

УДК: 577.352.336: 613.165: 621.373.8

Т. В. ФАЛАЛЄВА, В. Б. ДІСТАНОВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФОРМАЗАНОНАФТАЛІМІДІВ

В даній статті розглянуті питання синтезу, дослідження і технологія отримання формазаонафталімідів. Синтезовані сполуки можуть застосовуватись в якості органічних люмінофорів жовто-зеленого світіння з підвищеною світлостійкістю. Наведена методика синтезу формазаонафталімідів, що мають у своїй структурі фрагмент з розвинутою хромофорною системою. Описано властивості отриманих сполук. Розглянуті деякі технологічні рішення отримання формазаонафталімідів.

Ключові слова: формазаонафталіміди, синтез, дослідження, люмінесценція, технологія отримання, технологічні параметри, принципова схема, органічні люмінофори.

В данной статье рассмотрены вопросы синтеза, исследования и технологии получения формазаонафталимидов. Синтезированные соединения могут применяться в качестве органических люминофоров желто-зеленого свечения с высокой светостойкостью. Приведена методика синтеза формазаонафталимидов, которые содержат в своей структуре фрагмент с разветвленной хромофорной системой. Описаны свойства синтезированных соединений. Рассмотрены некоторые технологические решения получения формазаонафталимидов.

Ключевые слова: формазаонафталимиды, синтез, исследование, люминесценция, технология получения, технологические параметры, принципиальная схема, органические люминофори.

This article describes the synthesis of the issues of research and technology for f formazanaphthalimidy. The synthesized compounds can be used as an organic phosphor yellow-green luminescence with high lightfastness. The methods of synthesis formazanaphthalimidy which contain in their structure a branched moiety chromophoric system. The properties of the synthesized compounds. Certain technological solutions produce formazanaphthalimidy.

Keywords: formazanaphthalimidy, synthesis, research, luminescence, technology of production, technological parameters, principal scheme, organic luminofo.

Вступ. В умовах сучасного розвитку інноваційних технологій [1] актуальною проблемою є синтез, дослідження і розробка методів отримання органічних люмінофорів з заданими властивостями. Зацікавленість синтезом та дослідженням формазаонафталімідів обумовлена тим, що вони мають у своїй будові фрагменти нафталевої кислоти, і заміщенні трифенілформазаону, що дає можливість розширити їх галузь застосування.

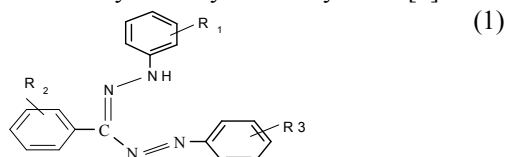
Останнім часом набуває актуальності використання формазанів в медицині в якості індикаторів ракових клітин. З цим пов'язано синтез та дослідження формазанів з новими якостями.

Аналіз основних досягнень і літератури. Питання синтезу, вивчення властивостей та застосування формазанів присвячені роботи таких вчених, як Б. І. Бузикін, Г. Н. Ліпунова, Л. П. Сисоева та ін. Синтезу і технології отримання нових сполук з люмінесцентними властивостями досліджували Б. М. Красовицький, Б. М. Болотін, В. М. Шершуков, К. Е. Барикін, Б. В. Гриньов. Однак серед даних досліджень не було знайдено інформації щодо синтезу, технології отримання формазаонафталімідів.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розробка методів синтезу нових похідних нафталевої кислоти, що містять у своїй структурі частки формазанів. Розробка методів практичного застосування як люмінесцентних матеріалів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Відомо, що 1,3,5-тріарилформазани (1) застосовуються в якості барвників і мають біологічну активність, але не мають люмінесцентних властивостей, що значно обмежує їх галузь застосування [2].



де: R₁, R₂, R₃ = H, -OAlk, -Alk, -Cl, -NO₂, -SO₃H, -OMe.

З іншого боку, нафталевий ангідрид, а також відповідні нафталіміди не люмінесцюють. Якщо в одній молекулі поєднати дві хромофорні групировки, і, таким чином, подовжити ланцюг спряження донорних та акцепторних замісників, то це може привести до появи люмінесцентних властивостей. Таке поєднання двох хромофорних угруповань дає можливість отримання органічних люмінофорів жовто-зеленого світіння [3]. Нами була застосована наступна схема для отримання формазаону, що мають у своєму складі угруповання нафталевого ангідриду [4]. По-перше ми отримали 1-[п-(4-фенілнафталойл)]-3,5-дифенілформазану взаємодією 4-бромнафталевого ангідриду з 1-(п-бромфеніл)-3,5-дифенілформазаном кип'ятінням в диметилформааміді в присутності мідного порошку та бромистої міді.

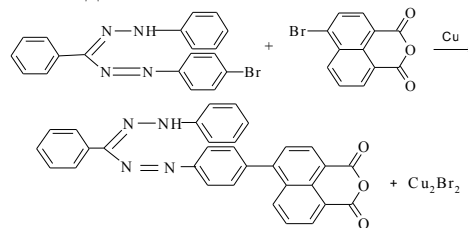


Рис. 1. Отримання 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-фенілнафталевого ангідриду

Автори вказують, що 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-фенілнафталевий ангідрид є досить ефективним люмінофором ($\lambda_{\text{макс.люм.}}$ у толуолі 510 нм, абсолютний квантовий вихід $\eta = 0.84$) [4]. Однак, недоліком цієї сполуки є нестабільна її структура, яка може в луговому середовищі змінювати свої спектральні властивості. Тому, далі взаємодією з гідроксіалкіламіном в середовищі оцтової кислоти, етиленгліколі або в диметилформааміді отримали відповідний імід:

© Т.В. Фалалєва, В.Б. Дістанов, 2016

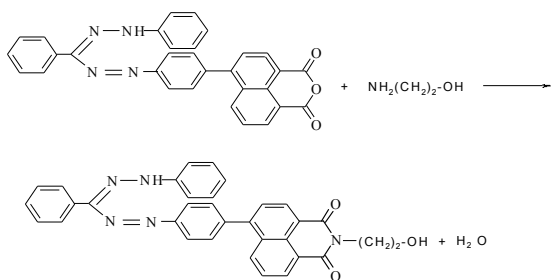


Рис. 2. Отримання 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Для підтвердження цих даних були проведені спектрально-люмінесцентні дослідження. Спектри поглинання були визначені на спектрофотометрі «Spekord M-40», спектри люмінесценції на спектрофлуориметрі «Hitachi 4000» (таблиця 1).

Таблиця 1 – Спектральні характеристики синтезованих сполук в толуолі

№	Сполука			Поглинання		Люмінесценція	
	R ₁	R ₂	n	λ _{макс} , нм	ε·10 ⁻⁴	λ _{макс} , нм	η
1	H	H	2	341; 407	1,69	512	0,82
2	CH ₃	H	3	340; 407	1,54	509	0,79
3	C ₂ H ₅	H	2	342; 406	1,48	515	0,77
4	Cl	H	3	339; 405	1,59	510	0,83
5	OC ₂ H ₅	H	3	340; 409	1,61	517	0,79
6	NO ₂	H	2	337; 412	1,49	510	0,69
7	H	CH ₃	3	340; 407	1,38	512	0,82
8	H	C ₂ H ₅	3	340; 407	1,37	510	0,78
9	H	Cl	2	342; 408	1,33	510	0,75
10	H	NO ₂	3	338; 411	1,51	510	0,66
11	CH ₃	CH ₃	2	349; 415	1,54	509	0,83
12	C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	3	336; 405	1,48	510	0,82
13	OCH ₃	OCH ₃	3	345; 421	1,53	510	0,85

Як видно з таблиці 1, сполуки які синтезовані, мають значну інтенсивність люмінесценції. Абсолютний квантовий вихід знаходиться в межах 0.68–0.84. Стійкість до дії УФ-випромінювання залежить від хімічної структури органічного люмінофору та його концентрації в розчиннику або в будь якій полімерній матриці [5]. Світлостійкість формазано-нафталімідів вивчалась на приборі світлопогоди «Ксенотест-450» по падінню інтенсивності люмінесценції в залежності від часу опромінювання. При цьому інтенсивність люмінесценції органічного люмінофору до опромінювання приймалася за 100 %. Стійкість до дії світла формазано-нафталімідів при концентрації люмінофору в оптимальних кількостях 0.3-0.8 % в розчині найвища.

Приклад 1. Одержання 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Суміш 9.45 г 1-(п-бромфеніл)-3,5-дифенілформазану, 6.9 г 4-бромнафталенового ангідриду, 4 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ять на протязі 5 годин і фільтрують. Фільтрат охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і відфільтровують отриманий осад. Далі

розчиняють осад 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-феніл-нафталенового ангідриду в 100 мл оцтової кислоти, додають 1.83 мл (0.03 моль) β-оксіетиламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад, що отримали переносять в колбу з 200 мл 5 %-го розчину карбонату натрію, і кип'ять 30 хвилин. Для видалення нерозчинних у воді домішок відфільтрований осад обробляють 100 мл 10 %-им розчином соляної кислоти при температурі 80-90 °C 30 хв. Отриманий 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-феніл-нафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.35 г (77 %).

Приклад 2. Отримання 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-[N-(γ-оксіпропіл)]-фенілнафталіміду. Суміш 9.82 г (0.025 моль) 1-(п-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-метилфеніл)-формазану, 7.0 (0.025 моль) г 4-бромнафталенового ангідриду, 4 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ять 4,5 години, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Розчиняють осад 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-нафталенового ангідриду в 100 мл оцтової кислоти, додають 2.25 мл (0.03 моль) γ-оксіпропіламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Осад обробляють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-[N-(γ-оксіпропіл)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.63 г (75 %).

Приклад 3. Синтез 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Суміш 10.17 г (0.025 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-етилфеніл)-формазану, 7.0 г (0.025 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4.5 г мідного порошку, 70 мл піридину кип'ять 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий осад 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-нафталенового ангідриду розчиняють в 70 мл етиленгліколю, додають 1.85 мл (0.03 моль) β-оксіетиламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Осад обробляють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіетил)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.49 г (74 %).

Приклад 4. Отримання 4-(3'-феніл-5'-(п-хлорфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіпропіл)]-феніл-нафталіміду. Суміш 10.33 г (0,024 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-(п-хлорфеніл)-5-фенілформазану, 6.9 г (0,024 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4.5 г мідного порошку, 60 мл хіноліну кип'ять 5 години, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий осад 4-(3'-феніл-5'-(п-хлорфеніл)-формазано-1')-нафталенового ангідриду розчиняють в 100 мл оцтової кислоти, додають 2.25 мл (0.03 моль) γ-оксіпропіламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Отриманий осад обробляють, як наведено в прикладі 1. 4-(3'-Феніл-5'-(п-хлорфеніл)-

формазано-1')-[N-(γ -оксипропіл)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 11,16 г (76 %).

Приклад 5. Одержання 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-[N-(γ -оксіетил)]-феніл-нафталіміду. Суміш 10,58 г (0,025 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-етоксифеніл)-формазану, 7,0 г (0,025 моль) 4-бромнафталяного ангідриду, 4,5 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ячать 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і відфільтровують отриманий сіро-зелений осад. Осад 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-фенілнафталяного ангідриду розчиняють у 60 мл диметилформаміду, додають 2,25 мл (0,03 моль) γ -оксипропіламіну, суміш кип'ячать 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад оброблюють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-[N-(γ -оксіетил)]-

фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 11,2 г (75 %).

Приклад 6. Одержання 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-[N-(β -оксіетил)]-фенілнафталіміду. Суміш 10,33 г (0,024 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-(п-нітрофеніл)-5-фенілформазану, 6,9 г (0,024 моль) 4-бромнафталяного ангідриду, 4,5 г мідного порошку, 80 мл піридину кип'ячать 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий сіро-зелений осад 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-фенілнафталяного ангідриду розчиняють у 100 мл оцтової кислоти, додають 2,25 мл (0,03 моль) β -оксіетиламіну, кип'ячать 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад оброблюють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-[N-(β -оксіетил)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 9,93 г (68 %). За результатами експерименту отримали наступні дані:

Таблиця 2. Вихід, елементний склад синтезованих сполук

№	Брутто-формула	Вихід, %	Вирахувано			Знайдено		
			N	C	H	N	C	H
1	C ₃₃ N ₅ O ₃ H ₂₅	77	12,99	73,47	4,63	12,87; 13,05	73,12; 73,39	4,59; 4,67
2	C ₃₅ N ₅ O ₃ H ₂₉	75	12,35	74,04	5,11	12,31; 12,38	73,92; 73,97	5,13; 5,15
3	C ₃₅ N ₅ O ₃ H ₂₉	74	12,35	74,04	5,11	12,29; 12,34	73,91; 73,94	5,13; 5,15
4	C ₃₄ N ₅ O ₃ H ₂₆ Cl	76	11,92	69,44	4,43	11,97; 11,93	69,36; 69,72	4,31; 4,38
5	C ₃₆ N ₅ O ₄ H ₃₁	75	11,73	72,36	5,19	11,63; 11,65	72,39; 72,44	5,13; 5,14
6	C ₃₃ N ₆ O ₅ H ₂₄	68	14,38	67,81	4,11	14,31; 14,36	67,76; 68,11	4,13; 4,15
7	C ₃₅ N ₅ O ₃ H ₂₉	78	12,35	74,07	5,11	12,38; 12,39	73,93; 73,99	5,08; 5,14
8	C ₃₆ N ₅ O ₃ H ₃₁	76	12,05	74,36	5,33	12,99; 12,08	74,27; 74,31	5,35; 5,37
9	C ₃₃ N ₅ O ₃ H ₂₄ Cl	81	12,21	69,05	4,18	12,11; 12,17	68,87; 68,93	4,13; 4,15
10	C ₃₄ N ₆ O ₅ H ₂₆	70	14,05	68,23	4,34	14,09; 14,11	68,12; 68,18	4,26; 4,28
11	C ₃₅ N ₅ O ₃ H ₂₉	77	12,35	74,04	5,11	12,38; 12,41	73,89; 73,92	5,13; 5,17
12	C ₃₈ N ₅ O ₃ H ₃₅	74	11,50	74,88	5,74	11,43; 11,46	74,61; 74,72	5,76; 5,78
13	C ₃₆ N ₅ O ₅ H ₃₁	76	11,42	70,47	5,06	11,39; 11,44	70,37; 70,41	5,05; 5,12

Для максимального скорочення термінів проведення експериментів, зменшення витрат матеріалів, енергетичних витрат і отримання при цьому такої математичної моделі, яка б адекватно описувала відповідний процес, ми використали оптимізацію планування експерименту, тобто метод багатфакторного планування експерименту.

Шляхом апроксимації експериментальних даних (побудування функції апроксимації) визначено математичні описи залежності виходу продукту (%) від температури процесу часу та маси реагентів (на основі програмного пакету Statistica). Достовірність апроксимації оцінено за допомогою коефіцієнту кореляції R (для лінійної парної регресії).

Поверхню залежності виходу продукту від температури процесу та маси мідного порошку представлено на рисунку 3.

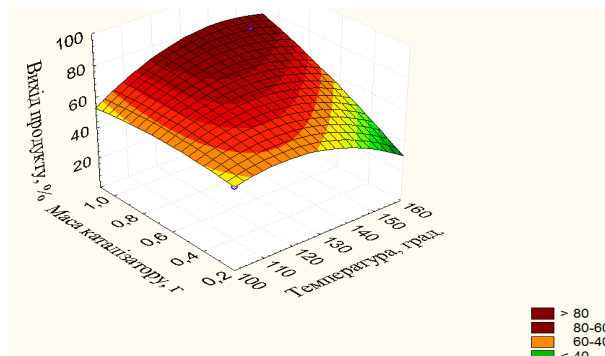


Рис. 3. Поверхня залежності виходу продукту

Рівняння, що описує дану залежність, наступне:

$$Y(x_1, x_2) = -126,8828 + 3,2407 \cdot x_1 - 67,7972 \cdot x_2 - 0,0147 \cdot x_1^2 + 0,8814 \cdot x_1 \cdot x_2 - 16,4167 \cdot x_2^2 \quad (1)$$

де x_1 – температура процесу, град.; x_2 – маса міді, г.

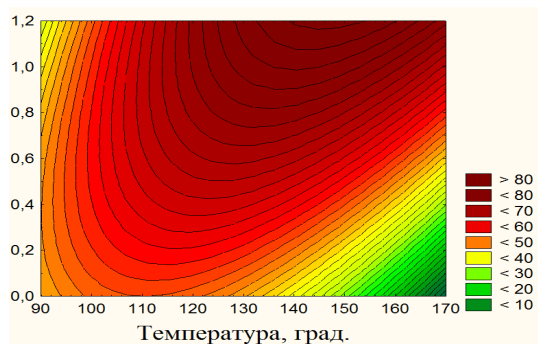


Рис. 4. Оцінка достовірності апроксимації залежності.

На основі приведених даних зроблено висновок, що рівняння, яке отримано шляхом апроксимації даних, адекватно описує залежність. Значення коефіцієнту кореляції $R=0,965$ свідчить про квадратичний зв'язок між виходом продукту та температурою процесу і масою каталізатору.

Дані на рисунках 3, 4 вказують на взаємний вплив температури процесу та маси мідного порошку на величину виходу продукту. Як видно з графіка залежності та рівняння, визначальну роль у процесі отримання продукту відіграє мідь.

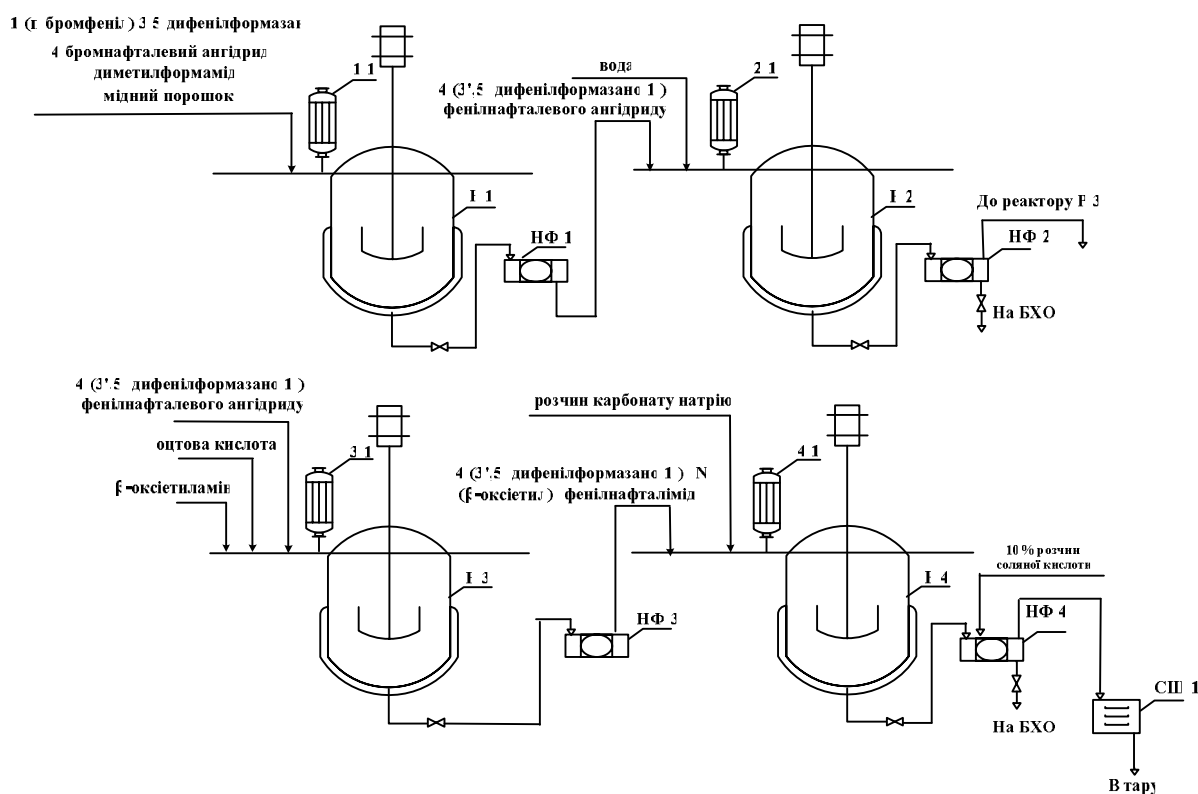


Рис. 5. Принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду

Наведена математична модель корисна для встановлення технологічних параметрів процесу отримання формазаонафталімідів. Адекватність отриманої залежності підтверджено за критерієм Фішера при рівні значимості 0,05. З використанням комп'ютерних програм встановлена геометрична будова синтезованих сполук, яка дає можливість виявити залежність властивостей синтезованих сполук від просторової ізомерії молекули [6].

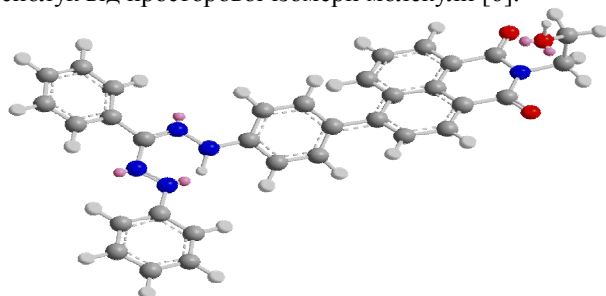


Рис. 6. Геометрична будова 4-(3',5'-дифенілформазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Враховуючі результати досліджень нами була спроектована принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду, яка наведена на рис.56 [7, 8].

Висновки. Синтезовані і досліджені ряд формазаонафталімідів. Встановлені оптимальні технологічні параметри процесу отримання формазаонафталімідів. Розроблена принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Список літератури: 1. Товажнянський Л.Л., Кошелева М.К., Бухкало С.І. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 447 с. 2. Бузыкин Б.И. Прогресс в химии формазаонов Синтез-свойства-применение. – В кн.: Химия гидразонов / Под ред. Китаева Ю.П. – М.: Наука, 1977. – С. 189–204. 3. Фалалеева Т.В., Дістанов В. Б., Технологія отримання деяких формазаанів, похідних нафталенової кислоти [Текст] //

Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 44. – С. 61–64. **4.** Дістанов В.Б., Лусова І.В., Дістанов В.В., Фалалєєва Т.В., Аніщенко А.О. Синтез і дослідження синтонів для отримання вільних стабільних радикалів [Текст] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2008. – № 41. – С. 145–155. **5.** V.B. Distanov, V.F. Berdanova, Yu.A. Gurkalenko, V.V. Prezhdo // An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres // *Dyes and Pigments*. 2001. Vol. 48. P. 159–163. **6.** Дістанов В.Б., Фалалєєва Т.В., Дістанов В.В., Касатікова С.В., Використання реакції Ульмана в синтезі формазанів [Текст] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 31. – С. 53–63. **7.** Тимонин А.С. Машины и аппараты химических производств / А.С. Тимонин – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2008. – 872 с. **8.** Григорьева Л. Оборудование и складское хозяйство химических производств / Л. Григорьева, С.Чекрызхов, И. Леппик, Г. Трофимова – Учеб. пособие для профессиональных центров Innove: Йхви, 2012. – 336 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Tovazhnjans'kij L.L., Kosheleva M.K., Bukhhalo S.I.* Obshhaja himicheskaja tehnologija v primerah, zadachah, laboratornih rabotah i testah.

Ucheb. posobie. – М.: INFRA-M, 2015. – 447 p. **2.** Buzykin B.I. *Progress in the chemistry of formazans. Synthesis-properties-use.* – In the book .: Chemical hydrazones / Ed . Kitaeva Y.P – М .: Nauka , 1977. – P. 189–204. **3.** Falaleeva T.V., Distanov V.B. *The technology of some formazan derivatives of phthalic acid [Text]* // *Visnyk NTU «KhPI»*. – Kharkov: NTU «KhPI». 2015. – № 44. – P. 61–64 **4.** Distanov V.B., Lusova I.V., Distanov V.V., Falaleeva T.V., Anischenko A.O. *Synthesis and study synthonnes for free stable radicals [Text]* // *Bulletin NTU «KhPI»*. – Kharkov: NTU «KhPI». 2008. – № 41. – P. 145–155. **5.** V.B. Distanov, V.F. Berdanova, Yu.A. Gurkalenko, V.V. Prezhdo // *An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres* // *Dyes and Pigments*. 2001. Vol. 48. P. 159–163. **6.** Distanov V.B., Falaleeva T.V., Distanov V.V., Kasatikova S.V. Use Ullman reactions in the synthesis of formazans [Text] // *Visnyk NTU «KhPI»*. – Kharkov: NTU «KhPI». 2011. – № 31. – P. 53–63. **7.** Timonin A. S. *Machinery and Apparatus for Chemical Industry* / A. S. Timonin – Kaluga: Publisher N. Botchkareva, 2008. – 872 p. **8.** Grigoryeva L. *Equipment and warehousing of chemical production* / L. Grigoryeva, S. Chekryzhov, I. Leppik, G. Trofimova – A manual for professional centers Innove: Jöhv, 2012. – 336 p.

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Дослідження та розробка технології отримання формазанофталімідів / Т. В. Фалалєєва, В. Б. Дістанов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 82–86. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Исследования и разработка технологии получения формазанофталимидов / Т. В. Фалалеева, В. Б. Дистанов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 82–86. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

The research and development of technology for formazanophthalimidy / T. V Falaleeva, V. B. Distanov // *Bulletin of National Technical University «KhPI»*. Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 82–86. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Фалалєєва Тетяна Василівна – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (099) 139-60-43; e-mail: tanya_7310@mail.ru.

Фалалеева Татьяна Васильевна – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (099) 139-60-43; e-mail: tanya_7310@mail.ru.

Falaleeva Tetyana Vasilevna – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», senior lecturer at the organics synthesis and nanotechnology Department; tel.: (099) 139-60-43; e-mail: tanya_7310@mail.ru.

Дістанов Віталій Баламірович – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (068) 607-72-31; e-mail: distanov@ukr.net.

Дистанов Виталий Баламирович – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (068) 607-72-31; e-mail: distanov@ukr.net.

Distanov Vitaly Balamirovich – Candidate of Chemical Sciences, PhD, senior researcher, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», assistant professor at the organics synthesis and nanotechnology Department; tel.: (068) 607-72-31; e-mail: distanov@ukr.net.