omega$ (град.)	Угол	$\omega$ (град.)
C(7)—S(1)—C(8)	95,1	C(22)—C(25)—C(11)	102,1
S(1)—C(8)—C(9)	111,3	C(12)—C(13)—C(14)	124,8
C(8)—C(9)—C(10)	114,0	C(12)—C(13)—C(16)	120,9
C(9)—C(10)—C(7)	110,1	C(14)—C(13)—C(16)	113,5
C(9)—C(10)—C(11)	127,5	C(13)—C(14)—C(15)	109,1
C(7)—C(10)—C(11)	121,9	C(14)—C(15)—S(4)	112,6
C(10)—C(7)—S(2)	127,0	C(15)—S(4)—C(16)	92,4
S(1)—C(7)—C(10)	109,0	S(4)—C(16)—C(13)	111,6
S(1)—C(7)—S(2)	123,6	C(13)—C(16)—S(3)	126,6
C(7)—S(2)—C(6)	98,2	S(3)—C(16)—S(4)	121,6
S(2)—C(6)—C(5)	114,1	C(16)—S(3)—C(17)	102,9
C(10)—C(11)—C(12)	128,2	S(3)—C(17)—C(18)	115,3
C(10)—C(11)—C(25)	116,3	F(23)—C(19)—F(22)	105,6
C(11)—C(12)—C(13)	131,0	F(24)—C(20)—F(25)	104,4
C(19)—C(12)—C(13)	117,9	F(26)—C(21)—F(27)	103,2
C(11)—C(12)—C(19)	111,9		
C(12)—C(19)—C(20)	105,9		
C(19)—C(20)—C(21)	108,2		

Т а б л и ц а 3

Конформационные углы ( $\varphi$ , град.) в молекулах Ia и Ib

Фрагмент	Ia	Ib
C(5)—C(6)—S(2)—C(7)	121,52	116,72
C(6)—S(2)—C(7)/T <sup>1</sup>	113,67	68,98
T <sup>1</sup> /F	57,80	53,98
T <sup>2</sup> /F	59,80	59,39
C(16)—S(3)—C(17)/T <sup>2</sup>	118,98	114,15
C(18)—C(17)—S(3)—C(16)	116,87	54,59
T <sup>1</sup> /T <sup>2</sup>	75,73	73,20

Т а б л и ц а 4

Координаты неводородных атомов ( $\times 10^4$ )  
и атомов водорода ( $\times 10^3$ ) в молекулах Ia, Ib

АТОМ	x	y	z
1	2	3	4
Ia			
S(1)	4802(3)	8800(4)	8206(3)
S(2)	4541(3)	6713(3)	8867(3)
S(3)	5809(3)	9113(3)	12936(3)
S(4)	4252(3)	7692(2)	13930(3)
C(5)	5569(8)	6224(8)	6191(10)
C(6)	4607(8)	6267(6)	6937(9)
C(7)	5173(5)	7853(7)	8809(9)
C(8)	5726(6)	9611(7)	8551(9)
C(9)	6307(5)	9238(7)	9201(11)
C(10)	5993(5)	8189(6)	9436(8)
C(11)	6436(5)	7542(6)	9945(8)
C(12)	6164(5)	7046(5)	10997(8)
C(13)	5358(4)	7049(7)	11910(9)
C(14)	4763(6)	6177(7)	12113(9)
C(15)	4142(6)	6461(7)	13292(9)
C(16)	5215(5)	7892(7)	12885(8)
C(17)	6147(6)	9362(7)	14701(11)
C(18)	6769(6)	8658(8)	14908(11)
C(19)	6821(6)	6389(9)	11108(12)
C(20)	7617(11)	6716(9)	10134(10)
C(21)	7353(6)	7403(6)	9268(13)
F(22)	7141(4)	6460(5)	12299(8)
F(23)	6573(4)	5452(5)	10787(8)
F(24)	7946(10)	5979(8)	9270(12)
F(25)	8294(6)	7179(11)	10820(12)
F(26)	7953(3)	8201(4)	9426(7)
F(27)	7419(4)	7085(8)	7893(8)
H(55,C5)	560(5)	598(5)	516(6)
H(56,C5)	585(7)	577(5)	663(5)
H(57,C5)	590(5)	690(5)	634(5)
H(58,C18)	695(6)	879(6)	1588(6)
H(59,C18)	731(6)	873(5)	1421(5)
H(60,C18)	646(5)	797(6)	1474(6)
H(67,C6)	432(6)	672(5)	649(7)
H(68,C6)	427(6)	559(6)	678(5)

1	2	3	4
		16	
S <sub>(28)</sub>	8477(3)	10756(4)	7079(4)
S <sub>(29)</sub>	7345(3)	12236(4)	8737(3)
S <sub>(30)</sub>	7896(3)	13208(5)	4001(5)
S <sub>(31)</sub>	7557(4)	11106(3)	2505(7)
C <sub>(32)</sub>	9673(6)	11293(8)	9112(12)
C <sub>(33)</sub>	8847(7)	10599(9)	8699(12)
C <sub>(34)</sub>	8238(5)	11905(7)	7552(10)
C <sub>(35)</sub>	7567(6)	13500(8)	8677(11)
C <sub>(36)</sub>	8292(6)	13687(7)	7707(10)
C <sub>(37)</sub>	8683(6)	12830(7)	6996(7)
C <sub>(38)</sub>	9455(5)	12831(5)	5940(9)
C <sub>(39)</sub>	9544(5)	12287(5)	4799(9)
C <sub>(40)</sub>	8915(5)	11646(7)	3923(8)
C <sub>(41)</sub>	8945(5)	10644(6)	3375(10)
C <sub>(42)</sub>	8260(8)	10243(8)	2487(10)
C <sub>(43)</sub>	8163(6)	11992(8)	3507(8)
C <sub>(44)</sub>	8054(8)	13694(10)	2372(10)
C <sub>(45)</sub>	8889(10)	13666(10)	1532(9)
C <sub>(46)</sub>	10482(6)	12393(7)	4060(11)
C <sub>(47)</sub>	10923(5)	13206(12)	5051(14)
C <sub>(48)</sub>	10269(7)	13417(7)	6361(12)
F <sub>(49)</sub>	10881(4)	11603(5)	3837(9)
F <sub>(50)</sub>	10607(4)	12771(7)	2912(8)
F <sub>(51)</sub>	11590(6)	12952(11)	5493(12)
F <sub>(52)</sub>	11399(8)	13879(9)	4599(12)
F <sub>(53)</sub>	10499(8)	13460(6)	7552(8)
F <sub>(54)</sub>	10214(4)	14386(5)	6328(9)
H <sub>(61,C32)</sub>	988(6)	1121(6)	1001(6)
H <sub>(62,C32)</sub>	1016(5)	1118(6)	834(6)
H <sub>(63,C32)</sub>	954(7)	1198(5)	921(5)
H <sub>(64,C45)</sub>	898(6)	1394(6)	063(6)
H <sub>(65,C45)</sub>	935(6)	1404(6)	212(5)
H <sub>(66,C45)</sub>	899(5)	1296(6)	130(5)
H <sub>(71,C33)</sub>	835(6)	1071(5)	946(6)
H <sub>(72,C33)</sub>	898(6)	991(5)	860(6)
H <sub>(73,C44)</sub>	759(6)	1331(6)	178(5)
H <sub>(74,C44)</sub>	795(6)	1440(5)	260(5)

Полученный 2-этилтиозамещенный перфторциклопентен I обладает высокой растворимостью в обычных органических растворителях (вымораживается из гептана при  $-50^{\circ}\text{C}$ ). При УФ облучении он, его 5-формил- и 5-карбоксыпроизводные V и VI, а также бисульфон IV не проявляют фотохромных свойств, что свидетельствует об исключительной устойчивости «открытой» (ароматической) формы А этого ряда соединений.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ПМР в  $\text{CDCl}_3$  сняты на приборе Bruker WM-250 (250 МГц). Масс-спектры получены на приборе Kratos MS-30 при ионизирующем напряжении 70 эВ с прямым вводом вещества в ионный источник.

**5-Этилтио-2,4-дибромтиофен (II).** К раствору 10,65 г (74 ммоль) 2-этилтиофена в 50 мл  $\text{CHCl}_3$  при интенсивном перемешивании и температуре 0...5 °С в течение 30 мин добавляют 23,66 г (148 ммоль)  $\text{Br}_2$  в 100 мл  $\text{CHCl}_3$  и полученную смесь выдерживают 4 ч при 20 °С. Реакционную массу выливают на лед, органический слой отделяют, промывают водой, 3%  $\text{NaOH}$ , 5%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , водой, высушивают  $\text{CaCl}_2$ , растворитель отгоняют. Из остатка (16,2 г зеленого масла) перегонкой в вакууме выделяют 15,9 г (71,2%) дибромида II.  $T_{\text{кип}}$  138...139 °С (10,6 ГПа),  $n_D^{20}$  1,6409. Спектр ПМР: 6,99 (1H, с, 3-H); 2,84 (2H, к,  $\text{CH}_2$ ); 1,29 (3H, т,  $\text{CH}_3$ );  $J_{\text{CH}_2, \text{CH}_3} = 7,42$  Гц. Найдено, %: С 24,21; Н 2,09; Br 52,49; S 21,06.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Br}_2\text{S}_2$ . Вычислено, %: С 23,83; Н 2,00; Br 52,83; S 21,20.

**2-Этилтио-3-бромтиофен (III).** К раствору 10 г (33 ммоль) дибромида II в 100 мл сухого эфира при -75 °С в течение 40 мин в токе  $\text{Ar}$  добавляют 2,3 г (36 ммоль)  $\text{BuLi}$  в 19,8 мл эфира. Реакционную смесь выдерживают 1 ч при -70 °С, затем последовательно добавляют 1,5 мл  $\text{MeOH}$  и 30 мл воды. Органический слой отделяют, промывают водой до нейтральной реакции, высушивают  $\text{CaCl}_2$ , эфир отгоняют. Из остатка (7,12 г темного масла) перегонкой в вакууме выделяют 5,56 г (75,5%) монобромида III.  $T_{\text{кип}}$  106...107 °С (10,6 ГПа);  $n_D^{20}$  1,6085. Спектр ПМР: 7,32 (1H, д, 5-H); 7,02 (1H, д, 4-H);  $J_{\text{H}_4, \text{H}_5} = 5,47$  Гц; 2,87 (2H, к,  $\text{CH}_2$ ); 1,29 (3H, т,  $\text{CH}_3$ );  $J_{\text{CH}_2, \text{CH}_3} = 7,46$  Гц. Найдено, %: С 32,86; Н 3,18; Br 35,52; S 28,50.  $\text{C}_6\text{H}_7\text{BrS}_2$ . Вычислено, %: С 32,29; Н 3,16; Br 35,52; S 28,74.

**1,2-Бис(2-этилтио-3-тиенил)перфторциклопентен (I).** К раствору 2,15 г (9,68 ммоль) бромида III в 30 мл сухого эфира при -70 °С в токе  $\text{Ar}$  в течение 5 мин добавляют 6 мл эфирного раствора 0,68 г (10,65 ммоль)  $\text{BuLi}$ . Полученную смесь перемешивают 1 ч при той же температуре, затем добавляют к ней 0,98 г (4,84 ммоль) октафторциклопентена двумя порциями по 0,49 г (0,31 мл). После выдерживания в течение 2 ч при -70 °С охлаждение прекращают и реакционную массу гидролизуют при 0 °С смесью 5 мл 10%  $\text{HCl}$  и 10 мл воды. Органический слой отделяют, промывают водой до нейтральной реакции, высушивают  $\text{CaCl}_2$ . После удаления эфира получают 2,14 г коричневого масла, из которого в вакууме отгоняют 0,26 г летучих компонентов с  $T_{\text{кип}}$  до 160 °С (10,6 ГПа), содержащих в основном исходный бромид III (0,18 г). Из остатка хроматографией на колонке с силикагелем (L 100...160  $\mu$ , элюент гептан) выделяют 1,36 г (62%) фторида I в виде густого кристаллизующегося масла, легко растворимого в органических растворителях. После перекристаллизации из гептана (-50 °С)  $T_{\text{пл}}$  47,5...48,5 °С. Спектр ПМР: 7,4 (1H, д, 5-H); 7,23 (1H, д, 4-H);  $J_{\text{H}_4, \text{H}_5} = 5,79$  Гц; 2,57 (2H, к,  $\text{CH}_2$ ); 1,12 (3H, т,  $\text{CH}_3$ );  $J_{\text{CH}_2, \text{CH}_3} = 7,47$  Гц. Масс-спектр: 460 (80)  $[\text{M}]^+$ ; 399 (98)  $[\text{M}-\text{SC}_2\text{H}_5]^+$ ; 370 (65), 338 (100)  $[\text{M}-2\text{SC}_2\text{H}_5]^+$ . Найдено, %: С 44,68; Н 3,11.  $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{F}_6\text{S}_4$ . Вычислено, %: С 44,34; Н 3,06. M 460,54.

**1,2-Бис(2-этилсульфонил-3-тиенил)перфторциклопентен (IV).** К раствору 60 мг (0,13 ммоль) фторида I в 2 мл ледяной  $\text{AsOH}$  добавляют 0,16 мл (1,57 ммоль) 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ , нагревают на кипящей водяной бане 2 ч, охлаждают и выливают на лед. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой, высушивают и получают 62 мг (90,6%) бисульфона IV,  $T_{\text{пл}}$  184...185 °С (из  $\text{EtOH}$ ). Спектр ПМР: 7,71 (1H, д, 5-H); 7,42 (1H, д, 4-H);  $J_{\text{H}_4, \text{H}_5} = 5,14$  Гц; 3,17 (2H, к,  $\text{CH}_2$ ); 1,38 (3H, т,  $\text{CH}_3$ );  $J_{\text{CH}_2, \text{CH}_3} = 7,57$  Гц. Найдено, %: С 38,34; Н 2,60.  $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{F}_6\text{S}_4\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 38,93; Н 2,69.

**1,2-Бис(5-формил-2-этилтио-3-тиенил)перфторциклопентен (V).** К 140 мг (0,3 ммоль) фторида I в 7 мл сухого эфира при 0 °С в токе  $\text{Ar}$  добавляют 0,5 мл эфирного раствора 47 мг (0,75 ммоль)  $\text{BuLi}$ . Смесь перемешивают 30 мин при 20 °С, охлаждают до -40 °С и добавляют 0,22 г (3 ммоль) сухого ДМФА. Суспензию перемешивают 20 мин при -40 °С и 1,5 ч без охлаждения, далее гидролизуют 5%  $\text{HCl}$ . Водный слой отделяют, экстрагируют эфиром, экстракт и органический слой объединяют, промывают водой, высушивают  $\text{MgSO}_4$ , эфир отгоняют и получают 150 мг желтого кристаллизующегося при стоянии масла (по данным ПМР, смесь соединений V и I в соотношении 85 : 15), которое хроматографируют на колонке с силикагелем (L 100...160  $\mu$ , элюент бензол) и выделяют 100 мг (65%) бисальдегида V.  $T_{\text{пл}}$  88...89 °С (из гептана). Спектр ПМР: 9,82 (1H, с,  $\text{CHO}$ ); 7,87 (1H, с, 4-H); 2,89 (2H, к,  $\text{CH}_2$ ); 1,22 (3H, т,  $\text{CH}_3$ );  $J_{\text{CH}_2, \text{CH}_3} = 7,69$  Гц. Масс-спектр: 516(100)  $[\text{M}]^+$ , 456(90), 398(33), 338(28). Найдено, %: С 44,52; Н 2,97.  $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{F}_6\text{O}_2\text{S}_4$ . Вычислено, %: С 44,19; Н 2,73. M 516,6.

**1,2-Бис(5-карбоксо-2-этилтио-3-тиенил)перфторциклопентен (VI).** К раствору 410 мг (0,89 ммоль) фторида I в сухом эфире, как описано для альдегида V, добавляют 1,43 г (2,2 ммоль) эфирного раствора  $\text{BuLi}$ . Полученную суспензию выдерживают 30 мин при 20 °С, выливают на сухой лед в эфире и выдерживают 12 ч при 20 °С. К реакционной смеси добавляют воду, водный слой отделяют, экстрагируют эфиром, подкисляют при охлаждении 5%  $\text{HCl}$ , выпавшую кислоту

экстрагируют эфиром, экстракт промывают водой, высушивают  $MgSO_4$ , эфир отгоняют и получают 290 мг сырой кислоты, которую промывают гептаном и переосаждают из  $AsOH$  водой. Получают 160 мг чистой кислоты V.  $T_{пл}$  202...203 °C (разл.). Спектр ПМР: 7,98 (1H, с, 4-H); 2,83 (2H, к,  $CH_2$ ); 1,22 (3H, т,  $CH_3$ );  $J_{CH_2,CH_3} = 7,66$  Гц. Масс-спектр: 548(60)  $[M]^+$ , 504(60), 443(50), 414(70), 382(78), 338(60), 208(100). Найдено, %: С 41,86; Н 3,03.  $C_{19}H_{14}F_6O_4S_4$ . Вычислено, %: С 41,60; Н 2,57. М 548,56.

Рентгеноструктурное исследование 1,2-бис(2-алкилтио-3-тиенил)перфторциклопентена (I). Бесцветные прозрачные монокристаллы соединения I состава  $C_{17}H_{14}F_6S_4$ , выращенные из метанола, принадлежат к триклинной сингонии. Параметры элементарной ячейки:  $a = 15,392(2)$ ,  $b = 13,922(2)$ ,  $c = 9,724(2)$  Å,  $\alpha = 99,89(1)$ ,  $\beta = 82,38(1)^\circ$ ,  $\gamma = 98,96(1)$ ,  $V = 2015,68$  Å<sup>3</sup>, пр. гр. P1,  $Z = 4$ . Интенсивности 1862 отражений с  $I > 2\sigma(I)$  измерены на автоматическом четырехкружном дифрактометре РЭД-4 ( $\lambda CuK\alpha$ , графитовый монохроматор,  $\theta/2\theta$ -сканирование). Структура расшифрована прямым методом, координаты неводородных атомов уточнены МНК в анизотропном приближении, атомов водорода — в изотропном. Окончательное значение фактора расходимости равно 0,08. Расчеты выполнены по программе AREN-90 [6]. Координаты атомов и эквивалентные изотропные температурные параметры для двух кристаллографически независимых молекул (а,б) приведены в табл. 4.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Feringa B. L., Jager W. F., De Lange B. // *Tetrahedron*. — 1993. — Vol. 49. — P. 8267.
2. Tsvigoulis G. M., Lehn J. M. // *Chem. Eur. J.* — 1996. — Vol. 2, N 11. — P. 1399.
3. Irie M., Miyatake O., Uchida A. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1992. — Vol. 114. — P. 8715.
4. Gilat S. L., Kawai S. H., Lehn J.-M. // *Chem. Eur. J.* — 1995. — Vol. 1, N 5. — P. 275.
5. Allen F. H., Kennard O., Watson D. G., Brammer L., Orpen A. G., Taylor R. // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. II*. — 1987. — N 12. — P. S1.
6. Андрианов В. И. // *Кристаллография*. — 1987. — Т. 32. — С. 228.

Институт органической химии  
им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва 117913  
e-mail: mkray@ioc.ac.ru

Поступило в редакцию 01.10.97