

Т. И. Годовикова, С. А. Возчикова, Е. Л. Игнатьева,
Л. И. Хмельницкий, Б. Л. Корсунский

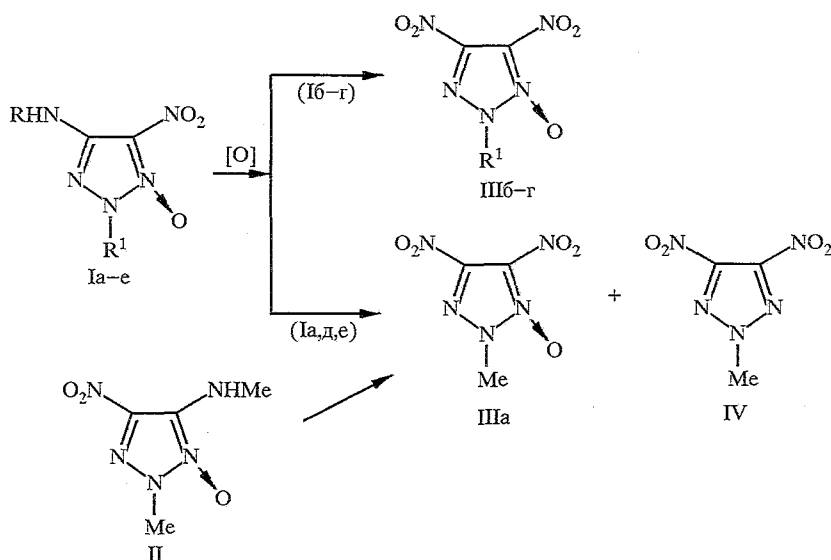
РЕАКЦИИ 2,4-ДИЗАМЕЩЕННЫХ
5-НИТРО-1,2,3-ТРИАЗОЛ-1-ОКСИДОВ

2*. ОКИСЛЕНИЕ 2-ЗАМЕЩЕННЫХ
4-АМИНО(АЛКИЛАМИНО)-5-НИТРО-1,2,3-ТРИАЗОЛ-1-ОКСИДОВ

Изучено окисление замещенных аминонитротриазолоксидов до соответствующих динитропроизводных триазол- и азотриазолоксидов.

Ранее мы разработали метод синтеза 2-замещенных 4-амино(алкиламино)-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксидов [2, 3]. В настоящем сообщении приведены результаты изучения окисления в разных условиях ряда таких соединений.

В качестве объектов исследования были выбраны первичные и вторичные амины указанного типа, Ia—г и Id,e соответственно, содержащие в положении 2 различные заместители, а также 2-метил-5-метиламино-4-нитро-1,2,3-триазол-1-оксид (II), имеющий иное расположение алкиламино- и нитрогрупп. При их окислении трифторнадуксусной кислотой с выходом 30...67% нами были получены соответствующие динитропроизводные III:



Ia R = H, R¹ = Me; б R = H, R¹ = CH₂Ph; в R = H, R¹ = CH₂CH₂OH;
г R = H, R¹ = CH₂CH(OH)Me; д R = R¹ = Me; е R = Et, R¹ = Me;
III а,д,е R¹ = Me; б R¹ = CH₂Ph; в R¹ = CH₂CH₂OH; г R¹ = CH₂CH(OH)Me

* Сообщение 1 см. [1].

Окисление вторичных аминов протекает приблизительно вдвое быстрее, что, однако, не сказывается на выходе продукта IIIa (50 до 70%). До наших работ не было описано окисление вторичных аминогрупп до нитрогруппы в азотсодержащих гетероциклах.

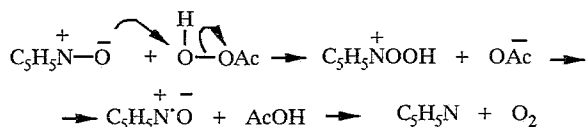
Следует отметить, что во всех случаях образования продукта IIIa из реакционной смеси колоночной хроматографией был выделен также 2-метил-4,5-динитро-1,2,3-триазол (IV). Выход последнего и соотношение продуктов IIIa : IV зависят от строения исходного соединения. Так, для первичного амина Ia выход триазола IV составляет 6%, а соотношение IIIa : IV приблизительно равно 9 : 1. Для вторичных аминов Id, Ie, II выход соединения IV возрастает от 13 до 33%, а указанное соотношение изменяется от 4,7 : 1 до 2 : 1.

В реакциях окисления трифторнадуксусной кислотой аминотриазолоксидов Ib—г не удалось зафиксировать даже с помощью ТСХ соответствующий динитротриазол.

При окислении соединения Ia кислотой Каро выходы продуктов IIIa и IV были 50 и 40% соответственно. Мы предположили, что триазол IV получается в условиях реакции из триазолоксида IIIa. Действительно, в результате окисления соединения IIIa кислотой Каро при 30...35 °С нами был получен триазол IV с выходом 56%.

Образование 1,2,3-триазолов из соответствующих N-оксидов при действии надкислот ранее не было описано.

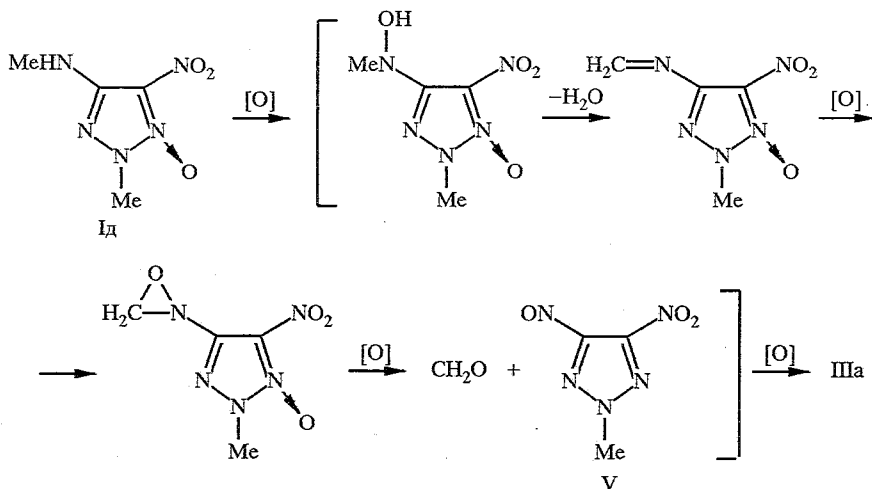
Отщепление N-оксидного атома кислорода в присутствии окислителей рассматривалось для N-оксидов некоторых других азотсодержащих гетероциклов [4]. В работе [5] приводится схема такого превращения для N-оксида пиридина:



Отмечено, что в кислой среде без перекиси данная реакция не наблюдается.

Известно также, что окисление вторичных аминов надкислотами приводит к соответствующим N,N-дизамещенным гидроксиламинам [6]. Если в полученных продуктах алкильный заместитель может отщепляться в виде карбонильного соединения, то реакция идет до образования нитропроизводного [7], легко окисляющегося до нитросоединения [8].

По аналогии с литературными данными [7] окисление, например, триазолоксида Id, по-видимому, протекает по схеме



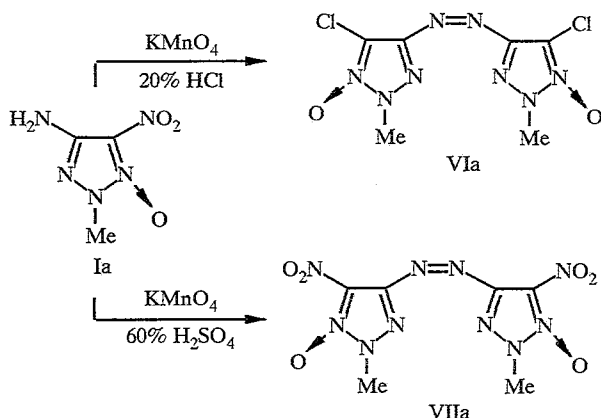
В результате окисления триазолоксида Ia трифторнадуксусной кислотой при 10 °С была получена смесь (1 : 1) соединения IIIa и промежуточного продукта — 2-метил-5-нитро-4-нитрозо-1,2,3-триазол-1-оксида (V). Эту смесь не удалось разделить на колонке, так как R_f обоих соединений одинаковы при использовании различных растворителей в качестве элюента. Близкая растворимость не позволила разделить их и перекристаллизацией. Смесь соединений IIIa и V окрашена в интенсивный зеленый цвет, свидетельствующий о том, что нитрозопродукт является в значительной степени мономером. Хранение этой смеси при комнатной температуре в течение двух-трех суток не приводит к заметному разложению. Наличие продукта V подтверждено данным ИК спектра, ЯМР ^{14}N и масс-спектров.

Описанный выше метод позволяет синтезировать динитропроизводные 1,2,3-триазол-1-оксидов, содержащие в положении 2 цикла заместитель с функциональной группой, например гидроксильной (соединения IIIв,г).

Триазолоксид IIIa получен при нитровании 2-метилзамещенного триазолоксида смесью концентрированных азотной и серной кислот при 100 °С [9]. Жесткие условия этого метода ограничивают его применение в синтезе указанных производных.

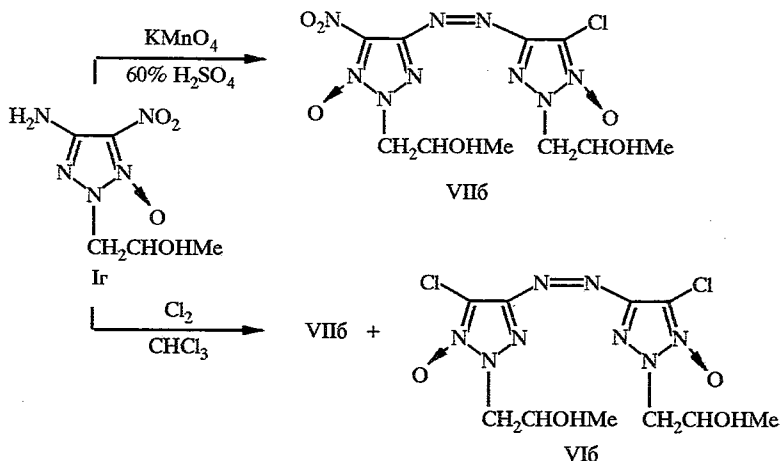
В качестве окислителя нами использован также перманганат калия в кислой среде.

На примере окисления триазолоксида Ia показано, что в зависимости от применяемой кислоты получаются азосоединения различного строения. Так, в случае соляной кислоты в качестве основного продукта образуется 4,4'-азо-2-метил-5-хлор-1,2,3-триазол-1-оксид (VIa) (выход 30%), содержащий следы 4,4'-азо-2-метил-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (VIIa). Окисление триазолоксида Ia в серной кислоте приводит только к динитропроизводному VIIa (выход 40%).



Мы предполагаем, что образование соединения VIa происходит путем нуклеофильного замещения нитрогрупп на хлор на одной из промежуточных стадий окисления аминотриазолоксида, а не в конечном продукте, так как нами установлено, что азотриазолоксид VIIa в условиях, аналогичных окислению, не превращается в соединение VIa.

Перманганат калия в 60% серной кислоте применялся нами и для окисления аминотриазолоксида Ig с целью получения соответствующего азосоединения VIIб. Однако конечный продукт содержал значительное количество примесей, от которых трудно избавиться.



Поэтому для синтеза соединения VIIб в качестве окислителя использовался газообразный хлор в виде свежеприготовленного раствора в хлороформе. Отметим, что содержание побочного продукта — соответствующего дихлорпроизводного VIб — возрастает с повышением температуры реакции и увеличением количества окислителя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры сняты на спектрофотометрах Spesord IR-75 и UR-20 в таблетках KBr, УФ спектры — на приборе Spesord UV для растворов в абсолютном этаноле. Масс-спектры получены на приборе фирмы Varian с прямым вводом образца в ионный источник при энергии ионизирующих электронов 70 эВ, ускоряющем напряжении 1,75 кВ и токе эмиссии 100 мА. Спектры ЯМР ^{13}C , $^{14}/^{15}\text{N}$ регистрировали на спектрометре Bruker AM-300 на частотах 21,67; 30,42 и 75,47 МГц. Спектры ПМР получены на приборе Bruker WP-250. ТСХ проводилась на Silufol UV-254 (элюент — хлористый метилен) с детектированием в УФ свете, колоночная хроматография — на колонке ($70 \times 1,5$ см) с силикагелем L 40/100 μ , элюент хлористый метилен—четырехлористый углерод, 4 : 1.

Синтез соединений Ia и Id, Ib—г, а также Ie и II описан в работах [3], [10] и [1] соответственно.

Окисление 2-R'-4-R-амино-5-нитро- и 2-метил-4-нитро-5-метиламино-1,2,3-триазол-1-оксидов Ia—е и II трифторнадуксусной кислотой (общая методика). К смеси 1,1 г (40 ммоль) 80% перекиси водорода и 13 мл (171 ммоль) трифторуксусной кислоты в течение 15 мин при 18...20 °С добавляют 2 ммоль соединения Ia—е или II. Реакционную смесь выдерживают при той же температуре 2 ч до полного исчезновения исходного триазолоксида (контроль ТСХ, элюент — хлористый метилен), после чего добавляют 10...15 мл воды и экстрагируют хлористым метиленом (3×30 мл). Объединенные экстракты высушивают сульфатом магния. Растворитель удаляют в вакууме, из остатка колоночной хроматографией выделяют соединения III и IV. Идентичность полученных разными способами продуктов IIIа, а также IV устанавливают по данным ИК, ПМР и масс-спектров.

Из 4-амино-2-метил-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (Ia) получают 0,2 г (55%) 2-метил-4,5-динитро-1,2,3-триазол-1-оксида (IIIа), $T_{\text{пл}}$ 130...132 °С. Лит. $T_{\text{пл}}$ 132 °С [1] и 0,02 г (6%) 2-метил-4,5-динитро-1,2,3-триазола (IV), $T_{\text{пл}}$ 77...78 °С (из CCl_4). Лит. $T_{\text{пл}}$ 81...82 °С (из смеси этилацетат—гексан) [9]. (В работе не приведены данные элементного анализа и спектральные характеристики соединений). ИК спектр: 2960, 2930, 2860, 1580, 1570, 1510, 1440, 1370, 1350, 1320, 1145, 865, 815, 755 cm^{-1} . Спектр ПМР [$(\text{CD}_3)_2\text{CO}$]: 4,30 м. д. (3H, с, CH_3). Спектр ЯМР ^{13}C [$(\text{CD}_3)_2\text{CO}$]: 143,57 (C(4), C(5)); 44,53 м. д. (CH_3). Спектр ЯМР ^{14}N [$(\text{CD}_3)_2\text{CO}$]: -32,96 м. д.

(NO₂). Спектр ¹⁵N [(CD₃)₂CO]: -48,84 (N₍₁₎, N₍₃₎); -139,04 м. д. (N₍₂₎). Масс-спектр, *m/z*: 173 [M]⁺; 81 [M-2NO₂]⁺; 43 [CH₃N₂]⁺; 42 [CH₂N₂]⁺. Найдено, %: С 21,17; Н 1,90; N 40,55. С₃H₃N₅O₄. Вычислено, %: С 20,80; Н 1,73; N 40,46.

Из 4-амино-2-бензил-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (Iб) получают 0,1 г (30%) 2-бензил-4,5-динитро-1,2,3-триазол-1-оксида (IIIб). *T*_{пл} 121...122 °С (из ССl₄). ИК спектр: 1580, 1560, 1510, 1470, 1450, 1430, 1385, 1360, 1340, 1305, 1255, 1210, 1080, 915, 835, 810, 775, 745, 715 см⁻¹. Спектр ПМР [(CD₃)₂CO]: 5,75 (2H, с, CH₂); 7,41 м. д. (5H, с, C₆H₅). Спектр ЯМР ¹⁴N [(CD₃)₂CO]: -34,39 (NO₂); -40,35 (NO₂); -82,00 м. д. (N → O). Масс-спектр, *m/z*: 265 [M]⁺; 249 [M-O]⁺; 248 [M-OH]⁺; 91 [C₆H₅CH₂]⁺; 77 [C₆H₅]⁺. Найдено, %: С 40,84; Н 2,71; N 26,56. С₉H₇N₅O₅. Вычислено, %: С 40,76; Н 2,66; N 26,41.

Из 4-амино-5-нитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (Iв) получают 0,3 г (67%) 4,5-динитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (IIIв). *T*_{пл} 106 °С (разл.). ИК спектр: 3490, 2960, 2920, 1580, 1575, 1550, 1530, 1455, 1385, 1335, 1250, 1080, 1050, 965, 895, 875, 835, 795, 760, 740, 710 см⁻¹. Найдено, %: С 21,85; Н 2,10; N 31,86. С₄H₅N₅O₆. Вычислено, %: С 21,98; Н 2,30; N 31,96.

Из 4-амино-5-нитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (Iг) получают 0,2 г (43%) 4,5-динитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (IIIг). *T*_{пл} 110...111 °С (из эфира). ИК спектр: 3450, 2980, 1580, 1560, 1510, 1455, 1430, 1385, 1340, 1270, 1250, 1135, 1085, 945, 850, 840, 805, 740 см⁻¹. Спектр ПМР (DMCO-D₆): 4,3 (3H, м, CH₂CH); 1,1 м. д. (3H, д, CH₃). Спектр ЯМР ¹⁴N (DMCO-D₆): -33,18 (NO₂); -39,17 м. д. (NO₂). Спектр ЯМР ¹⁵N (DMCO-D₆): -78,10 (N₍₁₎); -98,54 (N₍₃₎); -137,77 (N₍₂₎). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-D₆): 139,50 (C₍₄₎); 129,84 (C₍₅₎); 63,15 (CH); 56,32 (CH₂); 20,18 м. д. (CH₃). Найдено, %: С 25,71; Н 3,12; N 29,89. С₅H₇N₅O₆. Вычислено, %: С 25,76; Н 3,03; N 30,04.

Из 2-метил-4-метиламино-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (Iд) получают триазолоксид IIIа, выход 50% и триазол IV, выход 13%.

Из 2-метил-5-нитро-4-этиламино-1,2,3-триазол-1-оксида (Iе) получают триазолоксид IIIа (70%) и триазол IV (22%).

Из 2-метил-5-метиламино-4-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (II) получают триазолоксид IIIа (66%) и триазол IV (33%).

2-Метил-5-нитро-4-нитрозо-1,2,3-триазол-1-оксид (V). К смеси 1,1 г (40 ммоль) 80% перекиси водорода в 13 мл (171 ммоль) трифторуксусной кислоты в течение 15 мин при 10 °С добавляют 0,4 г (2,5 ммоль) триазолоксида Ia. Реакционную смесь выдерживают 1 ч при той же температуре (смесь приобретает ярко-зеленую окраску) до исчезновения исходного амина Ia (ТСХ, элюент — хлористый метилен, для Ia R_f 0,2). Реакционную массу обрабатывают как описано выше. Колоночной хроматографией (элюент — хлористый метилен) выделяют 0,3 г ярко-зеленой кристаллической смеси (1 : 1, данные спектра ЯМР ¹⁴N) продуктов IIIа и V. *T*_{пл} 97...104 °С, R_f 0,8 (хлористый метилен). ИК спектр: 1570, 1530, 1480, 1430, 1385, 1370, 1250, 1110, 1085, 1035, 920, 830, 805, 790, 765, 750 см⁻¹. УФ спектр, λ: 230 и 960 нм. Спектр ЯМР ¹⁴N [(CD₃)₂CO]: -34,33 (4-NO₂, IIIа); -37,42 (NO₂, V); -40,18 (5-NO₂, IIIа); -78,79 м. д. (N → O). Сигнал нитрозогруппы в области 500...400 м. д. не удалось обнаружить из-за его большой ширины (Δν_{1/2} > 1000 Гц).

Спектр ПМР (CDCl₃): 4,10 (3H, с, CH₃) и 4,09 м. д. (3H, с, CH₃). Масс-спектр, *m/z*: 189 [MIIIа]⁺; 173 [MIIIа-O]⁺ и [MIV]⁺; 143 [MIIIа-NO₂]⁺ и [MV-NO]⁺; 97 [MIIIа-2NO₂]⁺ и [MV-NO-NO₂]⁺.

Окисление триазолоксида Ia кислотой Каро. К 10 мл 30% олеума при 0...10 °С и интенсивном перемешивании добавляют 4 мл 80% перекиси водорода и 0,5 г (3 ммоль) соединения Ia. Температуру постепенно поднимают до 20 °С и реакционную смесь в этих условиях выдерживают 14...15 ч. Реакционную массу выливают на лед, добавляют бикарбонат калия до pH 1 и экстрагируют хлористым метиленом (3 × 30 мл). Суммарный экстракт высушивают прокаленным сульфатом магния. Растворитель удаляют в вакууме, а из остатка колоночной хроматографией выделяют 0,3 г (50%) триазолоксида IIIа и 0,1 г (40%) триазола IV.

Взаимодействие триазолоксида IIIа с кислотой Каро. К 35 мл 30% олеума при 0...10 °С и интенсивном перемешивании добавляют 10 мл 80% перекиси водорода и 1,1 г (6 ммоль) триазолоксида IIIа. Температуру поднимают до 30...35 °С и реакционную смесь выдерживают в этих условиях 4 ч. Реакционную массу обрабатывают как описано для соединения Ia. Колоночной хроматографией выделяют 0,55 г (56%) триазола IV и 0,4 г (36%) исходного соединения IIIа.

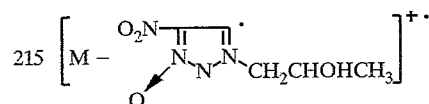
Окисление 4-амино-2-метил-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (Iа) перманганатом калия в кислой среде. А. Окисление в соляной кислоте. К смеси 0,1 г (0,6 ммоль) амина Ia и 10 мл 20% соляной кислоты при интенсивном перемешивании и температуре 20 °С добавляют по каплям

раствор 0,2 г (1,2 ммоль) перманганата калия в 10 мл воды. Через 18...20 ч в реакционную массу добавляют щавелевую кислоту до исчезновения коричневой окраски. Осадок отфильтровывают, промывают водой, эфиром, хлористым метилом и высушивают на воздухе. (Фильтрат, по данным ТСХ (R_f 0,6, элюент эфир — хлористый метилен, 1 : 1), содержит следы динитроазопроеводного VIIa). Получают 0,05 г (30%) 4,4'-азо-2-метил-5-хлор-1,2,3-триазол-1-оксида (VIa). $T_{пл}$ 328 °С (разл.). ИК спектр: 3050, 1500, 1430, 1340, 1260, 1220, 1100, 1050, 900, 840, 730, 710 $см^{-1}$. Масс-спектр, m/z : 292; 294; 296. Найдено, %: С 24,64; Н 1,98; N 38,43; Cl 24,51. $C_6H_6Cl_2N_8O_2$. Вычислено, %: С 24,57; Н 2,05; N 38,22; Cl 24,22.

Б. Окисление в серной кислоте. К смеси 0,5 г (3 ммоль) триазолоксида Ia и 30 мл 62% серной кислоты при интенсивном перемешивании и температуре $-10...0$ °С по каплям добавляют раствор 0,3 г (1,5 ммоль) перманганата калия в 15 мл воды. Через 2,5...3,0 ч в реакционную массу добавляют щавелевую кислоту до исчезновения коричневой окраски. Осадок отфильтровывают, промывают водой и высушивают на воздухе. Получают 0,2 г (40%) 4,4'-азо-2-метил-5-нитро-1,2,3-триазол-1-оксида (VIIa). $T_{пл}$ 281 °С (разл.) (из ацетона). ИК спектр: 1570, 1505, 1430, 1370, 1345, 1250, 1135, 1035, 940, 835, 750, 690 $см^{-1}$. Спектр ЯМР ^{14}N [(CD_3) $_2CO$]: $-35,61$ м. д. (NO_2). Масс-спектр содержит пик молекулярного иона M^+ (m/z 314). Найдено, %: С 23,11; Н 2,10; N 44,52. $C_6H_6N_{10}O_6$. Вычислено, %: С 22,92; Н 1,91; N 44,58.

Окисление 4-амино-5-нитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (Iг) перманганатом калия и хлором. **А. Окисление перманганатом калия.** К раствору 0,2 г (0,9 ммоль) триазолоксида Iг в 30 мл 60% серной кислоты в течение 30 мин при -10 °С добавляют раствор 0,1 г (0,5 ммоль) перманганата калия в 10 мл воды. Смесь выдерживают при этой температуре 4,5 ч и далее 30 мин при 18...20 °С. Реакционную массу выливают на лед, экстрагируют эфиром (2 × 50 мл) и этилацетатом (2 × 50 мл). Объединенный экстракт высушивают прокаленным сульфатом магния, после удаления растворителя осадок хроматографируют на колонке (элюент — эфир), собирая фракцию с R_f 0,07 (эфир). Получают 0,09 г (50%) 4,4'-азо-5-нитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида соединения (VIIб), содержащего большое число примесей (данные ТСХ), $T_{пл}$ 142...145 °С. Повторная очистка колоночной хроматографией и перекристаллизация из смеси этилацетат—эфир (1 : 1) не позволили полностью очистить полученный продукт.

Б. Окисление хлором. К раствору 0,2 г (0,9 ммоль) триазолоксида Iг в 5 мл хлороформа при комнатной температуре и перемешивании добавляют раствор 0,3 г (3,6 ммоль) бикарбоната натрия в 5 мл воды, а затем при $0...5$ °С по каплям добавляют 5 мл хлороформа, насыщенного хлором. Реакционную смесь выдерживают при указанной температуре 1 ч. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают хлороформом, эфиром и высушивают на воздухе. Получают смесь продуктов VIIб и VIб, которую обрабатывают ацетоном (10 мл × 3). После удаления органического растворителя выделяют 0,11 г (59%) 4,4'-азо-5-нитро-2-(2-оксипропил)-1,2,3-триазол-1-оксида (VIIб), R_f 0,55 (этилацетат). $T_{пл}$ 151 °С (разл.). ИК спектр: 3600, 3400, 2980, 2920, 1620, 1550, 1500, 1490, 1440, 1410, 1350, 1240, 1110, 1040, 940, 910, 820, 740, 720 $см^{-1}$. УФ спектр, λ : 233,0; 386,4 нм. Масс-спектр, m/z : 402 [M] $^+$; 356 [$M-NO_2$] $^+$; 340 [$M-NO_2-O$] $^+$; 298 [$M-NO_2-CH_2CHONCH_3+H$] $^+$;



Найдено, %: С 29,80; Н 3,50; N 35,01. $C_{10}H_{14}N_{10}O_8$. Вычислено, %: С 29,85; Н 3,48; N 34,83.

Не растворимый в ацетоне остаток перекристаллизовывают из этанола и получают 0,05 г (28%) 4,4'-азо-2-(2-оксипропил)-5-хлор-1,2,3-триазол-1-оксида (VIб). R_f 0,25 (этилацетат). $T_{пл}$ 198...199 °С. ИК спектр: 3480, 3450, 2960, 2930, 1620, 1550, 1490, 1460, 1420, 1370, 1350, 1320, 1290, 1270, 1220, 1130, 1100, 1050, 940, 910, 890, 830, 820, 740, 650 $см^{-1}$. Масс-спектр, m/z : 380; 382; 384 [M] $^+$; 364; 366; 368 [$M-O$] $^+$; 345; 347 [$M-Cl$] $^+$; 322; 324; 326 [$M-CH_2CHONCH_3+H$] $^+$; 306; 308; 310 [$M-CH_2CHONCH_3+H-O$] $^+$. Найдено, %: С 31,34; Н 4,00; N 29,50; Cl 18,55. $C_{10}H_{14}Cl_2N_8O_4$. Вычислено, %: С 31,58; Н 3,68; N 29,47; Cl 18,62.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовикова Т. И., Игнатъева Е. Л., Голова С. П., Кузьмин В. С., Хмельницкий Л. И. // ЖОРХ. — 1997. — Т. 33. — С. 1209.
2. Godovikova T. J., Golova S. P., Vozchikova S. A., Ignat'eva E. L., Povorin M. V., Kuz'min V. S., Khmel' nitskii L. J. // Mendeleev Commun. — 1995. — N 5. — P. 194.

3. Годовикова Т. И., Голова С. П., Возчикова С. А., Игнатъева Е. Л., Поворин М. В., Хмельницкий Л. И. // ХГС. — 1996. — № 5. — С. 675.
4. Katritzky A. R., Lagowski J. M. // Chemistry of Heterocyclic N-oxides. — London; New York: Acad. Press, 1971. — P. 230.
5. Roberts S. M., Suschitzky H. // J. Chem. Soc. (C). — 1968. — N 12. — P. 1537.
6. Препаративная органическая химия / Под ред. Вульфсона Н. С. — М.-Л: Химия, 1964. — С. 238.
6. Общая органическая химия / Под ред. Кочеткова Н. К., Бакиновского Л. В. — М.: Химия, 1982. — Т. 3. — С. 373.
7. Химия нитро- и нитрозогрупп / Под ред. Фойера Г. — М.: Мир, 1972. — Т. 1. — С. 196.
8. Vegtrup M., Nytoft H. P. // Acta chem. scand. — 1986. — Vol. 40 B. — P. 262.
9. Годовикова Т. И., Голова С. П., Возчикова С. А., Игнатъева Е. Л., Поворин М. В., Пивина Т. С., Хмельницкий Л. И. // ХГС. — 1999. — № 2. — С. 203.

Институт органической химии
им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва 117913,
Россия
e-mail: cheminst@mail.psu.ru

Поступило в редакцию 16.06.98
После переработки 17.11.98

Институт химической физики РАН
в Черноголовке, Черноголовка 124432,
Россия
