

Б. С. Федоров, М. А. Фадеев, А. А. Гидаспов<sup>а</sup>, Е. А. Косарева<sup>а</sup>,  
В. В. Бахарев<sup>а</sup>

## КОНДЕНСИРОВАННЫЕ ТЕТРАЗОЛО-1,3,5-ТРИАЗИНЫ

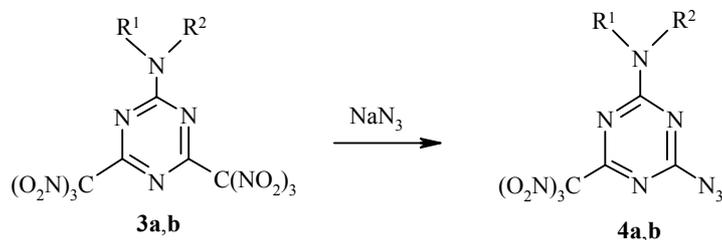
### 1. СИНТЕЗ СОЛЕЙ 5-ПОЛИНИТРОМЕТИЛТЕТРАЗОЛО- [1,5-*a*]-1,3,5-ТРИАЗИН-7-ОНА

Изучено азидирование 2-*R*-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазинов, содержащих электронодонорные заместители. Показано, что при  $R = \text{NMe}_2$ ,  $\text{NEt}_2$  образуются соответствующие 4-азидо-2-диалкиламино-6-тринитрометил-1,3,5-триазины; при  $R = \text{O}^-\text{NMe}_4^+$  обнаружено новое направление реакции, приводящее к тетраметиламмониевой соли 5-полинитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она, образующейся в результате азидотетразольного и лактим-лактамного таутомерного превращения. Денитрование этой соли по тринитрометильной группе протекает с сохранением структуры тетразоло-1,3,5-триазина. Приведены данные РСА для продукта денитрования – дикалиевой соли 5-динитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она.

**Ключевые слова:** 2-замещенные-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазины, конденсированные тетразоло-1,3,5-триазины, 5-полинитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-оны, азидирование, азидотетразольная таутомерия.

В последние годы активно ведутся исследования по синтезу и изучению химических свойств нитро- и полинитрометильных производных 1,3,5-триазина [1–9]. Настоящая работа также базируется на изучении реакционной способности тринитрометильных производных 1,3,5-триазина и посвящена изучению возможности синтеза ранее неописанных полинитрометилтетразоло-1,3,5-триазинов, в которых тетразольный цикл аннелирован с циклом 1,3,5-триазина.

Общий метод получения конденсированных тетразолов основан на аннелировании тетразола к триазиновому циклу в результате азидотетразольного таутомерного превращения азидоазометинового фрагмента молекулы [10, 11]. Для азидо-1,3,5-триазинов, содержащих электронодонорные заместители, этот вопрос рассмотрен в работах [12, 13].



3a, 4a R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = Me; 3b, 4b R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = Et

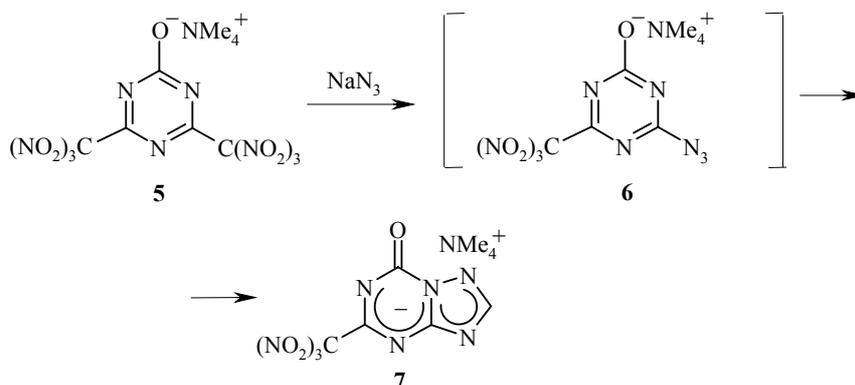
С целью препаративного получения конденсированных тетразоло-1,3,5-

триазинов с полинитрометильными группами в данной работе было изучено азидирование 2-R-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазинов, содержащих электронодонорные заместители R = NMe<sub>2</sub>, NEt<sub>2</sub>, O<sup>-</sup>NMe<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Взаимодействие 2-диалкиламино-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазинов **3a,b** с азидом натрия в ацетонитриле протекает селективно и сопровождается замещением одной тринитрометильной группы.

По данным ИК и ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C спектров, синтезированные соединения **4a,b** как в твердом виде, так и в растворе дейтерированных растворителей существуют в виде азидов. Таким образом, при данном сочетании заместителей соединения **4a,b** не претерпевают возможного азидо-тетразольного таутомерного превращения.

Взаимодействие тетраметиламмониевой соли 2-гидрокси-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазина (**5**) с азидом натрия в водном ацетоне также приводит к замещению одной тринитрометильной группы на азидную, однако, образующийся азид **6** претерпевает дальнейшие превращения до ранее неизвестной тетраметиламмониевой соли 5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она (**7**):



Можно предположить, что данные превращения протекают последовательно или одновременно через лактим-лактаминую и азидо-тетразольную таутомерные перегруппировки, которые и приводят к соединению **7**. Элементный анализ соединения **7**, наличие в его ИК спектре полосы валентных колебаний оксогруппы при 1720 см<sup>-1</sup> и отсутствие полосы валентных колебаний азидной группы при 2100–2200 см<sup>-1</sup>, наряду с данными спектров ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C подтверждают строение соли **7**.

Денирование соли **7** при действии иодистого калия в метаноле по методу [14] приводит к получению дикалиевой соли 5-динитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она (**8**), в которой, по данным ИК и ЯМР <sup>13</sup>C спектров, сохраняется структура тетразоло-1,3,5-триазина.

Можно предположить, что в ходе реакции первоначально происходит быстрый обмен катиона, а затем осуществляется непосредственно



Т а б л и ц а 1

Длины связей ( $d$ ) в структуре 8

Связь	$d, \text{Å}$	Связь	$d, \text{Å}$	Связь	$d, \text{Å}$
O(1)–N(4)	1.2694(5)	K(2)–O(1)	2.8633	N(1)–C(3)	1.3564(5)
O(4)–N(5)	1.2545(5)	K(2)–N(8)	2.8460	N(8)–C(3)	1.3278(6)
N(4)–C(4)	1.3608(6)	K(2)–O(6)	2.7696	N(3)–C(2)	1.3186(6)
N(10)–N(9)	1.2936(6)	K(2)–O(3)	2.6390	C(2)–C(4)	1.4927(6)
N(2)–C(1)	1.3474(6)	O(6)–C(1)	1.2258(5)	K(1)–O(1)	2.7146
N(1)–C(1)	1.4088(6)	N(4)–O(2)	1.2476(5)	K(1)–N(8)	3.8597
N(8)–N(9)	1.3611(5)	N(10)–N(1)	1.3672(5)	K(1)–O(6)	2.9168
N(5)–C(4)	1.3713(5)	O(3)–N(5)	1.2409(4)	K(1)–O(3)	2.7865
N(3)–C(3)	1.3487(5)	N(2)–C(2)	1.3476(5)		

Т а б л и ц а 2

Валентные углы ( $\omega$ ) в структуре 8

Угол	$\omega, \text{град}$	Угол	$\omega, \text{град}$
O(1)–N(4)–O(2)	119.9(1)	O(1)–N(4)–C(4)	115.6(1)
O(2)–N(4)–C(4)	124.5(1)	N(1)–N(10)–N(9)	104.8(1)
C(1)–N(2)–C(2)	119.3(1)	N(10)–N(1)–C(1)	127.7(1)
N(10)–N(1)–C(3)	108.9(1)	C(1)–N(1)–C(3)	123.4(1)
N(9)–N(8)–C(3)	105.2(1)	N(10)–N(9)–N(8)	112.9(1)
O(4)–N(5)–O(3)	120.3(1)	O(4)–N(5)–C(4)	116.7(1)
O(3)–N(5)–C(4)	123.0(1)	C(2)–N(3)–C(3)	112.2(1)
O(6)–C(1)–N(2)	126.2(1)	O(6)–C(1)–N(1)	120.3(1)
N(2)–C(1)–N(1)	113.4(1)	N(2)–C(2)–N(3)	129.5(1)
N(2)–C(2)–C(4)	113.5(1)	N(3)–C(2)–C(4)	117.0(1)
N(4)–C(4)–N(5)	122.7(1)	N(4)–C(4)–C(2)	117.9(1)
N(5)–C(4)–C(2)	119.3(1)	N(1)–C(3)–N(8)	108.2(1)
N(1)–C(3)–N(3)	122.2(1)	N(8)–C(3)–N(3)	129.6(1)

Торсионные углы  $\varphi$  (град) в структуре **8**

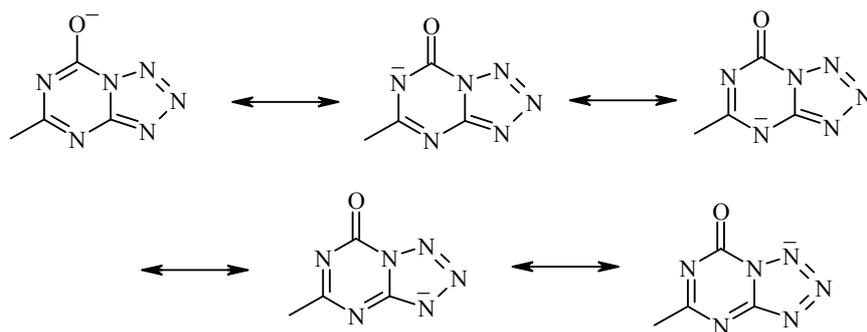
Угол	$\omega$ , град	Угол	$\omega$ , град
O(1)–N(4)–C(4)–N(5)	169.3	O(1)–N(4)–C(4)–C(2)	–8.9
O(2)–N(4)–C(4)–N(5)	–9.3	O(2)–N(4)–C(4)–C(2)	172.5
N(1)–N(10)–N(9)–N(8)	0.1	N(9)–N(10)–N(1)–C(1)	–178.6
N(9)–N(10)–N(1)–C(3)	–0.6	C(2)–N(2)–C(1)–O(6)	179.8
C(2)–N(2)–C(1)–N(1)	0.4	C(1)–N(2)–C(2)–N(3)	0.4
C(1)–N(2)–C(2)–C(4)	–179.8	N(10)–N(1)–C(1)–O(6)	–2.6
N(10)–N(1)–C(1)–N(2)	176.8	N(10)–N(1)–C(3)–N(8)	0.9
N(10)–N(1)–C(3)–N(3)	–177.5	C(3)–N(1)–C(1)–O(6)	179.7
C(3)–N(1)–C(1)–N(2)	–0.9	C(1)–N(1)–C(3)–N(8)	179.0
C(1)–N(1)–C(3)–N(3)	0.6	C(3)–N(8)–N(9)–N(10)	0.5
N(9)–N(8)–C(3)–N(1)	–0.8	N(9)–N(8)–C(3)–N(3)	177.4
O(4)–N(5)–C(4)–N(4)	–175.9	O(4)–N(5)–C(4)–C(2)	2.3
O(3)–N(5)–C(4)–N(4)	3.8	O(3)–N(5)–C(4)–C(2)	–178.0
C(3)–N(3)–C(2)–N(2)	–0.7	C(2)–N(3)–C(3)–N(1)	0.2
C(2)–N(3)–C(3)–N(8)	–177.9	C(3)–N(3)–C(2)–C(4)	179.5
N(2)–C(2)–C(4)–N(4)	–76.7	N(2)–C(2)–C(4)–N(5)	105.0
N(3)–C(2)–C(4)–N(4)	103.1	N(3)–C(2)–C(4)–N(5)	–75.2

Анализируя геометрические параметры соединения **8**, можно отметить следующее. Образование цикла тетразола при азидотетразольном таутомерном превращении происходит по атому N(1) цикла 1,3,5-триазины в направлении экзоциклического атома кислорода O(6), т. е. в направлении заместителя, создающего наименьшие стерические затруднения. В соединении **8** циклическая система тетразола-1,3,5-триазины и экзоциклические связи C(1)–O(6) и C(2)–C(4) лежат практически в одной плоскости. Динитрометильный фрагмент, несущий один из двух отрицательных зарядов (см. ниже) повернут по связи C(2)–C(4) относительно плоскости циклической системы тетразола-1,3,5-триазины на угол  $\sim 76^\circ$ . Связь C(1)–O(6) примерно на  $\sim 7$  Å короче, чем аналогичная одинарная связь в 2-гидрокси-4,6-бис(тринитрометил)-1,3,5-триазине [1], что указывает на увеличение кратности связи C(1)–O(6), т. е. на увеличение двоевязанности.

Структура цикла 1,3,5-триазины в соединении **8** сформировалась под влиянием двух факторов: аннелирования цикла тетразола и частичной делокализации второго отрицательного заряда молекулы. Геометрические параметры соединения **8** закономерно отличаются от таковых для ковалентных полинитрометил-1,3,5-триазинов, имеющих гетероароматический цикл [3]. Наибольшие отличия проявились в увеличении длин

связей C(3)–N(1) и C(1)–N(1) на 4–8 Å, увеличении валентных углов N(3)–C(3)–N(1) и C(3)–N(1)–C(1) на 6–10° при одновременном уменьшении валентного угла N(1)–C(1)–N(2) на ~9°.

Геометрические параметры тетразольного цикла в соединении **8** имеют промежуточное значение между параметрами ковалентного аминокетотетразола [15] и натриевой соли тетразола [16], в которой тетразольный цикл ионизирован. Это указывает на то, что аннелированный цикл тетразола участвует в делокализации второго отрицательного заряда в соединении **8**. Делокализацию второго отрицательного заряда в соединении **8** можно представить пятью резонансными структурами.



Геометрические параметры динитрометильного фрагмента в соединении **8** весьма близки к таковым для динитрометильных групп в солях общей формулы  $RC(NO_2)_2^-Kt^+$ , где R = CN, Ph, CONH<sub>2</sub> и др. [17, 18], в которых отрицательный заряд делокализован в пределах двух сопряженных нитрогрупп. Динитрометильный анион в соединении **8** почти плоский, угол поворота ионизированных нитрогрупп от плоскости N(4)–C(4)–N(5) не превышает 10°. Наблюдаемая некоторая неравноценность нитрогрупп в анионе (небольшие различия в валентных углах и длинах связей), вероятно, обусловлена характером упаковки соединения **8** в кристаллической решетке, что ранее отмечалось для солей  $RC(NO_2)_2^-Kt^+$  [18].

Таким образом, впервые получены полинитрометильные производные 1,3,5-триазина, содержащие аннелированный тетразольный цикл и имеющие структуру 5-замещенных тетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-онов.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C получены на спектрометре Bruker AM-300 (300 и 75 МГц соответственно) в ДМСО-*d*<sub>6</sub>, внутренний стандарт ГМДС (для <sup>1</sup>H) и ТМС (для <sup>13</sup>C). ИК спектры зарегистрированы на спектрометре Specord M-80 в таблетках КВг (для **4b** в тонкой пленке).

РСА соединения **8** проведен при 298 К на дифрактометре Enraf-Nonius Каппа CCD ( $\lambda = 0.71073$  Å МоК $\alpha$ , графитовый монохроматор,  $\theta/2\theta$ -сканирование,  $\theta_{\max} = 26^\circ$ ). Первичная обработка дифракционных картин проведена с использованием программы Denzo, расчеты выполнены по программе MaXus.

Кристаллы соединения **8** (C<sub>4</sub>N<sub>8</sub>O<sub>5</sub>K<sub>2</sub>, *M* = 396.49, выращены из смеси MeOH–вода)

моноклинные:  $a = 9.872(1)$ ,  $b = 8.679(1)$ ,  $c = 12.397(1)$  Å,  $\beta = 100.74(1)^\circ$ ,  $V = 1043.5(2)$  Å<sup>3</sup>,  $d_{\text{выч}} = 2.026$  г/см<sup>3</sup>,  $Z = 4$ , пространственная группа  $P2_1/n$ . Структура расшифрована прямым методом и уточнена МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов. Окончательные значения факторов расхожимости  $R = 0.033$ ,  $R_w = 0.054$  по 1921 независимым отражениям с  $I > 3\sigma(I)$ .

Для ТСХ использованы стандартные пластины Silufol UV-254.

Синтез соединения **3a** описан в работе [2].

**Соединение 3b** получают по методике, описанной в работе [2], с использованием в реакции раствора Et<sub>2</sub>NH в хлороформе. Выход 80%, т. пл. 138–139 °С (разл.). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3000–2850, 1640–1580, 1450, 1280, 1215, 1175, 1100–1060, 975, 930, 845, 795. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д.: 1.26 (4H, т, CH<sub>3</sub>); 3.65 (6H, к, NCH<sub>2</sub>). Найдено, %: C 23.89; H 2.37; N 31.08. C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>N<sub>10</sub>O<sub>12</sub>. Вычислено, %: C 24.00; H 2.22; N 31.11.

**Соединение 5** получают по методике, описанной в работе [6] с использованием для нейтрализации Me<sub>4</sub>NOH. Выход 45%, т. пл. 178–179 °С (разл.). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 2930, 2870, 1655, 1640, 1625, 1590–1580, 1480, 1460, 1420, 1335, 1295, 1115, 1080, 950, 910, 860, 840, 810, 800, 780. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д.: 3.37 (12H, с, CH<sub>3</sub>). Найдено, %: C 23.11; H 2.42; N 29.82. C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>N<sub>10</sub>O<sub>13</sub>. Вычислено, %: C 23.08; H 2.56; N 29.91

**4-Азидо-2-диметиламино-6-тринитрометил-1,3,5-триазин (4a)**. К раствору 2.11 г (5 ммоль) соединения **3a** в 20 мл MeCN при 0–5 °С и перемешивании прибавляют 0.36 г (5.5 ммоль) азидата натрия и выдерживают 1–1.5 ч, контролируя ход реакции по результатам ТСХ. Затем реакционную смесь выливают при перемешивании в 100 мл воды, выпавшее осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат на воздухе. Выход азидотриазина **4a** 1.41 г (90%), т. пл. 75–76 °С. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 2944, 2216, 2152, 1624, 1592, 1504, 1432, 1396, 1372, 1336, 1296, 1280, 1220, 1104, 1048, 984, 856, 792. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д.: 3.11 и 3.20 (6H, д, NMe). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 169.08 (C–N<sub>3</sub>); 163.41 (C–C(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>); 161.21 (C–NMe<sub>2</sub>); 36.49 и 36.08 (CH<sub>3</sub>). Найдено, %: C 23.01; H 2.05; N 44.47. C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>N<sub>10</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: C 22.93; H 1.91; N 44.59.

**4-Азидо-2-диэтиламино-6-тринитрометил-1,3,5-триазин (4b)**. К раствору 2.25 г (5 ммоль) соединения **3b** в 20 мл MeCN при 0–5 °С и перемешивании прибавляют 0.36 г (5.5 ммоль) азидата натрия и выдерживают 1–1.5 ч, контролируя ход реакции по результатам ТСХ. Затем реакционную смесь выливают при перемешивании в 100 мл воды, выпавшее маслообразное соединение экстрагируют 20 мл дихлорэтана. Экстракт промывают водой, сушат сульфатом натрия, дихлорэтан отгоняют в вакууме (30–40 мм рт. ст.) и остаток вакуумируют (1–2 мм рт. ст., 20–25 °С). Выход соединения **4b** 1.59 г (93%), вязкая маслообразная жидкость. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 2992, 2944, 2888, 2216, 2144, 1632, 1592, 1504, 1472, 1452, 1400, 1368, 1324, 1296, 1264, 1248, 1224, 1200, 1088, 1056, 984, 848, 796. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д.: 1.09 и 1.17 (6H, 2 т, CH<sub>3</sub>); 3.52 и 3.65 (4H, 2 к, NCH<sub>2</sub>). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 169.04 (C–N<sub>3</sub>); 162.51 (C–C(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>); 161.06 (C–N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>); 42.55 и 42.33 (NCH<sub>2</sub>); 11.86 и 11.68 (CH<sub>3</sub>). Найдено, %: C 28.19; H 3.21; N 40.82. C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>10</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: C 28.08; H 2.92; N 40.94.

**Тетраметиламмониевая соль 5-тринитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она (7)**. К раствору 2.34 г (5 ммоль) соединения **5** в 7.2 мл Me<sub>2</sub>CO и 0.4 мл воды при температуре 20–25 °С и перемешивании прибавляют 0.36 г (5.5 ммоль) азидата натрия и выдерживают 2.5–3 ч, контролируя ход реакции по результатам ТСХ. Затем реакционную смесь выливают при перемешивании в 70 мл воды, выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат на воздухе. Выход **7** 1.17 г (65%), т. пл. 166 °С (разл.). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3048, 2936, 1720, 1634, 1604, 1598, 1556, 1534, 1490, 1426, 1370, 1332, 1300, 1168, 1118, 1072, 988, 950, 926, 844, 802, 782, 690. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д.: 3.37 (12H, с, (CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>N<sup>+</sup>). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 158.20 (C–C(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>); 156.02 (N–C=N); 147.65 (C=O); 54.47, 54.42 и 54.37 ((CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>N<sup>+</sup>). Найдено, %: C 26.62; H 3.41; N 39.03. C<sub>8</sub>H<sub>12</sub>N<sub>10</sub>O<sub>7</sub>. Вычислено, %: C 26.67; H 3.36; N 38.89.

**Дикалиевая соль 5-динитрометилтетразоло[1,5-*a*]-1,3,5-триазин-7-она (8)**. К раствору 1.80 г (5 ммоль) **7** в 15 мл MeOH при 20–25 °С и перемешивании прибавляют 0.83 г (5 ммоль) иодида калия, выдерживают 5 мин и выпавший осадок иодида тетраметиламмония отфильтровывают. К фильтрату при температуре 20–25 °С и перемешивании прибавляют 2.49 г (15 ммоль) иодида калия и выдерживают в этих условиях 48 ч, контролируя ход реакции по результатам ТСХ. Выпавший осадок соли **8** отфильтровывают, промывают на фильтре 5 мл MeOH и перекристаллизовывают из 50% (по объему) водного MeOH. Выход соединения **8** 1.19 г (60%), т. пл. 238 °С (разл.).

ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1680, 1558, 1512, 1496, 1480, 1446, 1394, 1362, 1292, 1284, 1276, 1208, 1168, 1152, 1140, 1132, 1088, 1008, 940, 832, 800, 776, 764, 748, 732, 696, 680. Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 164.44 ( $\text{C}-\text{C}(\text{NO}_2)_2-$ ); 160.00 ( $\text{N}-\text{C}=\text{N}$ ); 150.35 ( $\text{C}=\text{O}$ ); 134.25 ( $\text{C}(\text{NO}_2)_2$ ). Найдено, %: C 15.16; N 35.03.  $\text{C}_4\text{N}_8\text{O}_5\text{K}_2$ . Вычислено, %: C 15.09; N 35.22.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 01-04-97042) и Министерства промышленности и науки Московской области.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. V. Shastin, T. I. Godovikova, S. P. Golova, V. S. Kuz'min, L. I. Khmel'nitskii, B. L. Korsunskii, *Mendeleev Commun.*, 17 (1995).
2. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, С. П. Голова, Л. И. Хмельницкий, Б. Л. Корсунский, *ХГС*, 674 (1995).
3. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, С. П. Голова, М. В. Поворин, Д. Е. Дмитриев, М. О. Декаприлевич, Ю. А. Стреленко, Ю. Т. Стручков, Л. И. Хмельницкий, Б. Л. Корсунский, *ХГС*, 679 (1995).
4. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, С. П. Голова, Л. И. Хмельницкий, Б. Л. Корсунский, *ХГС*, 1254 (1997).
5. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, Б. Л. Корсунский, *ХГС*, 1404 (1998).
6. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, Б. Л. Корсунский, *ХГС*, 76 (1999).
7. А. А. Гидаспов, В. В. Бахарев, Ю. Н. Булычев, *Хим.-фарм. журн.*, **34**, № 7, 6 (2000).
8. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, Б. Л. Корсунский, в кн. *Материалы первой Междунар. Конф. «Химия и биологическая активность азотистых гетероциклов и алкалоидов»*, Москва, 2001, **2**, 336.
9. А. В. Шастин, Т. И. Годовикова, Б. Л. Корсунский, в кн. *Материалы первой Междунар. Конф. Химия и биологическая активность азотистых гетероциклов и алкалоидов*, Москва, 2001, **2**, 338.
10. В. Я. Починок, Л. Ф. Авраменко, Т. Ф. Григоренко, В. Н. Скопенко, *Успехи химии*, **44**, 1028 (1975).
11. В. Я. Починок, *Успехи химии*, **45**, 354 (1976).
12. В. П. Криволапов, Е. Б. Николаенкова, В. П. Мамаев, *Изв. АН, Сер. хим.*, 491 (1998).
13. E. Kessenich, K. Polborn, A. Schulz, *Inorg. Chem.*, **40**, 1102 (2001).
14. D. J. Glover, M. J. Kamlet, *J. Org. Chem.*, **26**, 4734 (1961).
15. В. А. Островский, В. С. Поплавский, *Синтез гетероциклических соединений*, ЛТИ им. Ленсовета, Ленинград, 1985, с. 5.
16. *Общая органическая химия*, под ред. Д. Бартона, Д. Оллиса, Химия, Москва, 1985, **8**, 434.
17. С. С. Новиков, Г. А. Швехгеймер, В. В. Севостьянова, В. А. Шляпочников, *Химия алифатических и алициклических нитросоединений*, Химия, Москва, 1974, с. 330.
18. И. В. Целинский, И. В. Шугалей, М. Б. Щербинин, *Физическая химия нитросоединений. Геометрия молекул и спектроскопия нитросоединений*, ЛТИ им. Ленсовета, Ленинград, 1985, с. 35.

Институт проблем химической физики РАН,  
Черноголовка 142432, Московская обл.  
e-mail: boris@uicp.ac.ru

Поступило в редакцию 23.10.2002

<sup>a</sup>Самарский государственный технический  
университет, Самара 443010, Россия  
e-mail: xtoca@sstu.edu.ru