

## РІШЕННЯ ЩОДО ПРИСУДЖЕННЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ ДОКТОРА НАУК

Спеціалізована вчена рада Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України (м. Львів) прийняла рішення щодо присудження наукового ступеня доктора хімічних наук Куш Ользі Василівні на підставі прилюдного захисту дисертації «Механізми дії *N*-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення» у вигляді рукопису за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія 14 червня 2017 року, протокол № 2/3.

Куш Ольга Василівна 1959 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила у 1981 році Донецький державний університет за спеціальністю «Хімія».

Наукові ступені і вищі звання – кандидат хімічних наук з 2004 р. Працює старшим науковим співробітником у Відділенні фізико–хімії горючих копалин Інституту фізико–органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України з 2014 р до теперішнього часу.

Дисертація виконана в Інституті фізико–органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України та у Відділенні фізико–хімії горючих копалин Інституту фізико–органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України.

**Науковий консультант:** Опейда Йосип Олексійович, доктор хімічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу хімії окислювальних процесів Відділення фізико–хімії горючих копалин Інституту фізико–органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України.

Здобувач має 45 опублікованих праць за темою дисертації, з них 2 роботи, написані без співавторів, 0 монографій, 23 статті в наукових фахових виданнях, 2 патенти України, у тому числі:

1. Oxidation of 5-hydroxymethylfurfural to 2,5-diformylfuran with molecular oxygen in the presence of the *N*-hydroxyphthalimide / M. O. Kompanets, **O. V. Kushch**, Yu. E. Litvinov, O. L. Pliekhov, K. V. Novikova, A. O. Novokhatko, A. N. Shendrik, A. V. Vasilyev, I. O. Opeida // *Catalysis Communications*. – 2014. – Vol. 57. – P. 60–63.

2. 2. Well-Known Mediators of Selective Oxidation with Unknown Electronic Structure: Metal-Free Generation and EPR Study of Imide-*N*-Oxyl Radicals / I. B. Krylov, M. O. Kompanets, K. V. Novikova, I. O. Opeida,

**O. V. Kushch**, B. N. Shelimov, A. O. Terentev // The Journal of Physical Chemistry A. – 2016. – Vol. 120, №1. – P. 68–73.

3. Substituted *N*-hydroxyphthalimides as oxidation catalysts / K. V. Novikova, M. O. Kompanets, **O. V. Kushch**, S. P. Kobzev, M. M. Khlestov, I. O. Opeida // Reaction Kinetics, Mechanism and Catalysis. – 2011. – Vol. 103, №1. – P. 31–40.

4. Kinetic Studies of Acenaphthene Oxidation Catalyzed by *N*-Hydroxyphthalimide / I. O. Opeida, Yu. E. Litvinov, **O. V. Kushch**, M. O. Kompanets, O. M. Shendrik // International Journal Chemical Kinetics. – 2013. – Vol. 45, №8. – P. 512–524.

### **Офіційні опоненти:**

**Ищенко Олена Вікторівна** – доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія, професор, професор кафедри фізичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України, **дала позитивний відгук із зауваженнями:**

1. Для описання кінетичної схеми процесу окиснення аценафтену автором використано кінетичне рівняння загальної швидкості процесу окиснення (р-ня 1.22), але із тексту дисертації не зрозуміло, як це рівняння було отримано.
2. Відсутні пояснення причин, чому залежності швидкостей окиснення аценафтену від концентрації АІБН та NHPI на рис. 6.3 і 6.6 (ст.177 та 180), відповідно, не виходять з нуля.
3. На рис.3.11 (с.110) представлено залежність константи швидкості реакції розкладу радикала від донорного числа розчинника з досить низьким коефіцієнтом кореляції (константа в ацетонітрилі взагалі випадає). На мою думку, тут доречніше говорити про кореляційну залежність середньої сили, а не про кореляцію.
4. Не зрозуміло, чому концентрація метилметакрилату в рівнянні 4.4, що описує швидкість полімеризації, входить в ступені 3/2?
5. Автору треба було б чіткіше визначити поняття реакційної здатності, а саме, який конкретно параметр слугував кількісною мірою активності каталізатора.
6. В описанні стадії ініціювання при використанні каталітичної системи  $\text{Co}(\text{OAc})_2$  і NHPI в оцтовій кислоті вказано, що *N*-гідроксифталімід входить у внутрішню сферу кобальту. Але не обговорюється яким чином це відбувається і чи сприяє підвищенню ефективності такої системи в процесі окиснення?
7. У роботі, на мій погляд, треба більш чітко пояснити синергізм у системі NHPI/ $\text{Co}(\text{OAc})_2$ / $\text{Mn}(\text{OAc})_2$  при окисненні *p*-ксилолу.

**Лявинець Олександр Семенович** – доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія, професор, завідувач кафедри органічної і фізичної хімії та екології хімічних виробництв Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича МОН України, **дав позитивний відгук із зауваженнями:**

1. На с. 19 автор зазначає наступне: «З точки зору термодинамічної стабільності, радикали такі ж стійкі утворення, як і нейтральні молекули». Це достатньо дискусійне твердження.
2. Не зовсім зрозуміло, для чого в обговоренні результатів повторювати відомий ЕПР-спектр PINO? (с. 100).
3. На рис. 3.7 (с. 105) наведена не кінетика накопичення PINO, а його УФ-спектри у різні моменти часу.
4. Висновок щодо ролі гідроксильної групи як центру комплексоутворення у молекулі NHPI на основі впливу на процес полімеризації метилметакрилату NMPI є недостатньо коректним, оскільки останній не здатний до утворення вільних радикалів.
5. Не зрозуміло, чому окиснення (полімеризацію) MMA і акрилонітрилу проводили за одних (однакових) концентрацій ініціаторів, а стиролу і  $\alpha$ -метилстиролу за інших? Окиснення MMA і акрилонітрилу – без розчинника (в масі), а стиролу і  $\alpha$ -метилстиролу – з використанням розчинника?
6. У дисертації не обгрунтовано вибір процесу окиснення аценафтену як модельної реакції.
7. На мій погляд було б доречним проаналізувати дані табл.7.2 (с. 203) з точки зору стійкості утворених з субстрату проміжних радикалів.
8. На с. 232 зазначено, що в оцтовій кислоті комплекс між  $\text{Co}^{2+}$  і NHPI утворюватися не може. Водночас пізніше констатується, що NHPI може входити в координаційну сферу іона металу в середовищі оцтової кислоти. То як насправді?
9. На с. 252 вказано, що при окисненні *n*-ксилолу молекулярним киснем, яке каталізоване системою NHPI/ $\text{Co}(\text{OAc})_2$ / $\text{Mn}(\text{OAc})$ , терефталева кислота не утворюється. Її отримують подальшим окисненням *n*-толуїлової кислоти, тобто у дві стадії. Тоді як з висновку № 10 можна зрозуміти, що процес відбувається в одну стадію.
10. У роботі зустрічаються окремі неточності. У підписах до деяких рисунків і таблиць не завжди вказані умови проведення експерименту. Є невдалі вирази.

**Макота Оксана Іванівна** – доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія, доцент кафедри загальної хімії національного університету "Львівська політехніка", дала **позитивний відгук із зауваженнями:**

1. Автор стверджує, що в процесах окиснення фталімід-N-оксильний радикал не бере участі в стадії обриву ланцюгів, тобто не взаємодіє з пероксильним радикалом і не димеризується. Які на це є докази?
2. У роботі вперше було показано, що в реакціях радикального приєднання фталімід-N-оксильний радикал проявляє електрофільні властивості і це сприяє його високій реакційній здатності з мономерами, що мають електронодонорні властивості. Цікаво було б порівняти електрофільність радикала в реакціях приєднання за подвійним зв'язком та в реакціях відриву атома водню.
3. Чому в рівнянні загальної швидкості процесу окиснення (с.184) в присутності N-гідроксифталіміду відсутня концентрація кисню? Але в тексті приводиться рівняння утворення фталімід-N-оксильного радикала шляхом окиснення N-гідроксифталіміду молекулярним киснем, тобто кисень бере участь в стадії ініціювання.
4. Реакція взаємодії N-гідроксифталіміду з пероксильним радикалом (8.23) є визначальною в каталітичному окисненні органічних сполук молекулярним киснем, але вона може бути зворотною. Яким чином це може впливати на перебіг процесу?
5. В експериментальній частині представлено метод йодометрії для визначення гідропероксидів, який добре відомий і не потребує, на мій погляд, такого об'ємного опису.
6. Рівняння для розрахунку спостережуваної константи та константи швидкості реакції другого порядку відриву атома водню наведено кілька разів, при чому під різними номерами.

**На дисертацію та автореферат надійшли відгуки:**

*1. Відгук за підписом наукового співробітника кафедри біохімії Університету Вісконсин-Медісон, доктора хімічних наук **В. І. Тимохіна.***

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Які є докази, що отримані високі значення КІЕ ( $k_H/k_D$ ) при відриві Н-атома радикалом PINO від аценафтену і *n*-ксилолу пояснюються істотним внеском тунелювання.
2. Було би цікаве обговорити різницю в кінетиці розпаду радикала PINO: 1) реакція 1-го порядку – розрахована в дисертації; 2) реакція 2-го порядку – отримані в літературі.

2. Відгук за підписом доцента кафедри хімічної технології та фізичної і колоїдної хімії Національного університету харчових технологій, доктора хімічних наук **С. П. Бондаренко**:

Відгук позитивний з таким зауваженням:

При інтерпретації кінетичного ізотопного ефекту в реакціях відриву атома водню фталімід-N-оксильним радикалом від молекул аценафтену та п-ксилолу автором зроблено висновок про вплив квантового тунелювання. Із тексту автореферата не зрозуміло, чи розраховували теоретичний кінетичний ізотопний ефект і, якщо так, то яким чином?

3. Відгук за підписом головного наукового співробітника Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка, доктора хімічних наук, професора **Рибаченка В.І.**

Відгук позитивний з таким зауваженням:

N-гідроксифталімід – основна реакційна одиниця в роботі. Бажано більш детально довести яким чином проведено віднесення спектрів радикальних форм та встановлено спектроскопічні кореляції щодо розподілу електронної густини.

4. Відгук за підписом професора кафедри фізичної хімії Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, доктора хімічних наук **Водолазької Н.О.**

Відгук позитивний без зауважень.

5. Відгук завідувача відділом каталітичних синтезів на основі одновуглецевих молекул Інституту фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України, члена-кореспондента НАН України, доктора хімічних наук, професора **Стрижаса П.Є.**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Чому детальну кінетику полімеризації вінільних мономерів у присутності ННРІ досліджено на прикладі саме метилметакрилату?
2. Чому в кінетичній схемі, що показана на рис.15-16 наведено лише одну реакцію обриву ланцюгів за участю пероксильних радикалів (21)? В даній схемі приведено також утворення алкільних радикалів, які також можуть вступати в реакції обриву ланцюгів.

6. Відгук завідувача кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка», доктора хімічних наук, професора **Піха З.Г.**

Відгук позитивний із зауваженнями:

1. Чи з наведених даних на стор. 6,7 даних слід розуміти, що ЕПР-спектр радикала PINO залежить від способу його одержання?
2. На рисунку 3 автореферату наведено одну криву з максимумом. Це крива зміни інтенсивності поглинання? Чому у підписі до рисунка написано, що це «Кінетична крива накопичення і витрачання».
3. В тексті автореферату зустрічається термін «розпад PINO». Що це за розпад? Можливо це витрачання радикала?
4. Автор визначила енергії активації реакції полімеризації метилметакрилату в присутності NHPI та AIBN. Чи є однозначний зв'язок між енергіями активації та «робочим температурним інтервалом»?

7. *Відгук професор кафедри хімічного матеріалознавства Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, доктора хімічних наук **Коробова О.І.***

Відгук позитивний із зауваженнями:

На с. 7 сказано, що вивчено кінетику розкладу радикала PINO в різних розчинниках, але значення константи швидкості наведено тільки для ацетонітрилу. Цікаво було б побачити діапазон констант (часу життя радикалу в різних розчинниках). Безумовно привертають до себе увагу експериментальні дані, які свідчать про істотний внесок тунелювання при перенесенні протону при кімнатних температурах. Але значення кінетичного ізотопного ефекту наведені тільки для 25°C. Виграшно було б навести температурну залежність саме цих величин (хоча і наведено температурну залежність парціальних констант швидкості). Ще одне питання – чим обумовлений вибір іонів саме Co, Mn та Cu.

8. *Відгук професора кафедри теорії металургійних процесів і загальної хімії НМетАУ, доктора хімічних наук **Камкіної Л.В.** та доцента кафедри теорії металургійних процесів і загальної хімії НМетАУ, кандидата хімічних наук **Щеглової І.С.***

Відгук позитивний з таким зауваженням:

В авторефераті дисертаційної роботи (розділ 8) наведені результати досліджень каталітичних систем NHPI/Me<sup>n+</sup> в процесах окиснення алкіларенів. В якості співкатализаторів використовували солі Mn(II), Co(II), Cu(I). Але з наукових публікацій відомо, що в якості каталізаторів окиснення аренів також використовують сполуки інших 3d металів – V(V), Fe(II), Fe(III), Cr(III), Ni(II). Автором не наведено обґрунтування вибору сполук Mn(II), Co(II), Cu(I).

9. *Відгук декана факультету хімічних наук Інституту хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля (м.Рубіжне) доктора хімічних наук, професора Галстяна А.Г.*

Відгук позитивний з таким зауваженням:

Слід відзначити, що в авторефераті не обговорено кінетичні дані рис. 14, які є дуже цікавими.

10. *Відгук провідного наукового співробітника кафедри органічної хімії Національного університету «Львівська політехніка», доктора хімічних наук, старшого наукового співробітника Самарика В.Я.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. За результатами дослідження кінетичного ізотопного ефекту у реакціях фталімід-N-оксильного радикала з молекулами аценафтену та п-ксилолу (с.23-24) зроблено висновок про істотний вплив квантового тунелювання на механізм реакції. З тексту автореферату не зрозуміло, на мій погляд, на якій підставі зроблено такий висновок.
2. З даних автореферату не зовсім зрозуміло, яким чином досягається адитивність швидкості полімеризації при сумісному її ініціюванні NHPI та АІБН. (ст.8), якщо різниця в енергіях активації становить більше 30 кДж/моль при використанні цих ініціаторів окремо.
3. При обговоренні стадії, яка лімітує швидкість реакції, вираз «швидкість реакції є дуже високою» слід вважати дуже невдалою (ст.29). Швидкість більшості елементарних радикальних реакцій процесів є високою. Тут доцільне було б обґрунтувати, чому дана стадія має відносно низьку швидкість, щоб бути лімітуючою і зміна її швидкості впливала на загальну швидкість процесу.

11. *Відгук завідувача лабораторії КГС, Інституту органічної хімії НАН України, доктора хімічних наук, старшого наукового співробітника Богзи С.Л.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

Із тексту автореферату неясно, чому в кінетичних схемах окиснення автор нехтує реакцією обриву ланцюгів  $ROO + PINO$ , адже відомо, що стабільні N-оксильні радикали проявляють інгібуючі властивості в радикальних реакціях.

**У дискусії взяли участь члени спеціалізованої вченої ради:**

1. Д.х.н., проф. **Аксiментьсва О.І.**, доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.04 – фiзична хiмiя; зауваження:

Звiсно, опоненти сказали про недолiки, але вони суттєво не впливають на результат, i менi хочеться висловити деякi побажання з приводу майбутнiх дослiджень. Я побачила, що у Вас є два патенти, але нажаль у доповiдi це не прозвучало. Робота вийшла така вiдiрвана вiд землi, вiд буденної практики. Тому мої побажання продовжити дослiдження i приєднати їх до практичного застосування.

2. Д.х.н., проф. **Лакиза С. М.**, доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.04 – фiзична хiмiя; без зауважень.

3. Д.х.н., проф. **Решетняк О. В.** доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.04 – фiзична хiмiя; без зауважень.

4. Д.х.н., проф. **Дiбрiвний В.М.**, доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.04 – фiзична хiмiя; зауваження:

В якостi побажання хотiлось би сказати: для процесiв радикальної полiмеризацiї термодинамiка пероксидiв була дуже детально дослiджена Юрiєм Яковичем Ван-Чин-Сяном. Було дослiджено бiльше пiвтори сотнi пероксидних сполук. I радикали, i радикальнi реакцiї можна прораховувати за наявностi iснуючої на сьогоднiшнiй день бази термодинамiчних величин, тобто звернути увагу на цей аспект - це як побажання автору на майбутнє.

5. Д.х.н., проф. **Обушак М.Д.** доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.01 –органiчна хiмiя; без зауважень.

6. Д.х.н., проф. **Солтис М. М.** доктор хiмiчних наук за спецiальнiстю 02.00.04 – фiзична хiмiя; без зауважень.

При проведеннi таємного голосування виявилось, що iз 14 членiв спецiалiзованої вченої ради, якi взяли участь у голосуванні (з них 8 докторiв наук за профiлем дисертацiї), проголосували:

«За» – 14 членiв ради,

«Проти» – немає,

недiйсних бюлетенiв – немає.

## **ВИСНОВОК**

*спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10*

*Львівського національного університету імені Івана Франка про дисертаційну роботу **Куц Ольги Василівни** на тему “**Механізми дії N-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення**”, подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – «фізична хімія».*

Дисертаційна робота присвячена з'ясуванню механізмів дії N-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення, а також чинників, що визначають швидкість, селективність і напрям реакцій у присутності N-гідроксифталіміду.

Робота виконана у відділі досліджень радикальних реакцій Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України та відділі хімії окислювальних процесів Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України в межах держбюджетних науково-дослідних тем: «Каталіз йонними супрамолекулярними галідами реакцій виродженого розгалуження при окисненні алкілбензолів молекулярним киснем», номер державної реєстрації 0105U001018, «Дослідження каталітичної дії гідроксиімідів та амінів в процесах радикально-ланцюгового окиснення та полімеризації алкіларенів та вінільних сполук», номер державної реєстрації 0107U010880 та «Каталітичні системи на основі гідроксиімідів і металів змінної валентності для отримання кисневмісних мономерів шляхом окиснення субстратів молекулярним киснем», номер державної реєстрації 0112U007579.

### ***Основні наукові результати, які здобувач одержав особисто:***

В роботі отримано нові фундаментальні знання про реакційну здатність та механізми дії N-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах. Показано, що N-гідроксифталімід в процесах безкисневої і оксидативної полімеризації вінільних мономерів діє як ініціатор, а при окисненні насичених сполук молекулярним киснем проявляє властивості органічного каталізатора.

Методом ЕПР- спектроскопії встановлено електронну будову фталімід-N-оксильного радикала – основного інтермедіата в радикальних процесах за участю N-гідроксифталіміду, досліджено розподіл спінової густини в радикалі.

Вивчено кінетику елементарних реакцій фталімід-*N*-оксильного радикала – реакції спонтанного розпаду радикала, приєднання до подвійного зв'язку ненасичених сполук, відрив атома водню від С-Н зв'язків широкого кола сполук. На основі отриманого масива кінетичних даних встановлено закономірності впливу структури радикала, субстратів та розчинника на швидкість, селективність і напрям реакцій, що дозволяє оптимізувати радикальні процеси за участю *N*-гідроксифталіміду.

Вперше виміряно абсолютні константи швидкості реакцій приєднання фталімід-*N*-оксильного радикала до вінільних мономерів. Висока активність радикала у цих реакціях пояснюється його електрофільним характером.

Виміряно абсолютні константи швидкості реакцій відриву атома водню від С-Н зв'язків органічних сполук різної структури. Встановлено вплив ентальпійного, ентропійного, полярного факторів та квантового тунелювання на кінетику реакції.

Вперше показано, що *N*-гідроксифталімід ініціює радикальну полімеризацію вінільних мономерів з утворенням функціоналізованих полімерів з підвищеним вмістом синдіотактичних послідовностей, а також окисативну полімеризацію вінільних сполук з утворенням поліпероксидів.

Проведено дослідження механізмів каталітичної дії *N*-гідроксифталіміду в процесах рідиннофазного окиснення алкіларенів молекулярним киснем. Показано, що *N*-гідроксифталімід у суміші з радикальними ініціаторами є високоселективним каталізатором окиснення органічних сполук з утворенням гідропероксидів, а в присутності солей металів змінної валентності ефективно каталізує глибоке окиснення алкіларенів з утворенням кетонів, спиртів, карбонових і дикарбонових кислот.

Встановлено значний вплив структури *N*-гідроксифталімідів на ефективність каталізу. Показано, що висока селективність процесів рідиннофазного окиснення за участю *N*-гідроксифталіміду обумовлена різким збільшенням довжини кінетичних ланцюгів.

### ***Оцінка достовірності і новизни результатів дисертаційної роботи:***

Експериментальний матеріал, наведений у дисертаційній роботі, одержаний з використанням сучасних і широко апробованих фізико-хімічних методів дослідження, а саме: газоволюмометрії, дилатометричного методу, ЕПР-, ІЧ-, УФ-, ЯМР-спектроскопії, термогравіметричного аналізу, газорідинної хроматографії, квантово-хімічних методів. Значна кількість результатів одержані різними фізико-хімічними методами і добре узгоджуються між собою. Обґрунтованість наукових положень, висновків та

рекомендацій підтверджено їх обговоренням і схваленням на вітчизняних і міжнародних наукових конференціях.

Основні результати та положення дисертаційної роботи Куш О.В. викладені в 23 наукових статтях, з них 10 у наукових фахових виданнях України і 13 у зарубіжних періодичних виданнях, в 2 патентах і в 20 тезах доповідей на вітчизняних і міжнародних наукових конференціях і симпозиумах.

***Теоретичне та практичне значення роботи та рекомендації щодо використання:***

Досліджувані реакції є хімічним підґрунтям високоефективних процесів отримання практично важливих продуктів органічного синтезу – високомолекулярних сполук, у тому числі стереорегулярних і телехелічних полімерів, поліпероксидів, а також низькомолекулярних кисневмісних сполук (кетонів, спиртів, альдегідів, карбонових кислот).

Показано, що використання *N*-гідроксифталіміду дозволяє проводити окиснення алкіларенів молекулярним киснем з високою швидкістю при збереженні високої (більше 90 %) селективності утворення гідрпероксиду. При сумісному використанні *N*-гідроксифталіміду з солями перехідних металів (Co, Mn, Cu) відбувається глибоке окиснення алкіларенів до спиртів, кетонів, карбонових кислот. Процеси за участю *N*-гідроксифталіміду задовольняють вимоги «зеленої хімії», протікають з високою атомною селективністю, мають низький *E*-фактор.

Кінетичні дані, представлені в дисертації, можна використовувати як довідниковий матеріал для оптимізації процесів каталітичного окиснення та ініційованої полімеризації.

Практичне значення одержаних результатів підтверджено актом впровадження, а також патентами України на корисну модель та винахід. Результати роботи застосовуються на кафедрі біохімії та фізичної хімії Донецького національного університету імені Василя Стуса при виконанні лабораторних, курсових, дипломних і магістерських робіт, а також при викладанні курсів «Радикальні реакції в клітині», «Антиоксидантний захист».

Дисертаційна робота **Куш Ольги Василівни** на тему «**Механізми дії *N*-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення**» є завершеним у межах поставлених завдань науковим дослідженням, містить науково обґрунтовані результати. В ній розв'язано важливу для фізичної хімії проблему по встановленню механізмів дії *N*-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та

окиснення, що є науковою основою для створення високоефективних екологічних хімічних процесів.

Робота відповідає паспорту спеціальності 02.00.04 – «фізична хімія».

За актуальністю і перспективністю теми, рівнем виконання, науковою новизною одержаних результатів і достовірністю висновків, а також практичною цінністю робота відповідає вимогам п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 та з наступними змінами, і відповідає вимогам МОН України до докторських дисертацій, а її автор, **Куш Ольга Василівна**, заслуговує присудження наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – «фізична хімія».

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку спеціалізована вчена рада присуджує **Куш Ользі Василівні** науковий ступінь доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія.

Головуючий на засіданні  
спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10,  
професор, д.х.н.

Каличак Я. М.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10  
професор, д.х.н.

Яремко З. М.

М.П. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

Підписи проф. Каличака Я. М. та Яремка З. М. засвідчую

Вчений секретар ЛНУ ім. Івана Франка, доц.

Грабовецька О. С.

Атестаційна справа зареєстрована у МОН України під № \_\_\_\_\_

Затверджено рішення спеціалізованої вченої ради про присудження наукового ступеня доктора хімічних наук рішенням атестаційної колегії МОН України від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року.

Видано диплом \_\_\_\_\_  
(серія, номер)

Начальник відділу

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)