

УДК 547.567.5

А. П. Авдеенко, С. А. Коновалова, О. Н. Михайличенко

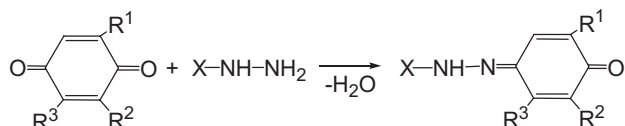
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ N-МЕТИЛ(ТРИФТОРМЕТИЛ, АРИЛ)СУЛЬФОНИЛ-1,4-БЕНЗОХИНОНМОНОИМИНОВ С АРИЛ(АЛКИЛ, АРОИЛ)ГИДРАЗИНАМИ

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

Взаимодействие N-метил(трифторметил, арил)сульфонил-1,4-бензохинон-моноиминов с ацилгидразинами приводит к образованию ароилгидразонов 1,4-бензохинонов, с арил(алкил)гидразинами к восстановлению исходных хинонмоноиминов.

Взаимодействие хиноидных соединений с различными замещенными гидразинами привлекает внимание ученых уже долгое время. Это связано с тем, что среди продуктов этих реакций выявлены биологически активные соединения, обладающие антимикробной активностью [1]. Производные гидразина применяются как лекарственные препараты, инсектициды, фунгициды, пестициды, регуляторы роста растений, красители, антиоксиданты [2]. Продукты реакций N-арилсульфонил-1,4-нафтохинониминов с ароилгидразинами предложены в качестве кислотно-основных индикаторов [3].

При взаимодействии различных производных 1,4-бензохинонов с замещенными гидразинами во всех случаях образуются соответствующие гидразоны 1,4-бензохинонов [4–6].



X=Ar, ArCO; R¹, R², R³=H, Me, i-Pr, t-Bu, Br.

Полученные ацилгидразоны могут существовать в виде трех таутомерных форм — хинонимидольной, азо- и хинонгидразонной формах [6].

Для незамещенных и бромзамещенных в хиноидном ядре ароилгидразонов 1,4-бензохинонов в растворах наблюдается существенное содержание азо-формы, введение одной электронодонорной группы резко сдвигает равновесие в сторону хиноидной структуры. При наличии двух алкильных заместителей в ядре азо-форма в равновесии практически отсутствует, что может быть связано со снижением окислительно-восстановительного потенциала этих соединений, а также с полярностью растворителя [6].

При взаимодействии незамещенных и

2,6-дихлорзамещенных в хиноидном ядре N-фенилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов с арил(ароил)гидразинами во всех случаях происходит восстановление хинониминов до соответствующих N-замещенных аминофенолов [7]. При взаимодействии 2,6-диизопропил-N-арилсульфонил-1,4-бензохинониминов с ацилгидразинами получены ацилгидразоны 1,4-бензохинонов [8,9], что объясняется экранированием карбонильной группы объемными изопропильными заместителями и более низким окислительно-восстановительным потенциалом данного 1,4-бензохинонмоноимина по сравнению с незамещенным в ядре хинониминимом [8–10].

Для 1,4-нафтохинониминов, имеющих более низкий ОВП, чем 1,4-бензохинонмоноимины, в реакции с ароилгидразинами кроме ароилгидразонов 1,4-нафтохинонов образуются также N-арилсульфонил-2-ароилгидразино-1,4-нафтохинонимины [11].

В работе [7] был сделан вывод, что направление реакции N-арилсульфонил-1,4-хинониминов с гидразинами зависит от ОВП хинониминов и основности замещенного гидразина. Повышение ОВП хинонимина и увеличение основности гидразина способствуют протеканию окислительно-восстановительного процесса [7].

Согласно данным работы [8] направление реакций хинониминов с замещенными гидразинами определяется соотношением величин ОВП исходных и конечных продуктов — реакция протекает в направлении образования соединений, обладающих более низким значением ОВП.

Следует отметить, что в работах [7,9] реакции хинониминов с гидразинами проводились при различных температурных режимах, что могло сказаться на направлении реакции, — ароилгидразоны 1,4-бензохинонов получены при комнатной температуре, а N-замещенные 4-аминофенолы —

при кипячении в этаноле. Реакции N-арилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов с алкильными заместителями в ядре, кроме 2,6-диизопропил-N-фенилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов, с замещенными гидразинами не исследовались.

В настоящей работе исследовано взаимодействие N-метил(трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов, а также различных алкилзамещенных в ядре N-арилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов с арил-, алкил- и ароилгидразинами.

В результате реакций N-арил(метил, трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов (Ia–p) с фенил-, 2,4-динитрофенил- и этилгидразинами (IIa–в) в этаноле, ацетонитриле и уксусной кислоте как при кипячении, так и при комнатной температуре, получены соответствующие N-арил(метил, трифторметил)сульфонил-4-аминофенолы (IIIa–p) (схема 1).

При взаимодействии незамещенных в ядре N-метил(трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов (Iб, в) с ароилгидразинами (IVa–в) в этаноле или хлороформе при комнатной температуре также происходит их восстановление до соответствующих аминофенолов (IIIб, в), как и в случае незамещенного в ядре N-фенилсульфонил-1,4-бензохинонмоноимина (Ia) [7] (схема 2).

N-Арил(метил, трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноимины с алкильными заместителями в ядре (Iг–т) реагируют с ароилгидразинами (IVa–в) в этаноле, хлороформе или ацетонитриле с образованием соответствующих алкилзамещенных

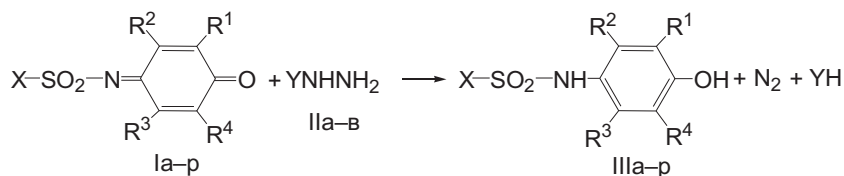
ных в ядре ароилгидразонов 1,4-бензохинонов (Va–м).

Наряду с соединениями (Va–м) были выделены также арилсульфамиды (VIa–в), при этом смесь соединений (Vб) и (VIб) разделить не удалось.

Ароилгидразон 3,5-диметил-1,4-хинона (Ve) представляет собой соединение, имеющее заместители в обоих орто-положениях к иминному атому углерода. Более ранние попытки получить подобные вещества при взаимодействии алкилзамещенных хинонов с ароилгидразинами не увенчались успехом, что связано со стерическими препятствиями, создаваемыми алкильными группами. Получение ароилгидразонов через хинонимины позволяет ввести остаток ароилгидразина в положение 4 хиноидного ядра.

Строение полученных соединений (Va–м) доказано на основании данных спектров ИК, ЯМР ^1H и ^{13}C .

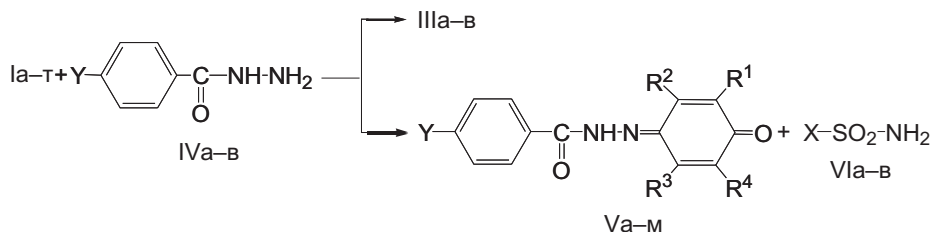
Следует отметить, что полученные соединения (Va–м) обладают различной растворимостью. Введение двух метильных групп в хиноидное ядро [соединения (Vв–з)] увеличивает их растворимость в апротонных растворителях, таких как: хлороформ, хлористый метилен и ацетон, по сравнению с соединениями, имеющими одну метильную группу в ядре (Va, б). При введении изопропильных или трет-бутильных групп в положения 2 и 6 хиноидного ядра [соединения (Ви–м)] растворимость увеличивается еще больше. Кроме того, акцепторные заместители в пара-положении аро-



I, III, X=Ph (а, г, д, ж), 4-MeC₆H₄ (е, к, н, р), Me (б, з, л, о), CF₃ (в, и, м, п); R¹=R²=R³=R⁴=H (а–в), R²=R³=R⁴=H, R¹=Me (г), R¹=R³=R⁴=H, R²=Me (д), R³=R⁴=H, R¹=R²=Me (е), R²=R⁴=H, R¹=R³=Me (ж–и), R²=R³=H, R¹=R⁴=Me (к–м), R¹=R⁴=H, R²=R³=Me (н–п), R²=R³=H, R¹=R⁴=i-Pr (р);

II, Y=Et (а), Ph (б), 2,4-(NO₂)₂C₆H₃ (в).

Схема 1



I, X=Ph (с), 4-MeC₆H₄ (т); R²=R³=H, R¹=R⁴=t-Bu (с), R²=R⁴=H, R³=Me, R¹=i-Pr, (т);
IV, Y=H (а), Cl (б), NO₂ (в); V, Y=H (в, з), Cl (д, к), NO₂ (а, б, г, е, ж, и, л, м); R²=R³=R⁴=H, R¹=Me (а), R¹=R³=R⁴=H, R²=Me (б), R³=R⁴=H, R¹=R²=Me (в), R²=R⁴=H, R¹=R³=Me (г, д), R¹=R⁴=H, R²=R³=Me (е), R²=R³=H, R¹=R⁴=Me (ж, з), R²=R³=H, R¹=R⁴=i-Pr (и, к), R²=R³=H, R¹=R⁴=t-Bu (л), R²=R⁴=H, R³=Me, R¹=i-Pr (м); VI, X=Ph (а), 4-MeC₆H₄ (б), Me (в), CF₃ (г).

Схема 2

матического ядра также понижают растворимость в апротонных растворителях. Мы предполагаем, что это связано с азо-гидразонной таутомерией в растворах данных соединений [6].

С целью подтверждения данного предположения нами проведены квантово-химические расчеты. Методом DFT (B3LYP) с использованием базисного набора 6-31+G(d) были выполнены оптимизации по всем геометрическим параметрам хинонгидразонных и азоформ ароилгидразонов 1,4-бензохинонов без заместителей и с алкильными заместителями в хиноидном ядре (V_{ж,з,н,о}) (табл. 1).

Согласно полученным данным для всех соединений (V_{ж,з,н,о}) с энергетической точки зрения более выгодными являются хинонгидразонные формы. При введении двух метильных или изопропильных групп в хиноидное ядро [соединения (V_{ж,з,о})] наблюдается увеличение разности энергий данных форм, при этом хинонгидразонная форма становится еще более энергетически выгодной. Полученные результаты квантово-химических расчетов находятся в соответствии с данными процентного содержания форм (А) и (Б) для соединений (V_{н,о}), полученными в работе [6]. Согласно этим данным процентное содержание хинонгидразонной формы для соединения (V_н) составляет 87,5±2,5%, а для соединения (V_о) – 98,1±0,2%.

Следует также отметить, что введение акцепторного заместителя в пара-положение ароматического кольца сказывается на разности данных энергий значительно меньше, чем введение различных заместителей в хиноидное ядро.

Спектры ЯМР ¹H соединений (V_{а-м}) подтверждают полученные результаты. В спектрах соединений (V_{а, б}) в области δ 11,03–12,31 м.д. имеются два сигнала гидроксильного и амидного протонов, в спектрах соединений (V_{в-м}) присутствует лишь один сигнал. Протоны хиноидного ядра соединений (V_{а-м}) проявляются в области δ 6,39–8,07 м.д. В ИК спектрах соединений (V_{а-м}) полоса поглощения, характерная для аминогруппы, проявляется в области 3367–3435 см⁻¹. Для соединения (V_и) в спектре ЯМР ¹³C присутствуют следующие сигналы: 21,75 (2Me в i-Pr²),

21,96 (2Me в i-Pr⁶), 26,79 (CH в i-Pr²), 27,50 (CH в i-Pr⁶), 115,61 (C^{3,5}), 123,18 (C^{2,6}), 132,38 (C^{3,5}), 138,12 (C¹), 148,97 (C⁴), 149,71 (C=N), 152,18 (C^{2,6}), 183,15 (NH–C=O), 185,66 (C=O).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что различная растворимость ароилгидразонов 1,4-бензохинонов (V_{а-м}) в апротонных растворителях возрастает с увеличением процентного содержания хинонгидразонной формы.

Данное исследование является дополнительным подтверждением того, что направление реакций N-арил(метил, трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов с арил(алкил)- и ароилгидразинами зависит от ОВП хинониминов и основности замещенных гидразинов. При этом растворитель и температурный режим не оказывают существенного влияния на продукты реакции. При взаимодействии с ароилгидразинами алкилзамещенных в ядре хинониминов во всех случаях получены соответствующие ароилгидразоны хинонов, что ранее наблюдалось только для 2,6-диизопропил-N-арилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов. Впервые получен ранее в литературе не описанный ароилгидразон 3,5-диметил-1,4-бензохинона, имеющий два заместителя в орто-положениях к атому азота.

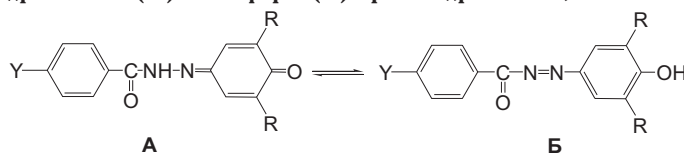
Экспериментальная часть

ИК спектры синтезированных соединений снимали на спектрометре Vertex–70 в таблетках KBr для соединений (V_{а-з}) и в растворе CHCl₃ для соединений (V_{и-м}). Спектр ЯМР ¹³C для соединения (V_и) записан на приборе Varian VXR-300 с рабочей частотой 75,4 МГц в CDCl₃. Анализ чистоты соединений проводили методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254. В качестве растворителей использовали хлороформ, ацетон, ТГФ, элюенты – спирт–хлороформ, 1:10, бензол–гексан, 10:1, гексан–этилацетат, 1:2, проявление УФ-светом.

Квантово-химические расчеты выполнены с использованием пакета Firefly QC [12], который частично основан на исходном коде пакета GAMESS (US) [13]. Поиск переходных состояний осуществлялся с использованием стандартной процедуры оптимизации структуры.

Таблица 1

Энергии хинонгидразонных (А) и азоформ (Б) ароилгидразонов 1,4-бензохинонов (V_{ж,з,н,о})



| Номер | Y | R | E, а.е. | | ΔE=E(Б) – E(А) | |
|----------------|-------------------|------|----------------------------|--------------|----------------|----------|
| | | | Хинонгидразонная форма (А) | Азоформа (Б) | а.е. | кДж/моль |
| V _н | H | H | -761,341322 | -761,337894 | 0,003428 | 9,00 |
| V _ж | 4-NO ₂ | Me | -1044,492978 | -1044,484833 | 0,008145 | 21,39 |
| V _з | H | Me | -839,984944 | -839,976010 | 0,008934 | 23,46 |
| V _о | H | i-Pr | -997,239054 | -997,228628 | 0,010426 | 27,38 |

Выходы, температуры плавления и данные элементного анализа соединений (Va, в-м)

| Номер соединения | Выход, % | T _{пл} , °C | Найдено, % N | Брутто-формула | Вычислено, % N |
|------------------|----------|-----------------------|--------------|---|----------------|
| Va | 51 | 245–247 | 14,65; 14,68 | C ₁₄ H ₁₁ N ₃ O ₄ | 14,73 |
| Vb | 64 | 203–204 | 11,00; 11,05 | C ₁₅ H ₁₄ N ₂ O ₂ | 11,02 |
| Vг | 78 | 259–260 | 13,90; 13,98 | C ₁₅ H ₁₃ N ₃ O ₄ | 14,04 |
| Vд | 75 | 258–260 | 9,60; 9,69 | C ₁₅ H ₁₃ ClN ₂ O ₂ | 9,70 |
| Ve | 52 | 268–270 | 13,99; 14,00 | C ₁₅ H ₁₃ N ₃ O ₄ | 14,04 |
| Vж | 81 | 267–268 | 14,00; 14,09 | C ₁₅ H ₁₃ N ₃ O ₄ | 14,04 |
| Vз | 85 | 219–220 | 10,90; 10,99 | C ₁₅ H ₁₄ N ₂ O ₂ | 11,02 |
| Vi | 89 | 199–200 (203–204 [9]) | 11,70; 11,80 | C ₁₉ H ₂₁ N ₃ O ₄ | 11,82 |
| Vк | 95 | 174–177 | 8,00; 8,15 | C ₁₉ H ₂₁ ClN ₂ O ₂ | 8,12 |
| Vл | 96 | 222–224 | 10,90; 10,93 | C ₂₁ H ₂₅ N ₃ O ₄ | 10,96 |
| Vм | 88 | 191–192 | 12,78; 12,80 | C ₁₇ H ₁₇ N ₃ O ₄ | 12,84 |

Таблица 3

Спектры ЯМР ¹H соединений (Va–м)

| Номер соединения (растворитель) | Химические сдвиги, δ, м.д. | | |
|---------------------------------|--|--|--|
| | протонов хиноидного ядра | протонов группы NH | протонов ароматического ядра |
| Va (DMSO-d ₆) | 2,02 уш.с (3H, Me ²), 6,59 уш.с (1H, H ⁶), 7,30 уш.с (1H, H ³), 8,01 уш.с (1H, H ⁵) | 11,96 уш.с (1H, OH), 12,31 уш.с (1H, NH) | 8,16–8,37 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 8,7 Гц |
| Vб (DMSO-d ₆) | 2,02 с (3H, Me ³), 7,08–7,11 д.д (1H, H ⁶), J _{6,5} 8,4 Гц, J _{6,2} 1,2 Гц, 7,15 д (1H, H ²) 8,14 д (1H, H ⁵) | 11,03 уш.с (1H, OH), 12,21 уш.с (1H, NH) | 8,32–8,41 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 9,3 Гц |
| Vв (DMSO-d ₆) | 1,93 с (3H, Me ²), 2,17 уш.с (3H, Me ³), 6,47 д (1H, H ⁶), J _{6,5} 9,6 Гц, 8,07 д (1H, H ⁵) | 12,12 уш.с (1H, NH) | 7,54–7,91 м (5H, Ph) |
| Vг (DMSO-d ₆) | 1,97 с (3H, Me ²), 2,10 уш.с (3H, Me ³), 6,41 с (1H, H ⁶), 7,94 с (1H, H ³) | 12,30 уш.с (1H, NH) | 8,12–8,37 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 7,2 Гц |
| Vд (DMSO-d ₆) | 1,97 с (3H, Me ²), 2,11 с (3H, Me ³), 6,42 с (1H, H ⁶), 7,94 с (1H, H ³) | 12,04 уш.с (1H, NH) | 7,63–7,94 д.д (4H, 4-ClC ₆ H ₄), J 8,1 Гц |
| Ve (DMSO-d ₆) | 1,88 с (6H, Me ³), 1,89 с (6H, Me ³), 6,82 с (1H, H ⁶), 7,92 с (1H, H ²) | 11,98 уш.с (1H, NH) | 8,16–8,44 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 8,2 Гц |
| Vж (DMSO-d ₆) | 1,98 с (3H, Me ²), 2,00 с (3H, Me ⁶), 7,15 с (1H, H ³), 7,97 с (1H, H ⁵) | 12,20 уш.с (1H, NH) | 8,15–8,36 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 7,2 Гц |
| Vз (DMSO-d ₆) | 1,96 с (3H, Me ²), 2,00 с (3H, Me ⁶), 7,18 с (1H, H ³), 8,01 с (1H, H ⁵) | 11,96 уш.с (1H, NH) | 7,52–7,93 м (5H, Ph) |
| Vi (CDCl ₃) | 1,12 д (6H, <i>i</i> -Pr ²), J 7,5 Гц, 1,15 д (6H, <i>i</i> -Pr ⁶), J 8,4 Гц, 3,05–3,16 м (1H, <i>i</i> -Pr ²), 3,13–3,26 м (1H, <i>i</i> -Pr ⁶), 6,79 уш.с (1H, H ³), 7,59 уш.с (1H, H ⁵) | 11,48 уш.с (1H, NH) | 8,09–8,35 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 8,4 Гц |
| Vк (CDCl ₃) | 1,12 д (6H, <i>i</i> -Pr ²), J 6,0 Гц, 1,16 д (6H, <i>i</i> -Pr ⁶), J 6,9 Гц, 3,01–3,13 м (1H, <i>i</i> -Pr ²), 3,13–3,26 м (1H, <i>i</i> -Pr ⁶), 6,93 уш.с (1H, H ³), 7,41 уш.с (1H, H ⁵) | 11,51 уш.с (1H, NH) | 7,48–7,88 д.д (4H, 4-ClC ₆ H ₄), J 7,5 Гц |
| Vл (CDCl ₃) | 1,28 с (9H, <i>t</i> -Bu ²), 1,33 с (9H, <i>t</i> -Bu ⁶), 6,80 уш.с (1H, H ³), 7,42 уш.с (1H, H ⁵) | 11,03 уш.с (1H, NH) | 8,04–8,36 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 9,0 Гц |
| Vм (CDCl ₃) | 1,15 д (6H, <i>i</i> -Pr ⁶), J 6,6 Гц, 2,04 уш.с (Me ³), 3,08–3,21 м (1H, <i>i</i> -Pr ⁶), 6,40 с (1H, H ⁶), 7,54 с (1H, H ⁵) | 11,48 уш.с (1H, NH) | 8,06–8,34 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 8,7 Гц |
| Vм (DMSO-d ₆) | 1,11 д (6H, <i>i</i> -Pr ⁶), J 5,7 Гц, 2,04 уш.с (Me ³), 2,95–3,12 м (1H, <i>i</i> -Pr ⁶), 6,39 с (1H, H ⁶), 7,81 с (1H, H ³) | 12,55 уш.с (1H, NH) | 8,08–8,36 д.д (4H, 4-NO ₂ C ₆ H ₄), J 6,9 Гц |

Характеристики соединений (Ia, IIIa) приведены в работе [14], соединений (Iб, в, з, и, л, м, о, п, IIIб, в, з, и, л, м, о, п) – в работе [15], соединений (Iг, д, IIIг, д) – в работе [16], соединений (Iе, IIIе) – в работе [17], соединений (Iж, т, IIIж) – в работе [18], соединений (Iк, н) – в работе [19], соединений (Iр, IIIр) – в работе [20], соединения (Iс) – в работе [6], соединений (IIIк, н) – в работе [21].

Общая методика реакций N-метил(трифторметил, арил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноимина (Ia–т) с замещенными гидразинами (IIa–в, IVa–в)

а) К раствору 2 ммоль хинонимина (Ia–р) в 10 мл этанола, ацетонитрила, ледяной уксусной кислоты или смеси уксусной кислоты и хлороформа добавляли по каплям раствор 4 ммоль гидрази-

на (IIa–в) в соответствующем растворителе при комнатной температуре, при температуре кипения растворителя для соединений (Ia, б, г–з, к, л, н, о, р) или при охлаждении до -10°C для соединений (Ia–в, з, и, л, м, о, п). Реакционную смесь перемешивали в течение 12 ч и отфильтровывали выпавший осадок соединений (IIIa–р). Если осадок не выпадал, раствор выливали на лед или упаривали часть растворителя. Перекристаллизовывали из этанола, смеси бензола и гексана (1:2) или уксусной кислоты.

б) К раствору 2 ммоль хинонимина (Ia–т) в 10 мл этанола, хлороформа или ацетонитрила добавляли по каплям раствор 2 ммоль гидразина (IVa–в) в соответствующем растворителе при комнатной температуре для соединений (Ia, б, г–з, к, л, н, о, р–т) или при охлаждении до -10°C для соединений (Iв, и, м, п). Реакционную смесь перемешивали в течение 2 ч и отфильтровывали выпавший осадок. Если осадок не выпадал, часть растворителя упаривали. Перекристаллизовывали из этанола.

Выходы, температуры плавления и данные элементного анализа полученных соединений (Va–м) приведены в табл. 2, данные спектров ЯМР ^1H – в табл. 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roushdi I.M., Ibrahim E.S., Habib N.S. Synthesis of 1,4-naphthoquinones-4-aryl(aryl)hydrazones of potential antimicrobial activity // Pharmazie. – 1976. – Vol.31. – № 12. – P.856-859.
2. Греков А.П. Органическая химия гидразина. – К.: Техніка, 1966. – 235 с.
3. Авдеев А.П., Евграфова Н.И., Семенякова Л.В. Кислотно-основные индикаторы // Сб. Вопр. химии и хим. технологии. – 1990. – Вып.92. – С.33-37.
4. Borsche W. Ueber die Kondensation von 2,4,6-Trinitrophenyl-hydrazin mit Chinonen // Ber. – 1921. – Bd.54. – № 6. – S.1287-1290.
5. Borsche W., Ockinga K.A. Ueber die Beziehungen zwischen Chinonhydrazonen und ρ -Oxyazoverbindungen (Ueber eine neue Klasse von Oxyazoverbindungen) // Annal. Chem. – 1905. – Bd.340. – S.85-109.
6. Бурмистров К.С. Синтез и реакционная способность хинониминов и их аналогов: Дис...докт. хим. наук: 02.00.03. – Днепропетровск, 1990. – 444 с.
7. Бурмистров С.И., Марков В.И., Авдеев А.П. Реакция N-арилсульфонил-п-хинониминов с ацил(арил)гидразинами // Журн. орган. химии. – 1975. – Т.11. – Вып.6. – С.1274-1277.
8. Бурмистров К.С., Торопин Н.В., Бурмистров С.И. Реакция пространственно-затрудненных п-хинониминов с соединениями, содержащими аминный фрагмент // Укр. хим. журн. – 1981. – Т.47. – № 8. – С.853-857.
9. Бурмистров К.С., Торопин Н.В. Синтез, исследование таутомерии и реакционной способности ацилгидра-

зонов 2,6-диизопропил-1,4-бензохинона // Сб. Новые методы синтеза и исследования органических соединений. – Черкассы, 1989. – С. 35-41. Деп. в НИИТЭХИМ 14.03.89 г., № 3046/79(35-41).

10. Дубина В.Л., Бурмистров К.С. Окислительно-восстановительные потенциалы систем N-аренсульфонилхинонимин-аренсульфамидофенол // Журн. орган. химии. – 1977. – Т.13. – Вып.2. – С.378-380.

11. Авдеев А.П., Евграфова Н.И. Реакция N-арилсульфонил-п-нафтохинониминов с ацилгидразинами // Журн. орган. химии. – 1987. – Т.23. – Вып.5. – С.1060-1063.

12. Granovsky A.A., firefly version 7.1.G, www http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html

13. General atomic and molecular electronic structure system / Schmidt M.W., Baldridge K.K., Boatz J.A., Elbert S.T., Gordon M.S., Jensen J.J., Koseki S., Matsunaga N., Nguyen K.A., Su S., Windus T.L., Dupuis M., Montgomery J.A. // J. Comput. Chem. – 1993. – Vol.14. – № 11. – P.1347-1363.

14. Бурмистров С.И., Титов Е.А. N-Арилсульфонилхинонимины // Журн. общей химии. – 1952. – Т.22. – С.999-1004.

15. Синтез и роданирование N-алкил(трифторметил)сульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов / Авдеев А.П., Коновалова С.А., Михайличенко О.Н., Шеляженко С.В., Пироженко В.В., Ягупольский Л.М. // Журн. орган. химии. – 2011. – Т.47. – Вып.4. – С.513-522.

16. Adams R., Looker J.H. Quinone Imides. IV. ρ -Quinone Monosulfonimides // J. Amer. Chem. Soc. – 1951. – Vol.73. – P.1145-1149.

17. Авдеев А.П., Коновалова С.А., Лудченко О.Н. Галогенирование N-замещенных пара-хинонмоноиминов и эфиров пара-хинонмонооксимов. VI. Закономерности хлорирования и бромирования алкилзамещенных в хиноидном ядре N-арилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов // Журн. орган. химии. – 2006. – Т.42. – Вып.5. – С.702-707.

18. Авдеев А.П., Коновалова С.А. Галогенирование N-замещенных пара-хинонмоноиминов и эфиров пара-хинонмонооксимов. V. Хлорирование и бромирование диалкилзамещенных в хиноидном ядре N-арилсульфонил-1,4-бензохинонмоноиминов // Журн. орган. химии. – 2006. – Т.42. – Вып.5. – С.689-701.

19. Авдеев А.П., Менафова Ю.В., Жукова С.А. Активированная стерически напряженная связь $\text{C}=\text{N}$ в N-арилсульфонил-п-хинонмоно- и -дииминах III. Реакция с азотистоводородной кислотой // Журн. орган. химии. – 1998. – Т.34. – Вып.2. – С.237-247.

20. Бурмистров К.С., Бурмистров С.И. Природа влияния заместителя при атоме азота на окислительно-восстановительные потенциалы п-бензохинонмоноиминов // Журн. орган. химии. – 1980. – Т.16. – Вып.7. – С.1487-1494.

21. Менафова Ю.В. N-Арилсульфонил-п-хинонмоно- и диимины со стерически затрудненным атомом азота: Дис...канд. хим. наук: 02.00.03. – Краматорск, 1999. – 231 с.

Поступила в редакцию 28.09.2011