

УДК 535.372.547
DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.4/32>

Дістанов В.Б.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Миرونенко Л.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Кадочкіна В.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Школьнікова Т.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ 4-МОРФОЛІНОНАФТАЛІМІДІВ

Дана робота присвячена удосконаленню технології отримання 4-мор-фолінонафталімідів, які знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки. Як відомо, для отримання таких похідних з метою синтезу органічних люмінофорів з специфічними властивостями зазвичай використовується двохстадійний метод, який заснований на отриманні спочатку 4-галоген-нафталіміду, його виділенні з реакційної маси і подальшій взаємодії з морфоліном, або навпаки. Спочатку отримується 4-морфолінонафталевий ангідрид і далі перетворюється в відповідний нафталімід реакцією з первинними ароматичними або аліфатичними амінами. Вихід кінцевого продукту за обома цими напрямками складає 50-60 %. Також такі способи призводять до появи значної кількості рідких відходів виробництва, що може нанести суттєву шкоду навколишньому середовищу. В процесі роботи нами розроблений новий підхід до одностадійного синтезу похідних 4-заміщених нафталенової кислоти. Розроблено дві таких методики, які дають можливість отримування кінцевих продуктів без виділення прекурсорів, отриманих на попередній стадії. Завдяки цьому вихід кінцевих продуктів збільшується до 85-92 %. Враховуючи, що синтезовані нафталіміди перспективні для багатьох застосувань, ми розробили принципові блок-схеми їх одержання за одно- та двохстадійними технологіями. На підставі розроблених блок-схем виробництва нафталімідів запропоновані можливі технологічні схеми їх синтезу в умовах впровадження в виробництво. Технологічна схема одностадійного синтезу при реалізації її в виробництві не передбачає будь-яких ускладнень і дозволяє використовувати стандартну апаратуру, яка виробляється в Україні. Запропонована технологія передбачає скорочення шкідливих відходів приблизно в два рази та зменшення кількості технологічного обладнання при організації виробництва, що є вигідним з екологічної та економічної точки зору.

Ключові слова: 4-Бромнафталевий ангідрид, 4-морфолінонафталімід, первинні та вторинні аміни, одностадійний синтез, блок-схема, технологічна схема.

Постановка проблеми. Органічні люмінофори на основі 4-заміщених 1,8-нафталіндикарбонової кислоти знайшли широке використання в багатьох галузях науки і техніки [1]. Суттєва увага приділяється 4-аміно-заміщеним. В той же час, 4-аміно- та 4-алкіламінопохідні для деяких застосувань, які пов'язані з світлостійкістю, не задовольняють вимогам. Найбільш перспективними є 4-діалкіламінонафталіміди.

4-Діалкіламінонафталіміди – люмінофори жовто-зеленого світіння – застосовуються в якості люмінесцентних складових денних флуоресцентних пігментів різного призначення [2–4], для

забарвлення природних, штучних і синтетичних волокон і тканин [5–9], полімерних матеріалів [10; 11], в аналітичній хімії [12; 13], біології та медицині в якості флуоресцентних зондів [14–16], як активне середовище лазерів на барвниках [17], в нематичних рідинних кристалах [18; 19], в люмінесцентній дефектоскопії металевих і неметалевих виробів [20–21], тощо.

Одним із цікавих застосувань органічних люмінофорів і матеріалів з їх використанням є розробка барв для малювання на воді [22].

Малювання на воді – технологія, яка дозволяє створювати фантастичні за своєю яскравістю

фарби, які ефективно перетікають одна в одну. Малювання на воді за технологією Ебру означає, що поверхнею для нанесення візерунку служить рідина. Правда, це не звичайна вода і фарба повинна бути спеціальною.

Ебру – це один з видів старовинного тюрко-ісламського мистецтва, перші спогади про нього датуються 12 століттям. Суть даного виду мистецтва полягає у взаємодії двох рідин різної консистенції. У ємність наливається вода з розчинним екстрактом гевеї – завдяки цьому вода стає густою. Також малювання передбачає використання спеціальних фарб, що містять бичачу жовч і мінеральні барвники – такі фарби досить рідкі, щоб художньо і красиво розтікатися по поверхні.

Протягом століть при виготовленні оригінальних фарб Ебру використовуються лише натуральні барвники, які отримують з кольорових гірських порід і землі, що вміщують нерозчинні окислені або органічні пігменти. Використати масляні барви і анілінові барвники в традиційному виготовленні Ебру не має можливості, тому що вони розчиняються у воді, і папір до них не сприйнятливий.

Створений для закріплення рисунок накрияють листом білого паперу, акуратно знімають з поверхні води і сушать. Такий спосіб сьогодні використовують для мармурування не тільки паперу, а й шкіри, скла, деревини, текстилю, пластмаси та інших матеріалів. Тільки основою фарб зараз є не бичача жовч, а різноманітні матеріали на зразок крохмалю або клейстеру.

Ебру не має на меті отримання в кінцевому результаті якого-небудь точного зображення. В процесі з'являється химерне сплетіння ліній, що народжує дивовижний орнамент. Малювання на воді схоже на танець, в якому кружляють рідина і фарба, – гармонійно підібрані відтінки здатні сплести чарівний візерунок.

Існує декілька прийомів для нанесення рисунка на матеріал (папір, тканину, шкіру тощо).

Одним з таких є, наприклад, техніка «Ебру шаль». Малюнки, які виходять в цій техніці, нагадують орнаменти на традиційних анатолійських хустках і шалях. Звідси і назва. Фарбу розбризкують на поверхню води, далі за допомогою шила формують малюнок «припливи і відливи» – проводять їм по поверхні вліво-вправо або вгору-вниз, потім з цього ж малюнку роблять кругові рухи шилом. В результаті таких комбінованих рухів і виходить малюнок «Ебру шаль», один з яких відображений на рисунку 1.



Рис. 1. Малюнок у техніці «Ебру шаль» [23]

В оригінальному рецепті фарб Ебру використовуються лише натуральні компоненти, які важко знайти у наших широтах, тому особливої ваги набувають альтернативні рецептури з синтетичних компонентів.

Одним з таких компонентів являються пігменти на акрилатній основі. Основою для створення кольорової гами барвників для цього використання є органічні люмінофори жовто-зеленого світіння [24].

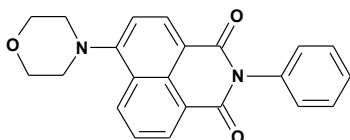
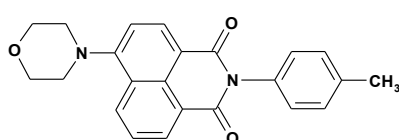
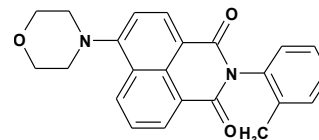
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якщо отримання поліконденсаційних полімерів засновано на таких засадах, при яких барвник проявляє свої максимальні властивості завдяки входженню в структуру макромолекули, то при отриманні полімерізаційних пігментів важливу роль відіграє розчинність органічного люмінофору в мономері.

Незважаючи на те, що багато органічних люмінофорів мають гарні колориметричні характеристики, присутні і недоліки, які обмежують можливість їх використання при розробці пігментів на акрилатній основі.

Одним з них є незначна розчинність деяких похідних в мономерах, у нашому випадку в метилметакрилаті. Найбільш ефективними за своїми люмінесцентними фізико-хімічними властивостями та їх розчинністю в мономері виявились похідні нафталевої кислоти.

В зв'язку з цим необхідно було дослідити відповідні аналоги 4-морфо-лінонафталімідів, структурні формули яких наведені на рисунках 2–4.

Сполуки 2 і 3 виявились не зовсім придатними для їх використання в якості люмінесцентних складових акрилатних пігментів в результаті їх недостатньої розчинності в метилметакрилаті (розчинність в мономері складає близько 2 % від

Рис. 2. 4-Морфоліно-*N*-фенілнафталімідРис. 3. 4-Морфоліно-*N*-(*p*-метил)-феніл-нафталімідРис. 4. 4-Морфоліно-*N*-(*o*-метил)-феніл-нафталімід

загальної маси). При такій концентрації колір не буде насиченим. В той же час 4-морфоіно-*N*-(*o*-метил)-фенілнафталімід розчиняється в метил-метакрилаті в кількості 6 % від маси мономеру при температурі полімеризації 80 °С завдяки тому, що молекула стає менш планарною.

Для підтвердження можливості застосування акрилатних пігментів при виготовлення фарб для малювання на воді були визначені розміри частинок отриманого нами жовтого акрилатного пігменту з використанням 4-морфоліонафталіміду (див. рис. 5).

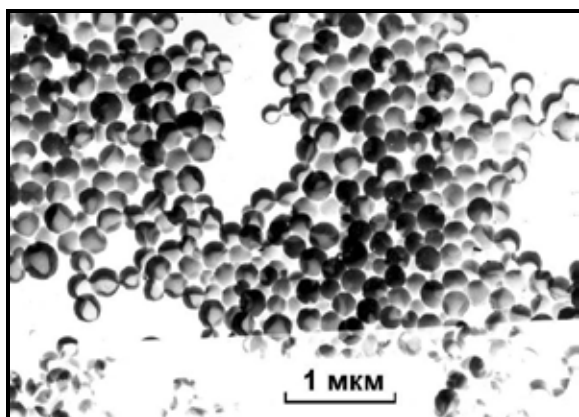


Рис. 5. Мікрофотографія жовтого пігменту на акрилатній основі

Для цього частинки пігменту диспергували в дистильованій воді, яка містить 0.001 % детергенту «неолону». Тонкий шар дисперсії наносять на свіжий сколок монокристалу NaCl. Після цього напилують вуглецеву репліку в вакуумі 10⁻⁴ торр. Репліку відділяють в дистильованій воді і сушать на повітрі. Вивчення і фотографування проводили на електронному мікроскопі EM-125 при прискорувальній напрузі 75 кВ.

Як видно з рисунку, розміри частинок отриманих пігментів знаходяться в межах 0,1–0,2 мкм. А це дає можливість їх використання при розробці барв для малювання на воді.

Використання цих люмінофорів при розробці ДФП дозволило створити пігменти і емалі на їх основі з тоном кольору близьким до ДФП

на основі феніліміду 4-амінонафталенової кислоти (див. табл. 1).

Таблиця 1
Колориметричні характеристики ДФЕ з використанням ДФП на основі синтезованих органічних люмінофорів

Люмінофор	В, %	Р, %	λ, нм
	113	82	564
	121	95	571
	124	97	570
	128	97	567

Як видно з таблиці 1, при використанні 4-морфоіно-*N*-(*o*-метил)-фенілнафталіміду, жовтий пігмент на 10-20 % перебільшує за показником відносної яскравості закордонні аналоги.

Формулювання цілей статті. Використання дефіцитних первинних амінів при отриманні нафталімідів не дає можливості широкого застосування таких похідних. Для вирішення цієї проблеми треба використовувати більш доступні промислові первинні аміни, наприклад, моноетаноламін, амінопропіловий спирт тощо.

В зв'язку з цим постало питання розробки технології отримання похідних 4-морфоліонафталімідів.

Зазвичай у всьому світі 4-діалкіламінонафталіміди отримують в дві стадії [25]. Це необхідно для можливості введення функціональних угруповань як в імідну частину молекули, так і в нафталінове

ядро для придання люмінофору специфічних властивостей з метою його цілеспрямованого використання.

Такий підхід до їх отримання призводить до зниження виходу кінцевого продукту, отриманню значної кількості промислових стоків, збільшенню тривалості процесу. А це з економічної та екологічної точки зору не зовсім прийнятно.

За попередніми даними є значна зацікавленість в розробці матеріалів з їх використанням.

Метою даної роботи є розробка нового підходу до створення технології одностадійного синтезу 4-морфолінонафталімідів та технологічної схеми їх виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження. 4-Заміщенні нафталенового ангідриду самі по собі являються ефективними люмінофорами. Однак чутливість до лужних реагентів обмежує галузі їх застосування. В зв'язку з цим, найбільш перспективними (за фізико-хімічними властивостями і спектральними характеристиками) є нафталіміді.

Введення в молекулу нафталенового ангідриду діалкіламіногруп дозволяє суттєво збільшити стійкість до дії УФ випромінювання. В більшій мірі це проявляється при введенні гетероциклічних замісників (морфоліновий, піперидиновий або піперазиновий цикли). Такі похідні володіють інтенсивною люмінесценцією в жовто-зеленій зоні спектру, високою розчинністю в різних орга-

нічних середовищах. Доступність вихідної сировини і простота отримання дають широку можливість для організації промислового випуску таких люмінофорів.

Зазвичай алкіл(арил)іміді 4-діалкіламінонафталенової кислоти отримують в дві стадії. Це обумовлено тим, що молекула нафталенового ангідриду має два реакційних центра – ангідридні угруповання і замісник в нафталіновому кільці. Умови протікання реакції по обом центрам різні. В зв'язку з тим, що в молекулу необхідно вводити замісники різноманітної структури для визначення можливості запровадження отриманих сполук для конкретного використання і проводиться дворівневий синтез таких похідних.

В першому випадку спочатку отримують алкіл(арил)імід 4-галоген-, 4-нітро- або 4-сульфо-нафталенової кислоти. Такі похідні легко вступають у реакцію нуклеофільного заміщення з амінами в полярних органічних розчинниках. Потім отримані напівпродукти конденсують з вторинним аміном у висококиплячих розчинниках згідно з методикою 1 (див. рис. 6) [26].

За іншою методикою роблять навпаки [27]. Спочатку отримують діалкіламінонафталеновий ангідрид, а потім вводять його в конденсацію з алкіл-(арил)аміном в середовищі полярного розчинника (спирти, кислоти тощо) (методика 2) (див. рис. 7).

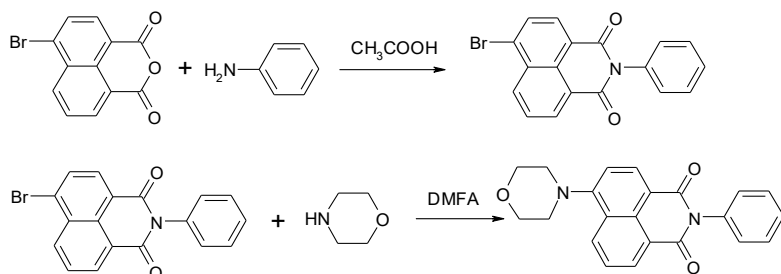


Рис. 6. Схема отримання 4-морфоліно-N-фенілнафталіміді за методикою 1

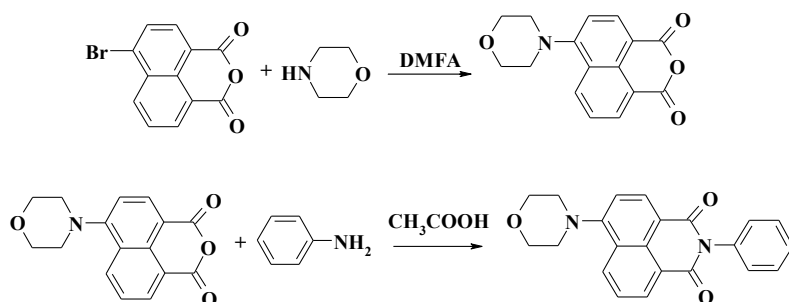


Рис. 7. Схема отримання 4-морфоліно-N-фенілнафталіміді за методикою 2

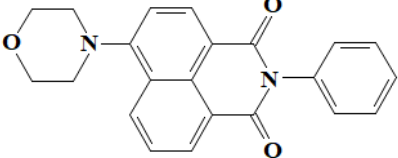
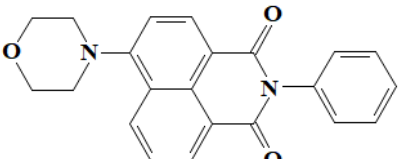
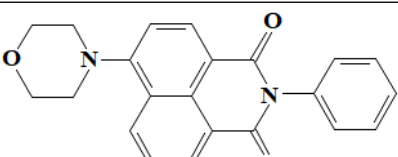
Вищенаведені методики отримання похідних 4-діалкіламінонафталімідів являються двостадійними. Такий підхід призводить до додаткових втрат кінцевого продукту. В обох випадках вихід кінцевого продукту після очищення не перевищує 50–60 %.

Будова вторинної аміногрупи суттєво позначається на стійкості отриманих люмінофорів до УФ-випромінювання. За нашими попередніми дослідженнями найбільш перспективним замісником являється морфоліновий, піперидиновий та піперазиновий цикли. Найбільш перспективним, завдяки доступності, є залишок морфоліну, який випускається в промислових масштабах.

В процесі виконання даної роботи розроблені дві технології одностадійного синтезу 4-діалкіламінонафталімідів [26; 27].

Таблиця 2

Виходи, температура плавлення і дані елементного аналізу синтезованих сполук

Сполука	Вихід, %	T _{пл.} , °C	Елементний аналіз		
			Знайдено N, %	Брутто- формула	Вираховано N, %
	92	254–255	7.71 7.74	C ₂₂ H ₁₈ N ₂ O ₃	7.82
	86	237–238	8.47 8.45	C ₁₈ H ₁₉ N ₂ O ₄	8.56
	85	240–241	8.13 8.10	C ₁₉ H ₂₁ N ₂ O ₄	8.21

Перша з них передбачає те, що спочатку 4-бромнафталевий ангідрид кип'ятять в інертному розчиннику в якому знаходиться вторинний амін на протязі 5-6 годин, після чого в реакційну масу додається первинний ароматичний або аліфатичний амін. Потім суміш кип'ятять ще 3–4 години і виділяють відповідний нафталімід згідно з методикою 3. За другою технологією 4-бромнафталевий ангідрид кип'ятять у вторинному аміні на протязі 4–5 годин, в реакційну масу додають оцтову кислоту і первинний амін. Реакційну суміш витримують при кипінні 5–6 годин, і виділяють кінцевий продукт (методика 4).

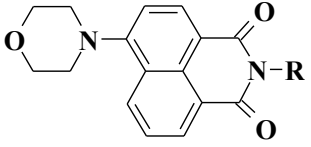



В якості первинних амінів використовувались анілін, моноетаноламін, амінопропіловий спирт та γ-метоксипропіламін, в якості вторинного аміну – морфолін.

Синтез 4-морфолінонафталімідів здійснювався нами як по відомим методикам для двохстадійного їх отримання, так і за розробленими нами методикам. Для підтвердження ідентичності сполук проведений елементний аналіз, визначені температури плавлення синтезованих люмінофорів. Їх структура підтверджена даними УФ-спектроскопії і результатами елементного аналізу (таблиця 2).

Як показали наші дослідження, розроблені одностадійні методики отримання нафталімідів 4-морфолінонафталевий кислоти (див. табл. 3) дозволяють отримувати кінцеві продукти з виходом 85–92 %.

Таблиця 3

Залежність виходу нафталімідів від використаної методики

	Методика	Вихід, %
R		
CH ₂ CH ₂ OH	1	55
CH ₂ CH ₂ OH	3	86
CH ₂ CH ₂ OH	4	89
	1	60
	3	90
	4	92
CH ₂ CH ₂ CH ₂ OCH ₃	3	87
CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	3	85

Враховуючи, що синтезовані нафталіміди перспективні для багатьох застосувань, ми розробили принципові блок-схеми їх одержання за одно- та двохстадійними технологіями (рисунки 8, 9).

На підставі розроблених блок-схем виробництва нафталімідів розроблені можливі технологічні схеми їх синтезу в умовах впровадження у виробництво (рис. 10, 11).

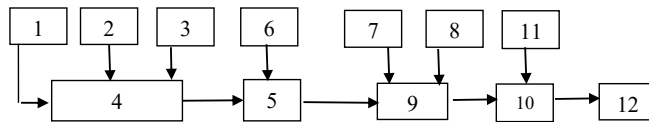


Рис. 8. Блок-схема отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду за двостадійною методикою
 1 – завантаження диметилформаміду (ДМФА); 2 – завантаження 4-Вr-нафталевого ангідриду (4-Вr-НА); 3 – завантаження β-оксіетиламіну; 4 – утворення N-(β-оксіетиліміду) 4-бромнафталевого ангідриду; 5 – фільтрація; 6 – завантаження води на промивання осаду; 7 – завантаження оцтової кислоти; 8 – завантаження морфоліну; 9 – отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду; 10 – фільтрація продукту; 11 – завантаження води на промивання осаду; 12 – сушіння 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду

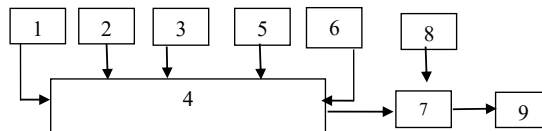


Рис. 9. Блок-схема отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду за одностадійною методикою

1 – завантаження диметилформаміду (ДМФА); 2 – завантаження 4-Вr-нафталевого ангідриду (4-Вr-НА); 3 – завантаження морфоліну; 4 – утворення 4-морфолінонафталевого ангідриду; 5 – завантаження оцтової кислоти; 6 – завантаження β-оксіетиламіну; 7 – фільтрація 4-морфоліно-[N-(β-оксі-етиламіно)]-нафталіміду; 8 – завантаження води на промивання осаду; 9 – сушіння 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду

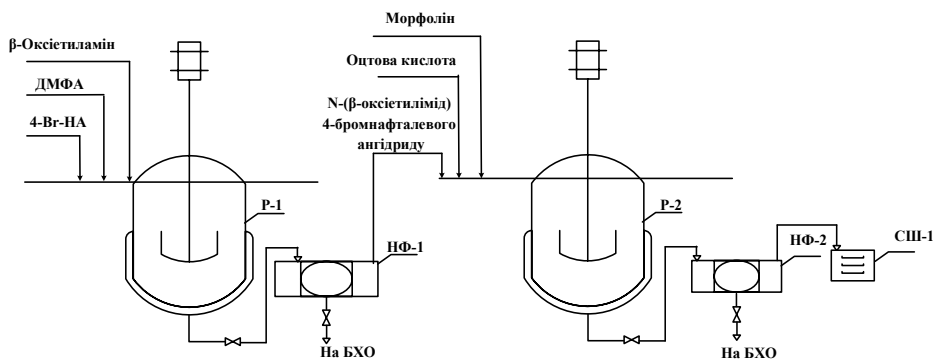


Рис. 10. Принципова технологічна схема отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду за двостадійною методикою

P-1 – реактор для отримання N-(β-оксіетиліміду) 4-бромнафталевого ангідриду; P-2 – реактор для отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду; НФ-1,2 – нутч-фільтр; СШ-1 – сушарка

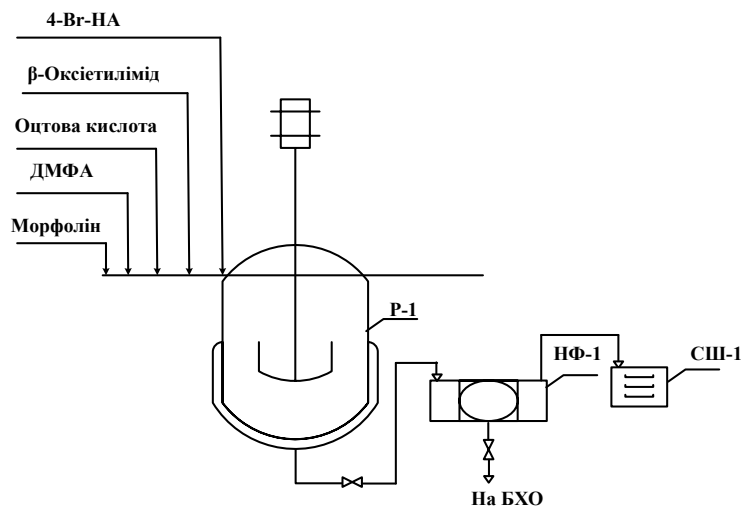


Рис. 11. Принципова технологічна схема отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду за одностадійною методикою

P-1 – реактор для отримання 4-морфоліно-[N-(β-оксіетиламіно)]-нафталіміду; НФ-1 – нутч-фільтр; СШ-1 – сушарка

Як видно з вищенаведеного, технологічна схема одностадійного синтезу при реалізації її у виробництві не передбачає будь-яких ускладнень. А у випадку впровадження, можна використовувати стандартну апаратуру, яка виробляється в Україні.

Висновки. Проведені нами дослідження показують ефективність синтезованих люмінофорів

і простоту реалізації одностадійної технології отримання нафталімідів при необхідності впровадження у виробництво. Отримані результати показують, що синтез 4-морфолінонафталімідів за розробленими технологіями є перспективним в умовах дефіциту вихідних продуктів. А з точки зору питань охорони навколишнього середовища, екології та економіки, безумовно, перевершує існуючі методи.

Список літератури:

1. Красовицкий Б. М., Болотин Б. М. Органические люминофоры. / под общей ред. Б.М. Красовицкого. Москва : Химия, 1984. 336 с.
2. Distanov V. B., Falaleeva T. V., Myronenko L. S. Daylight pigments on the basis of melaminotoluensulfamideformaldehyde oligomer for enamel colores. *Advanced polymer materials and technologies: theories and practice*. Multi-authored monograph. Kyiv, 2018. С. 42–47.
3. Дистанов В. Б., Мироненко Л. С., Породных А. А., Голубенко Е. А. Дневные флуоресцентные пигменты для эмалевых красок, Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Актуальні проблеми сучасної хімії». Миколаїв : НУК ім. адмірала Макарова, 2019. С. 61–65.
4. Дистанов В. Б., Мироненко Л. С., Бондарев В. В., Васильева В. О., Фалалеева Т. В. Акрилатные дневные флуоресцентные пигменты. *Актуальні проблеми сучасної хімії* : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців присвячену 100-річчю НУК ім. адм. Макарова. Миколаїв, 2020, С. 28–32.
5. Distanov V. B., Berdanova V. F., Gurkalenko Yu. A., Prezhdo V. V. An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres. *Dyes and Pigments*. 2001. Vol. 48, P. 159–163.
6. Дістанов В. Б., Бондарев В. В., Васильева В. О., Дзьобань Т., Мироненко Л. С., Фалалеева Т. В. Піразолінілнафталіміди – флуоресцентні барвники для поліамідних та ацетатних волокон. *Львівські хімічні читання – 2019* : тези доповідей сімнадцятої наукової конференції. Львів, 2019, С. 3 134.
7. Пат РФ № 2017878. Способ получения окрашенного в массе ацетатного и триацетатного волокна / Дистанов В.Б., Тульгук З.Д. и др., Б. И. 1994. № 15. 4 с.
8. Пат РФ № 2010900. Способ получения окрашенного в массе триацетатного или поликапроамидного волокна / Дистанов В.Б., Тульгук З.Д. и др., Б. И. 1994. № 7. 4 с.
9. Пат РФ № 2010901. Способ получения окрашенного в массе ацетатного или триацетатного волокна / Дистанов В.Б., Тульгук З.Д. и др., Б. И. 1994. № 7. 4 с.
10. Переяслова Д. Г., Сальвицкая Л. Н. Применение фенилимида 4-амино-нафталевой кислоты в дневных флуоресцентных пигментах для полиэтилена. *Ж. Прикл. Химии*. 1980. № 53(2). С. 471–473.
11. А. с. СССР 1484826 Композиция для получения флуоресцентного пигмента / Дистанов В. Б., Сальвицкая Л. Н., Чумак Т. В., Шевченко Э. А., Сердечная Т. А., Оpubл. 07.08.89., Бюл. № 21.
12. А. с. 1047838 СССР. Способ определения серебра в растворах / Э.А. Шевченко, В.Б. Дистанов, А.Б. Бланк. Оpubл. 15.10.83, Бюл. № 38, С. 5.
13. Шевченко Э. А., Дистанов В. Б., Бланк А. Б. Люминесцентно-титриметрическое определение серебра с солями 4-диалкиламинонафталевых кислот. *Заводская лаборатория*. 1984. № 50 (6), С. 5–6.
14. Дістанов В. Б., Рошаль А. Д., Дюбко Т. С., Фалалеева Т. В. Дослідження біологічної активності деяких похідних 4-морфолінонафталіміду в якості флуоресцентних зондів. *Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія*. 2014. № 53 (1095). С. 22–28.
15. Дистанов В. Б., Фалалеева Т. В. Синтез и исследование производных 4-морфолинонафталевой кислоты в качестве флуоресцентных зондов. *Научный альманах (химические науки, медицинские науки)*. 2014. № 2(2). С. 100–109.
16. Ромоданова Э. А., Гаврик В. А., Рошаль А. Д., Дистанов В. Б. Изменение конформации САЧ под влиянием замораживания и лазерного излучения по данным флуоресценции производного нафталевой кислоты. *Проблемы криобиологии*. 2000. № 3. С. 28–32.
17. А. с. 1106398 СССР. Активная среда для лазеров на растворах органических соединений / Л.К. Денисов, С.А. Цогоева, Л.М. Мельникова и др. Оpubл. 1.04.84. Бюл. № 7. 4 с.
18. А. с. 1419113 СССР. Производные нафталин-1,8-дикарбоновой кислоты в качестве люминесцентных дихроичных красителей для нематического жидкокристаллического материала / А.Г. Аболин, Б.М. Болотин, В.Б. Дистанов и др. Оpubл. 22.04.88, Бюл. № 5. 16 с.

19. Луговский А. П., Рачкевич В. С., Эрдман М. И. Синтез 4-алкиламинонаф-талимидов и изучение их люминесцентных и ориентационных свойств в жидкокристаллической матрице. *Журнал органической химии*. 1988. № 24(3). С. 625–628.
20. А. с. 1221891 СССР. Пенетрант для люминесцентной дефектоскопии металлических изделий / Л.Я. Малкес, Л.И. Сукиасова, Э.А. Шевченко, В.Б. Дистанов и др. Опубл. 01.12.85, Бюл. № 21. С. 4.
21. А. с. 1384000 СССР. Пенетрант для люминесцентной дефектоскопии / Л.Я. Малкес, Э.А. Шевченко, В.Б. Дистанов и др. Опубл. 22.11.87, Бюл. № 18. С. 4.
22. Окульская, Л. В. (2016). Нетрадиционная техника рисования эбру. *Инновационные педагогические технологии: Материалы IV Междунар. науч. конф.* (г. Казань, май 2016 г). Казань, 2016. С. 62–65.
23. Jiříčná Š. Ebru art [Электронный ресурс] / Šárka Jiříčná. URL: <https://blog.roooya.cz/clanek/113/>.
24. Дістанов В. Б., Бондарев В. В., Васильєва В. О., Дзьобань Т. В., Мироненко Л. С. Синтез довгохвильових органічних люмінофорів для забарвлення синтетичних матеріалів. Тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD-2019). Харків. 2019. Ч. 2. С. 246.
25. Аникин В. Ф., Куприян Д. Г. Алкилирование 4- и 4,5-замещенных нафталимидов в условиях межфазного катализа. *Вісник Одеського національного університету. Сер. Хімія*. 2003. № 8(4). С. 235–242.
26. Vojinov V., Konstantinova T. Synthesis of polymerizable 1,8-naphthalimide dyes containing hindered amine fragment. *Dyes and Pigments*. 2002. № 54(3). С. 239–245.
27. Красовицкий Б. М., Шевченко Э. А., Дистанов В. Б. Синтез и люминесцентные свойства 4-замещенных нафталинового ангидрида и нафталимида. *Журн. орг. химии*. 1983. № 6. С. 1305–1308.
28. Кадочкіна В. В., Дістанов В. Б., Фалалєєва Т. В., Мироненко Л. С. Новий підхід до синтезу 4-морфолінонафталімідів. Тези доповідей XXIX міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD-2021). Харків, 2021. Ч. 2. С. 158.
29. Distanov V., Myronenko L., Falaleeva T., Uspenskiy B. A new approach to the synthesis of 4-dialkylaminonaphthalimides. *Abstract EastWest Chemistry Conference*. Lviv, 2018. P 079. P. 160.

Distanov V.B., Myronenko L.S., Kadochkina V.V., Shkolnikova T.V. IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR OBTAINING 4-MORPHOLINONAPHTHALIMIDES

This work is devoted to the improvement of the technology for obtaining 4-morpholinonaphthalimides, which are widely used in various fields of science and technology. As we know, for obtaining such derivatives with the purpose of organic luminophores with specific properties synthesis; it is often used two-step method, which is based initially on obtaining 4-halogen-naphthalimide, its isolation from reaction mixture, and its subsequent interaction with morpholine, or vice versa. At first, 4-morpholinonaphthalic anhydride is obtained and then it is transformed into corresponding naphthalimide by reaction with primary aromatic or aliphatic amines. Yield of the final product by both these steps is 50–60 %. In addition, these methods lead to the appearance of a significant amount of liquid waste products, which can cause significant harm to the environment. In the process of work, we developed a new approach to the one-step synthesis of 4-substituted naphthalic acid derivatives. Two approaches were developed which allow obtaining final products without isolation of precursors, which were obtained at the previous stage. This ensures that yield of the end products is increased up to 85–92 %. Bearing in mind, that synthesized naphthalimides are promising for many applications, we have developed principle block diagrams of their production by one- and two-stage technologies. Based on the developed block diagrams of naphthalimides production, we proposed possible technological schemes for their synthesis in the conditions of implementation into full-scale production. Technology scheme of single-stage synthesis subject to its implementation in large-scale production does not include any complications and allows to use standard equipment, which is produced in Ukraine. Proposed technology provides reduction of waste materials by about two times and reduction of the technological equipment amount subject to production organization, which is advantageous from the environmental and economic point of view.

Key words: 4-Bromonaphthalic anhydride, 4-morpholinonaphthalimide, primary and secondary amines, one-stage synthesis, block diagram, manufacturing scheme.