

С. В. Толкунов*, М. А. Крючков, Р. И. Зубатюк^а, О. В. Шишкин^а

**2-[2-(1-БЕНЗОИЛ-4-МЕТИЛДИБЕНЗОТИЕНИЛ-2)БЕНЗО[*b*]ТИЕНИЛ-3]-
ФЕНИЛ-1-ЭТАНОН – НОВЫЙ ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПЕРХЛОРАТА 1-МЕТИЛ-3-ФЕНИЛБЕНЗОТИЕНО[2,3-*c*]ПИРИЛИЯ
С НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ**

При взаимодействии перхлората 1-метил-3-фенилбензотиено[2,3-*c*]пирилия с первичными, вторичными аминами и щелочами в водных средах кроме классических объектов рециклизации выделен продукт циклоконденсации 2-ацетил-3-фенацилбензо[*b*]тиофена – 2-[2-(1-бензоил-4-метилдибензотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанон.

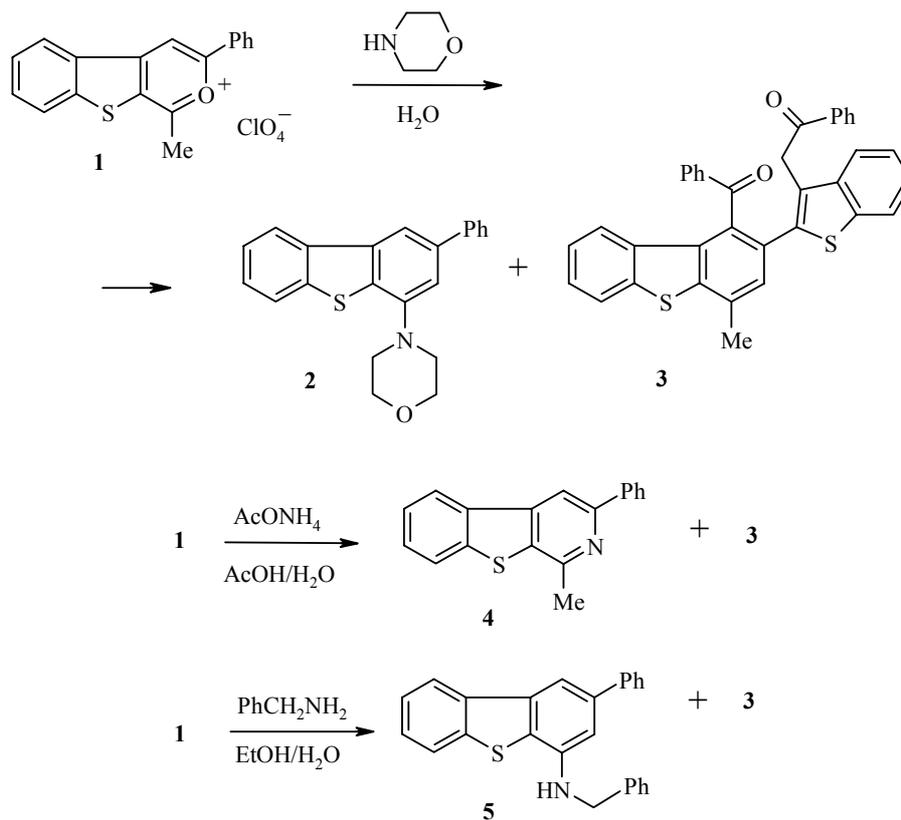
Ключевые слова: 2-[2-(1-бензоил-4-метилдибензотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]-фенил-1-этанон, бензотиено[2,3-*c*]пирилий, рециклизация, РСА.

Рециклизации солей бензо[*c*]пирилия первичными, вторичными аминами и щелочами широко используются в препаративной химии для получения производных нафталина [1, 2]. Аналогичные рециклизации солей бензофуоро[2,3-*c*]пирилия и бензотиено[2,3-*c*]пирилия с первичными и вторичными аминами позволили получить большой ряд 4-*R*-аминодибензотиофенов и дибензофуранов [3–6]. Принято считать, что эти превращения протекают по ANRORC схеме.

Однако, наряду с присоединением нуклеофила к пирилевой соли могут протекать конкурентные реакции, связанные с 1,1'- и 4,1'-димеризациями солей пирилия, что впервые было показано ростовскими химиками на примере взаимодействия 1,3-дизамещенных солей бензо[*c*]пирилия со щелочами [7, 8].

Механизм 1,1'-димеризации перхлората 1,3-диметилбензо[*c*]пирилия связан с депротонированием 1-алкильной группы и образованием ангидрооснования, которые не принимают участия в образовании классических продуктов рециклизации, а склонны к димеризации и в дальнейшем превращаются в замещенные хризены. Попутно происходит гидролиз пирилевых солей до 1,5-дикарбонильных соединений и их превращения в нафтолы [7].

Изучая взаимодействие перхлората 1-метил-3-фенилбензотиено[2,3-*c*]пирилия (**1**) с ацетатом аммония, первичными и вторичными аминами, мы обратили внимание, что наряду с обычными продуктами рециклизации, которые содержат в своей структуре используемый нуклеофил – 4-морфолино-2-фенилдибензотиофен (**2**), 1-метил-3-фенилбензотиено[2,3-*c*]пиридин (**4**) [9], 4-бензиламино-2-фенилдибензотиофен (**5**) [6] происходит образование побочного продукта, строение которого не связано с используемым нуклеофильным реагентом и, по данным элементного анализа, не содержит азота.



Рентгеноструктурное исследование соединения показало, что это 2-[2-(1-бензоил-4-метилдibenзотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанон (**3**). В исследуемой молекуле (рис. 1) дибензотиофеновый фрагмент не плоский, угол между плоскостями бензольных колец C(1)...C(6) и C(7)...C(12) составляет 6.0°. Это, вероятно, обусловлено межмолекулярными стекинг-взаимодействиями опорной молекулы и молекулы, связанной с ней операцией симметрии (1-*x*, -*y*, 3-*z*), в которых участвуют только два из трех конденсированных циклов (X(1)...X(2)' 3.851, X(2)...X(1)' 3.851 Å, где X(1) и X(2) – центры колец C(7)...C(12) и C(1), C(6), S(1), C(7), C(12), соответственно, плоскости циклов строго параллельны, рис. 2). Атом углерода метильной группы C(36) лежит практически в плоскости бензольного кольца C(7)...C(12) (торсионный угол C(36)–C(8)–C(9)–C(10) 177.8(2)°, а атом C(29) несколько отклонен от нее (торсионный угол C(29)–C(11)–C(12)–C(7) 172.2(2)°). Бензотиофеновый фрагмент плоский с точностью 0.004 Å.

Бициклический и трициклический фрагменты сильно повернуты относительно друг друга (торсионный угол C(9)–C(10)–C(13)–S(2) 59.2(3)°), что вызывает некоторое удлинение связи C(10)–C(13) до 1.476(3) Å (среднее значение 1.455 Å [10]). Оксогруппы несколько отклонены от плоскостей соответствующих фенильных заместителей (торсионные углы O(1)–C(22)–C(23)–C(28) 8.4(4)° и O(2)–C(29)–C(30)–C(35) 18.6(4)°). Ароматические циклы C(30)...C(35) и C(23)...C(28) повернуты практически перпендикулярно относительно трициклического и бициклического

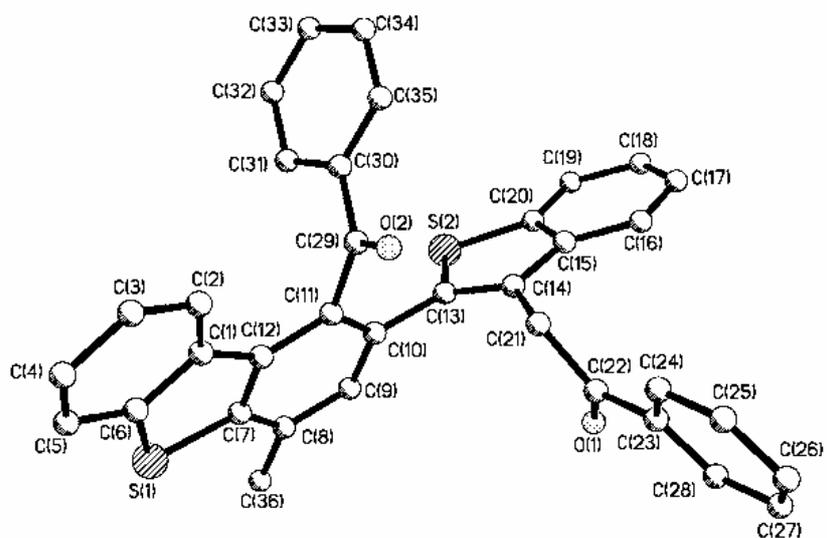


Рис. 1. Строение молекулы 2-[2-(1-бензоил-4-метилдифензотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]-фенил-1-этанона (**3**), по данным рентгеноструктурного исследования

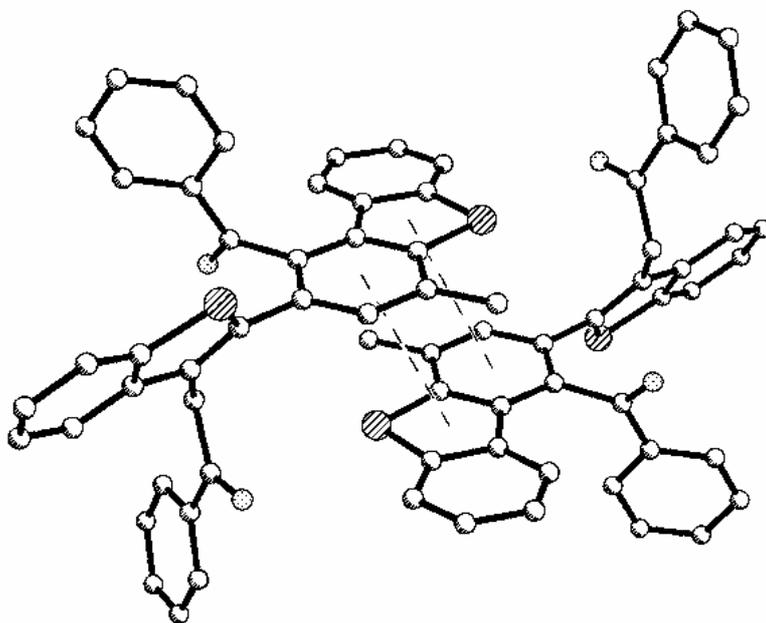


Рис. 2. Димеры в кристаллах соединения **3**, образованные за счет межмолекулярных стекинг-взаимодействий опорной молекулы и молекулы, связанной с ней операцией симметрии $(1-x, -y, 3-z)$

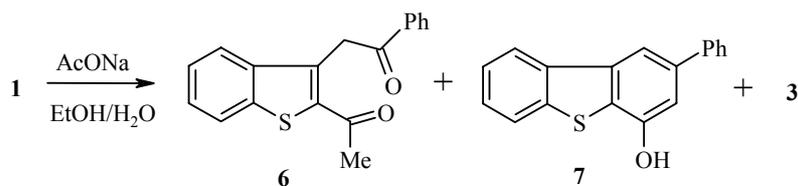
фрагментов (углы между плоскостями составляют 82.3 и 74.7° соответ-
1246

ственно) несмотря на то, что такая ориентация приводит к возникновению укороченных внутримолекулярных контактов Н(24)...Н(18) 2.18 (сумма ван-дер-ваальсовых радиусов 2.32 [11]) и Н(31)...С(11) 2.59 Å (2.87 Å). В кристалле молекулы соединения **1** образуют цепочки за счет очень слабых межмолекулярных водородных связей С(5)–Н(5)...О(1)' (1–*x*, –*y*, 3–*z*) (Н...О 2.51 Å, С–Н...О 153°) и С(17)–Н(17)...О(2)' (1–*x*, 1–*y*, 2–*z*) (Н...О 2.53 Å, С–Н...О 160°).

Мы выяснили, что определяющим фактором образования соединения **3** является присутствие в реакционной среде воды. Действительно, рециклизация перхлората **1** в избытке сухого морфолина приводит к 4-морфолино-2-фенилдибензотиофену (**4**) с минимальными примесями соединения **3**. Напротив, реакция перхлората **1** с морфолином в водном спирте ведет к преимущественному образованию соединения **3**. Аналогичные закономерности мы наблюдали при взаимодействии перхлората **1** с первичными аминами (бензиламином) в спирте, где выходы соединения **3** колеблются от 10 до 15%, а также при рециклизации перхлората **1** ацетатом аммония в 80% уксусной кислоте. Выход соединения **3** (30%).

В литературе нет данных об образовании соединений типа **3** в реакциях солей пирилия с азотистыми нуклеофилами. В работах по рециклизации перхлората 1,3-диметилбензо[с]пирилия щелочами подробно описаны последовательность образования хризенов: пирилий→димер→хризен и побочный процесс: пирилий→1,5-дикарбонильное соединение→нафтол. Причем, авторы считают невозможным образование хризена из 1,5-дикарбонильных соединений [7].

Полагая, что механизм образования соединения **3** может быть аналогичен образованию хризенов из перхлората 1,3-диметилбензо[с]пирилия, мы намеревались получить димер аналогичного строения из перхлората **1** в условиях гидролиза (ацетат натрия–вода), описанных в работе [7]. Однако была выделена смесь 2-ацетил-3-фенацилбензо[*b*]тиофена (**6**), выход 42%, 4-гидрокси-2-фенилдибензотиофена (**7**), выход 21%, и 2-[2-(1-бензоил-4-метилдибензотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанона (**3**), выход 17%.

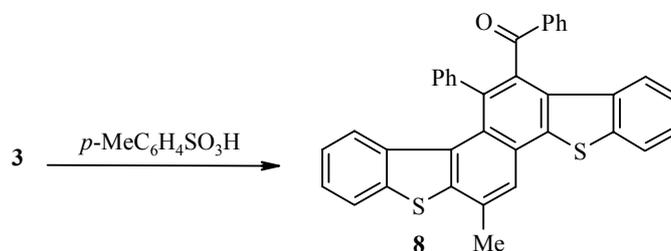


Дальнейшее изучение реакций 2-ацетил-3-фенацилбензо[*b*]тиофена (**6**) со щелочами, первичными и вторичными аминами показало, что именно он является предшественником дибензотиофена **3**. Так, при нагревании соединения **6** в водно-спиртовом растворе КОН получена смесь 4-гидрокси-2-фенилдибензотиофена (**7**) и 2-[2-(1-бензоил-4-метилдибензотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанона (**3**) (44 и 33% соответственно), а взаимодействие соединения **6** с бензиламином привело к смеси соединений **7** (43), **5** (32) и **3** (11%).

Вероятно, образование структуры **3** происходит в результате межмоле-

кулярной кротоновой конденсации двух молекул соединения **6**.

Последующая внутримолекулярная циклизация соединения **3**, в отличие от бензоидных аналогов [7], протекает исключительно в кислой среде, например, при кипячении соединения **3** в толуоле в присутствии *p*-толуолсульфокислоты.



Полученные данные показывают, что образование поликонденсированных соединений при рециклизации солей пирилия нуклеофильными реагентами может происходить также в результате межмолекулярной кротоновой конденсации двух молекул 1,5-дикарбонильного соединения, образующегося вследствие гидролиза исходной пирилиевой соли.

Т а б л и ц а 1

Длины связей (*l*) в молекуле соединения **3**

Связь	<i>l</i> , Å	Связь	<i>l</i> , Å
S(1)–C(7)	1.741(2)	C(14)–C(15)	1.440(3)
S(1)–C(6)	1.742(3)	C(14)–C(21)	1.491(3)
S(2)–C(20)	1.736(3)	C(15)–C(20)	1.398(4)
S(2)–C(13)	1.744(3)	C(15)–C(16)	1.404(3)
O(1)–C(22)	1.210(3)	C(16)–C(17)	1.372(4)
O(2)–C(29)	1.220(3)	C(17)–C(18)	1.375(4)
C(1)–C(2)	1.397(3)	C(18)–C(19)	1.382(4)
C(1)–C(6)	1.406(3)	C(19)–C(20)	1.392(4)
C(1)–C(12)	1.461(3)	C(21)–C(22)	1.514(4)
C(2)–C(3)	1.361(4)	C(22)–C(23)	1.493(4)
C(3)–C(4)	1.394(4)	C(23)–C(24)	1.387(4)
C(4)–C(5)	1.360(4)	C(23)–C(28)	1.389(4)
C(5)–C(6)	1.398(4)	C(24)–C(25)	1.380(4)
C(7)–C(12)	1.403(3)	C(25)–C(26)	1.368(5)
C(7)–C(8)	1.403(3)	C(26)–C(27)	1.360(5)
C(8)–C(9)	1.374(3)	C(27)–C(28)	1.382(4)
C(8)–C(36)	1.497(3)	C(29)–C(30)	1.481(4)
C(9)–C(10)	1.402(3)	C(30)–C(31)	1.374(4)
C(10)–C(11)	1.394(3)	C(30)–C(35)	1.392(4)
C(10)–C(13)	1.476(3)	C(31)–C(32)	1.391(4)
C(11)–C(12)	1.410(3)	C(32)–C(33)	1.356(6)
C(11)–C(29)	1.508(3)	C(33)–C(34)	1.367(6)
C(13)–C(14)	1.366(3)	C(34)–C(35)	1.360(5)

Т а б л и ц а 2

Валентные углы (ω) в структуре соединения 3

Угол	ω , град.	Угол	ω , град.
C(7)–S(1)–C(6)	91.1(1)	C(20)–C(15)–C(16)	118.2(2)
C(20)–S(2)–C(13)	91.7(1)	C(20)–C(15)–C(14)	112.8(2)
C(2)–C(1)–C(6)	117.8(2)	C(16)–C(15)–C(14)	129.0(2)
C(2)–C(1)–C(12)	130.9(2)	C(17)–C(16)–C(15)	119.5(3)
C(6)–C(1)–C(12)	111.3(2)	C(16)–C(17)–C(18)	121.2(3)
C(3)–C(2)–C(1)	120.4(3)	C(17)–C(18)–C(19)	121.3(3)
C(3)–C(2)–C(1)	120.4(3)	C(17)–C(18)–C(19)	121.3(3)
C(2)–C(3)–C(4)	120.8(3)	C(18)–C(19)–C(20)	117.6(3)
C(5)–C(4)–C(3)	121.0(3)	C(19)–C(20)–C(15)	122.2(2)
C(4)–C(5)–C(6)	118.3(3)	C(19)–C(20)–S(2)	126.9(2)
C(5)–C(6)–C(1)	121.7(2)	C(15)–C(20)–S(2)	110.9(2)
C(5)–C(6)–S(1)	125.2(2)	C(14)–C(21)–C(22)	113.1(2)
C(1)–C(6)–S(1)	113.0(2)	O(1)–C(22)–C(23)	120.1(3)
C(12)–C(7)–C(8)	123.0(2)	O(1)–C(22)–C(21)	120.6(2)
C(12)–C(7)–S(1)	113.0(2)	C(23)–C(22)–C(21)	119.3(2)
C(8)–C(7)–S(1)	124.0(2)	C(24)–C(23)–C(28)	117.9(3)
C(9)–C(8)–C(7)	116.6(2)	C(24)–C(23)–C(22)	123.1(2)
C(9)–C(8)–C(36)	121.3(2)	C(28)–C(23)–C(22)	119.0(2)
C(7)–C(8)–C(36)	122.0(2)	C(25)–C(24)–C(23)	121.0(3)
C(8)–C(9)–C(10)	122.6(2)	C(26)–C(25)–C(24)	120.0(3)
C(11)–C(10)–C(9)	120.1(2)	C(27)–C(26)–C(25)	119.9(3)
C(11)–C(10)–C(13)	120.7(2)	C(26)–C(27)–C(28)	120.9(3)
C(9)–C(10)–C(13)	119.2(2)	C(27)–C(28)–C(23)	120.3(3)
C(10)–C(11)–C(12)	119.2(2)	O(2)–C(29)–C(30)	121.8(2)
C(10)–C(11)–C(29)	118.5(2)	O(2)–C(29)–C(11)	120.8(2)
C(12)–C(11)–C(29)	122.2(2)	C(30)–C(29)–C(11)	117.4(2)
C(7)–C(12)–C(11)	118.4(2)	C(31)–C(30)–C(35)	118.4(3)
C(7)–C(12)–C(1)	111.6(2)	C(31)–C(30)–C(29)	121.8(2)
C(11)–C(12)–C(1)	130.0(2)	C(35)–C(30)–C(29)	119.8(3)
C(14)–C(13)–C(10)	129.8(2)	C(30)–C(31)–C(32)	120.3(3)
C(14)–C(13)–S(2)	112.5(2)	C(33)–C(32)–C(31)	120.0(4)
C(10)–C(13)–S(2)	117.7(2)	C(32)–C(33)–C(34)	120.2(4)
C(13)–C(14)–C(15)	112.1(2)	C(35)–C(34)–C(33)	120.5(4)
C(13)–C(14)–C(21)	126.2(2)	C(34)–C(35)–C(30)	120.6(4)
C(15)–C(14)–C(21)	121.6(2)		

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H записаны на приборе Gemini-200 (200 МГц), и Bruker DRX500 (500 МГц) в ДМСО- d_6 , внутренний стандарт ТМС Контроль за ходом реакции и чистотой соединений проводился методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254, препаративная хроматография соединений – на силикагеле марки Merck 60, элюент хлороформ.

Рентгеноструктурное исследование. Кристаллы соединения **3** триклинные (из ДМФА), $\text{C}_{36}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{S}_2$, при 20 °С: $a = 9.843(3)$, $b = 10.968(3)$, $c = 13.349(3)$ Å, $\alpha = 79.88(2)^\circ$, $\beta = 79.11(2)^\circ$, $\gamma = 81.26(2)^\circ$, $V = 1383(1)$ Å 3 , $M_r = 552.67$, $Z = 2$, пространственная группа $P\bar{1}$, $d_{\text{выч}} = 1.328$ г/см 3 , $\mu(\text{MoK}\alpha) = 0.225$ мм $^{-1}$, $F(000) = 576$. Параметры элементарной ячейки и интенсивности 5191 отражений (4888 независимых, $R_{\text{int}} = 0.035$) измерены на автоматическом четырехкружном дифрактометре Siemens P3/PC (MoK α , графитовый монохроматор, $2\theta/\theta$ -сканирование, $2\theta_{\text{max}} = 50^\circ$).

Структура расшифрована прямым методом по комплексу программ SHELXTL [12]. Положения атомов водорода выявлены из разностного синтеза электронной плотности и уточнены по модели "наездника" с $U_{\text{iso}} = nU_{\text{eq}}$ неводородного атома, связанного с данным водородным ($n = 1.5$ для метильной группы и $n = 1.2$ для остальных атомов водорода). Структура уточнена по F^2 полноматричным МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов до $wR_2 = 0.118$ по 4829 отражениям ($R_1 = 0.044$ по 2927 отражениям с $F > 4\sigma(F)$, $S = 1.019$). Окончательные координаты атомов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (депонент CCDC 736226), длины связей и валентные углы приведены в табл. 1 и 2.

Взаимодействие перхлората 1-метил-3-фенилбензотиено[2,3-с]пирилия (1) с морфолином (общая методика). А. Смесь 0.8 г (2.1 ммоль) пирилевой соли **1** и 4 мл сухого морфолина кипятят 5 ч. Морфолин удаляют в вакууме. Остаток растирают с водой, отфильтровывают и промывают водой. Получают 0.65 г (90%) 4-морфолино-2-фенилдибензотиофен (**2**). Т. пл. 122–123 °С (из спирта), R_f 0.15 (элюент хлороформ). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 3.23 (4H, м, CH_2 -морфолин); 3.87 (4H, м, CH_2 -морфолин); 7.35–7.50 (7H, м, H-7,8, H-C $_6\text{H}_5$); 7.78 (1H, с, H-2); 7.97 (1H, д. д., $J = 8.4$, $J = 1.9$, H-9); 8.27 (1H, с, H-1); 8.40 (1H, д. д., $J = 8.4$, $J = 1.9$, H-6). Найдено, %: С 76.71; Н 5.39; N 4.15; S 9.39. $\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{NOS}$. Вычислено, %: С 76.49; Н 5.54; N 4.05; S 9.28.

Б. Раствор 0.8 г (2.1 ммоль) пирилевой соли **1** в 20 мл спирта, содержащего 1 мл морфолина, кипятят 5 ч. Растворитель удаляют в вакууме. Остаток растирают с водой, отфильтровывают и промывают водой. Очищают колоночной хромато-графией на силикагеле 60, колонка 3 × 16 см, элюент хлороформ. Получают соединения **2**, **3** и **7**.

2-[2-(1-Бензоил-4-метилдибензотиенил-2)бензо[b]тиенил-3]фенил-1-этанол (3). Выход 0.35 г (30%). R_f 0.8. Т. пл. 198–199 °С (из ДМФА). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.63 (3H, с, CH_3); 4.29–4.41 (2H, м, CH_2); 7.18–7.96 (19H, м, H аром.). Найдено, %: С 78.49; Н 4.47; S 11.42. $\text{C}_{36}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{S}_2$. Вычислено, %: С 78.23; Н 4.38; S 11.60.

4-Морфолино-2-фенилдибензотиофен (2). Выход 0.03 г (4%). Соединение **2** спектрально и по R_f идентично веществу, полученному по методу А, а температура плавления их смешанной пробы депрессии не дает.

4-Гидрокси-2-фенилдибензотиофен (7). Выход 0.21 г (36%). R_f 0.26. Т. пл. 180–181 °С. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5.45 (1H, с, OH); 7.1 (1H, с, H-2); 7.33–7.55 (5H, м, Ar); 7.60–7.70 (2H, м, H-5,8); 7.81–7.93 (1H, м, H-5); 7.97 (1H, с, H-4); 8.12–8.24 (1H, с, H-8). Найдено, %: С 78.45; Н 4.52; S 11.39. $\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{OS}$. Вычислено, %: С 78.23; Н 4.38; S 11.60.

Взаимодействие перхлората 1-метил-3-фенилбензотиено[2,3-с]пирилия (1) с бензиламином и ацетатом аммония проводили по методу [6, 9].

Взаимодействие перхлората 1-метил-3-фенилбензо[2,3-с]пирилия (1) с ацетатом натрия (общая методика). Суспензию 0.8 г (2.1 ммоль) пирилевой соли **1** в растворе 0.5 г AcONa в 50% 2-пропаноле перемешивают 24 ч при комнатной температуре. Осадок отфильтровывают, промывают водой, 50% водным 2-пропанолом и сушат. Очищают колоночной хроматографией на силикагеле Merck 60, колонка 3 × 16 см, элюент хлороформ. Собирают три фракции, растворитель удаляют в вакууме при пониженном давлении и получают соединения **3**, **6** и **7**.

2-[2-(1-Бензоил-4-метилдibenзотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанон (3). Выход 0.1 г (17%). R_f 0.8. Т. пл. 198–199 °С (из ДМФА).

2-Ацетил-3-фенацилбензо[*b*]тиофен (6). Выход 0.25 г (42%). R_f 0.52. Т. пл. 150–151 °С (из спирта). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.58 (3H, с, CH₃); 5.04 (2H, с, CH₂); 7.19–7.79 (5H, м, H-Ar); 7.81–8.02 (2H, м, H-6,7); 8.02–8.28 (2H, м, H-5,8). Найдено, %: C 73.59; H 4.61; S 10.57. C₁₈H₁₄O₂S. Вычислено, %: C 73.44; H 4.79; S 10.89.

1-Гидрокси-3-фенилдibenзотиофен (7). Выход 0.12 г (21%). R_f 0.26. Т. пл. 180–181 °С.

Соединения **3** и **7** спектрально и по R_f идентичны соединениям, полученным при взаимодействии соединения **1** с морфолином по методу Б, а температура плавления их смешанной пробы депрессии не дает.

Взаимодействие 2-ацетил-3-фенацилбензотиофена (6) с гидроксидом калия (общая методика). Раствор 0.1 г (1.8 ммоль) КОН в 1 мл воды прибавляют к раствору 0.2 г (0.7 ммоль) соединения **2** в 5 мл метанола и реакционную смесь кипятят 3 ч. Охлаждают, прибавляют 50 мл воды и подкисляют 10% соляной кислотой до кислой реакции. Осадок отфильтровывают, промывают водой, сушат. Смесь разделяют колоночной хроматографией на силикагеле 60, элюент хлороформ, колонка 3 × 16 см, и получают соединения **3**, **7** и **8**.

2-[2-(1-Бензоил-4-метилдibenзотиенил-2)бензо[*b*]тиенил-3]фенил-1-этанон (3). Выход 0.06 г (33%). Т. пл. 198–199 °С (из ДМФА).

1-Гидрокси-3-фенилдibenзотиофен (7). Выход 0.08 г (44%). Т. пл. 180–181 °С. Соединения **3** и **7** спектрально и по R_f идентичны соединениям, полученным при взаимодействии соединения **1** с морфолином по методу Б, а температура плавления их смешанной пробы депрессии не дает.

14-Бензоил-7-метил-13-фенилбисбензо[*b*]тиено[1,2:6,5]нафталин (8). Раствор 0.55 г (10 ммоль) соединения **3** в 10 мл толуола и 10 мг *n*-толуолсульфокислоты кипятят 10 ч до полного исчезновения (ТСХ) исходного соединения **3**. Толуол удаляют в вакууме. Остаток промывают водой и кристаллизуют из смеси толуол–гексан. Выход 0.41 г (77%). Т. пл. 257–258 °С. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.60 (3H, с, CH₃); 7.18–7.96 (19H, м, H аром.). Найдено, %: C 80.61; H 4.27; S 11.71. C₃₆H₂₂OS₂. Вычислено, %: C 80.87; H 4.15; S 11.99.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. В. Кузнецов, Г. Н. Дорофеев, *ХГС*, 1437 (1971). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **7**, 1342 (1971)].
2. Г. П. Сафарян, И. В. Щербакова, Г. Н. Дорофеев, Е. В. Кузнецов, *ХГС*, 1608 (1981). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **17**, 1171 (1981)].
3. В. И. Дуленко, С. В. Толкунов, Н. Н. Алексеев, *ХГС*, 1351 (1981). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **17**, 1010 (1981)].
4. В. И. Дуленко, С. В. Толкунов, *ХГС*, 889 (1987). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **23**, 730 (1987)].

5. С. В. Толкунов, В. И. Дуленко, *XTC*, 182 (1998). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **34**, 159 (1998)].
6. С. В. Толкунов, М. А. Крючков, В. С. Толкунов, В. И. Дуленко, *XTC*, 1246 (2004). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **40**, 1082 (2004)].
7. И. В. Коробка, Ю. В. Ревинский, Е. В. Кузнецов, *XTC*, 910 (1985). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **21**, 754 (1985)].
8. Ю. А. Жданов, С. В. Верин, С. В. Коробка, Е. В. Кузнецов, *XTC*, 1185 (1988). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **24**, 974 (1988)].
9. С. В. Толкунов, *XTC*, 1335 (1998). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **34**, 1132 (1998)].
10. Н.-В. Burgi, J. D. Dunitz, *Structure Correlation*, VCH, Weinheim, vol. 2, 741 (1994).
11. Ю. В. Зефирова, П. М. Зоркий, *Успехи химии*, **58**, 713 (1989).
12. G. M. Sheldrick, *SHELXTL PLUS. PC Version. A System of Computer Programs for the Determination of Crystal Structure from X-ray Diffraction Data*. Rev.5.1. 1998.

Институт физико-органической химии
и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины,
Донецк 83114, Украины
e-mail: s_tolkunov@yahoo.com

Поступило 11.03.2008

^aНТК "Институт монокристаллов" НАН Украины,
Харьков 61001, Украины
