

РІШЕННЯ ЩОДО ПРИСУДЖЕННЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ КАНДИДАТА 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 кандидата хімічних наук Созанському Мартину Андрійовичу на підставі прилюдного захисту дисертації «Синтез плівок цинк сульфідів і цинк селенідів та структур на їх основі» у вигляді рукопису за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія 1 лютого 2017 року, протокол № 1/3.

Созанський Мартин Андрійович 1991 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2013 році Львівський національний університет імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України за спеціальністю «Хімія».

У 2017 році закінчив аспірантуру Національного університету “Львівська політехніка” Міністерства освіти і науки України.

Працює на посаді інженера кафедри аналітичної хімії інституту хімії та хімічних технологій Національного університету “Львівська політехніка” МОН України з серпня 2016 р. до теперішнього часу.

Дисертація виконана у Національного університету “Львівська політехніка” Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: Ятчишин Йосип Йосипович, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри аналітичної хімії інституту хімії та хімічних технологій Національного університету “Львівська політехніка” МОН України.

Здобувач має 20 опублікованих праць за темою дисертації, з них 0 праць написаних без співавторів, 0 монографій, 6 статей в наукових фахових виданнях, 1 статтю у іншому виданні України, 0 авторських свідоцтв на винаходи, 1 патент України, в тому числі:

1. **Созанський М.А.** Гідрохімічний синтез плівок цинк селенідів (ZnSe), в присутності натрію гідроксиду та їх властивості / **М.А. Созанський, П.Й. Шаповал, Й.Й. Ятчишин** // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», «Хімія, технологія речовин та їх застосування». – 2016. – №841. – С. 36-42.

2. **Sozanskyi M.** Synthesis and investigation of ZnS and HgS films and ZnS/HgS and HgS/ZnS composites / **M. Sozanskyi**, P. Shapoval, I. Yatchyshyn, N. Koval, V. Stadnik // Chemistry of Metals and Alloys. – 2015. – №8 (1/2). – P. 27-31.
3. Shapoval P. The effect of different complexing agents on the properties of zinc sulfide thin films deposited from aqueous solutions / P. Shapoval, **M. Sozanskyi**, I. Yatchyshyn, B. Kulyk, M. Shpotyuk, R. Gladyshevskii // Chemistry & Chemical Technology. – 2016. – №10 (3). – P. 317-323.

Офіційні опоненти:

Барчій Ігор Євгенович – доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія, доктор хімічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри неорганічної хімії хімічного факультету Ужгородського національного університету (м. Ужгород), **дав позитивний відзив із зауваженнями:**

1. Дисертантом проведена значна робота по вивченню кінетики процесів осадження тонких плівок ZnS в залежності від різних факторів. Так при вивченні зміни маси Цинку від часу осадження в присутності три натрій цитрату зазначено, що при тривалості осадження більше за 120 хв маса Цинку залишається незмінно. Проте при вивченні морфології поверхні поряд з ZnS виявлено існування спів осадженого NaCl. Яка причина появи кристалів натрій хлориду саме при довготривалому процесі осадження, хоча концентрація вихідного розчину 0.04 M ZnCl₂ відповідає оптимальній (стор.59), а натрій хлорид при цій температурі повинен бути в дисоційованому стані. Також для плівок ZnSe при тривалості більш ніж 40 хв маса Цинку зменшується, що пояснюється процесом вимивання часток ZnSe в об'єм розчину (рис.3.19, стор.62). На мою думку маса цинку повинна залишатися сталою завдяки встановленню динамічної рівноваги між розчином та осадом з цинк селеніду.

2. Під час синтезу плівок на основі твердого розчину заміщення Cd_xZn_{1-x}S використовували розчин розчин, в якому кількість CdSO₄ в 20 разів менша за кількість ZnCl₂. Це необхідно була, як стверджує дисертант, для уникнення послідовного осадження шарів CdS та ZnS. Постає питання – чому саме 20-и кратне перевищення концентрації цинк хлориду на кадмій сульфатом приводить до утворення твердих розчинів і яким чином в подальшому можливо

контролювати постійний склад твердих розчинів $Cd_xZn_{1-x}S$ для відтворюваності результатів?

3. На мою думку, володіючи значеннями мікроаналізу (ваговий % та атомний % вміст елементів) поверхонь плівок $Cd_xZn_{1-x}S$ (табл.4.1, стор.74), слід було привести точний склад твердого розчину ($x=0.667$). Аналогічно для тонких плівок ZnS_xSe_{1-x} (табл.4.2, стор.77).

4. Одержання структур $ZnSe/ZnS$ здійснювали шляхом процесу хімічного осадження $ZnSe$ на підкладку з шаром ZnS . Дисертантом при обговоренні результатів не звернуто увагу на можливість утворення твердих розчинів ZnS_xSe_{1-x} на границі поділу фаз за рахунок взаємної міжшарової дифузії йонів S^{2-} та Se^{2-} , що може знайти свої підтвердження за перегинами (ледь помітними) на спектрах рис.4.30 (ст.95) при 375 нм та 4.31 (ст.96) при 3.25 eV. Аналогічно при синтезу структур $ZnSe/Ag_2S$ можливе утворення твердого розчину $Ag_{2x}Zn_{1-x}S$ (спектр оптичного поглинання рис.4.20, ст.88 при 3.3 eV).

5. Під час вивчення залежностей кінетичних параметрів реакцій синтезу тонких плівок з тексту дисертації не повністю є зрозумілим – базуючись на які рівняння було визначено швидкість хімічних реакцій W_{max} , значення $Ln A$ (передекспоненційний множник A) та енергії активації E_a (табл..3.7, стор.71) ? Якщо вони встановлювались на основі рівняння Арреніуса, то необхідно було вказати який порядок реакції використовували при визначенні значення константи швидкості реакції.

6. У роботі зустрічаються певні неточності. На стор.69 (рис.3.28) представлено розрахунок значення концентрації $C_{max}=(C_A+C_B)/2$, це середнє, а не максимальне значення концентрації. Зустрічаються помилки в посиланнях на рисунки (рис.3.3.б та 3.3.в, стор.46), таблиці (посилання на табл..2.2, стор.32, яка відсутня), певні значення (*«визначені оптичні ширини заборонених зон становлять 2.56 eV і 3.68 eV, що характерно для сполук ZnS і CdS»*, стор.80 необхідно поміняти на CdS і ZnS). Некоректно представлений рис.3.1, стор.44 (три профілі дифрактограм плівок ZnS, єдина шкала інтенсивностей по осі OY). Рівняння та формули в тексті дисертації не пронумеровані.

Аксельруд Лев Гершевич – кандидат хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник кафедри неорганічної хімії хімічного факультету

Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів), **дав позитивний відзив із зауваженнями:**

1. На стор. 31-32 методики експерименту є посилання і короткий опис методу Рітвельда, а також посилання на програму FullProf. Але в тексті дисертації немає ні одного розрахунку, за участю цієї програми. Нема також списку сполук або твердих розчинів, для яких проводилось уточнення методом Рітвельда.

2. Всі рентгенівські дифрактограми характеризуються дуже широкими піками рентгенівських рефлексів, а деякі близькі за своєю формою до дифрактограм від аморфних зразків. Але для зразків не пораховано середній розмір часток (областей когерентного розсіювання), який в подібних роботах є важливою характеристикою матеріалу.

3. Не висвітлено можливу примусову орієнтацією зерен ZnS та ZnSe на підкладках. Представлені дифрактограми не містять ознак примусової орієнтації, на відміну від більшості літературних даних.

4. Деякі літературні джерела, в яких описані подібні хімічні процеси не відображені в літературному огляді.

На дисертацію та автореферат надійшли відгуки:

1. *Відгук за підписом зав. відділом хімії твердого тіла ІЗХН НАН України, д.х.н., проф. академіка НАН України Білоуса А.Г., старшого наукового співробітника та к.х.н., с.н.с. В'юнова О.І.*

Відгук позитивний з таким зауваженням:

- Автореферат містить кілька недосконалих висловів (наприклад, “Це можна пояснити тим, що CuS перебуває у аморфному стані ...” [стор. 12], “Синтезовані за оптимальних умов покриття ... можуть стати основою для їх виробництва” [висновок 4, насправді основою виробництва можуть стати отримані в роботі дані, а не власне покриття]), проте вони не заважають точно зрозуміти думку автора.

2. *Відгук за підписом завідувача відділу хімії функціональних неорганічних матеріалів Фізико-хімічного інституту ім. О.В. Богатського НАН України, д.х.н., проф. Зінченка В.Ф.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- З рис.1 (крива 3) випливає, що основною фазою у процесі синтезу із використанням $\text{NH}_4\text{OH} / \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ є ZnO ; на жаль автором не пояснено причину такого результату і як цим можна скористатися.

- Викликає подив цілковита відсутність інтерференційної картини на кривих оптичного пропускання, навіть для достатньо великих за товщиною плівок, наприклад, ZnSe (рис. 2). Не все гладко у поясненні вигляду спектрів пропускання композитних плівок, наприклад ZnS / ZnO (Рис. 6(є)). Важко погодитися із твердженням автора про значний вміст аморфної складової у композитній плівці $\text{ZnS} / \text{Ag}_2\text{S}$, якщо судити з вигляду відповідної дифрактограми (рис. 5).

3. *Відгук за підписом зав. кафедри загальної та неорганічної хімії НТУ “Харківський політехнічний інститут”, к.х.н., проф., Булавіна В.І.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- У роботі розділ 5 присвячений квантово-хімічному перебігу реакцій синтезу плівок ZnS і ZnSe . Але у списку робіт, опублікованих за темою дисертації, квантово-хімічне моделювання висвітлено тільки у тезах конференції обсягом 1 сторінка. У цих тезах розглянуті структури 3 комплексів, а у авторефераті (на стор. 15-17) наведені і проаналізовані змодельовані стадії і енергетичні діаграми реакцій осадження плівок цинк сульфіді і цинк селеніді, чого бракує у тезах конференції.

- У тексті автореферату (стор. 15, рис.8; стор 16, рис 10,11; стор 17, рис.12) на енергетичних діаграмах вказана для зміни ентальпії реакції не всім зрозуміла розмірність: кДж/М.

4. *Відгук за підписом декана хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Астреліна І.М. і в.о. завідувача кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології к.т.н, доц. Товстопалової Н.М. і ст. викладача кафедри ТНР та ЗХТ Обушенко Т.І.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- Для встановлення оптимальних умов синтезу тонких плівок ZnS та ZnSe слід було скористатися математичними методами планування багатofакторного експерименту.

- На стор. 19 автореферату стверджується, що отримані результати

“дозволять вибрати найдоцільніший шлях виготовлення тонкоплівкових фоточутливих елементів”, але у висновках не наведено конкретні умови синтезу плівок хоча б одного зразка, з виявленням їх багатофункціональних властивостей.

- У п. 6 висновків стверджується, що метод хімічного осадження “дає змогу значно спростити, здешевити” процес виготовлення плівкових твердих розчинів, але у тексті автореферату, мабуть за дефіцитом об’єму тексту автореферату, цим питанням увага не приділяється.

5. *Відгук за підписом завідувача кафедри загальної хімії та полімерів Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, заслуженого діяча науки і техніки України, д.х.н, проф. Сейфулліної І.Й.*

Відгук позитивний без зауважень.

6. *Відгук за підписом співробітників кафедри неорганічної та фізичної хімії Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, Заслуженого діяча науки і техніки України, завідувача кафедри, д.х.н., проф. Алексеюка І.Д. і доцента кафедри, к.х.н., доц. Янчука О.М.*

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- На якість і товщину плівок впливають час хімічного осадження, температура, концентрація солі цинку та сульфур- чи селеновмісного агента і комплексоутворювача. Чому в підписах до таблиць 2-3 (ст. 8 і 9) не вказуються конкретні умови синтезу (час осадження, температура тощо). Крім цього, фотографії, які характеризують морфологію поверхні плівок в залежності від концентрації комплексоутворюючих реагентів, а також графіки залежностей товщини плівок від тривалості осадження і концентрації комплексоутворюючого реагента є не рисунками, а таблицями (ст. 8 і 9, табл. 2-4). Чому таке дивне представлення?

- Індокси УДК записані не зовсім вірно і не відображають суті дисертаційного дослідження. Індекс 546.05 давно виключено з таблиць УДК і замість нього використовують 54-057. Робота присвячена синтезу та властивостям плівок сульфідів та селенідів цинку. Тому варто було б відобразити такі ключові терміни: синтез 54-057; плівки 544.023; цинку сульфід та селенід 546.47'22/.23; структура і властивості поверхні 544.227; квантово-хімічне моделювання методом наближення НДП, ПНДП і ЧНДП 544.183.264; нанесення покриття шляхом хімічного осадження 621.793.5.

7. *Відгук за підписом ст. наук. співр. відділу хімії окисновальних процесів, вченого секретаря відділення фізико-хімії горючих копалин інФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України), к.х.н. **Базиляка Л.І.***

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- Чи доцільно називати плівки, отримані в присутності суміші «амоній гідроксид / гідразин гідрат» плівками цинк сульфід? Адже зважаючи на співвідношення інтенсивності піків на рис. 1а, №3, отриманий продукт містить переважно цинк оксид.

- Наведений автором в авторефераті дисертаційної роботи факт зменшення товщини плівки ZnS і зменшення в ній вмісту Цинку із збільшенням концентрації тринатрій цитрату вимагає детальнішого пояснення.

- Щодо запропонованого механізму формування плівки ZnS (і / або ZnSe):

а) з тексту автореферату незрозумілою є природа взаємодії частинок (і / або ZnSe) з поверхнею підкладки;

б) за присутності тринатрій цитрату формування однорідної плівки ZnS автор пояснює на основі квантово-хімічного моделювання реакції, зокрема утворенням несиметричного комплексу $[Zn(C_6H_5O_7)]^-$, і вивільненням цитрат іонів на кінцевій стадії реакції, в результаті чого «...утруднюється контакт між зародками в об'ємі робочого розчину...» (див. стор. 18); однак наведені розрахунки підтверджують лише достовірність запропонованих автором схем утворення окремої молекули ZnS, яка не є «кластерним зародком» (Рис. 13); тому для кращої аргументації наведеної автором схеми утворення плівки ZnS (Рис. 13) доцільно було б змоделювати взаємодію цитрат іона з поверхнею частинки ZnS.

8. *Відгук за підписом зав. відділу каталітичних синтезів на основі одноуглецевих молекул Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, член-кор. НАН України д.х.н., проф. **Стрижкака П.Є.** і старшого науково співробітника кафедри, к.х.н. **Космамбетової Г.Р.***

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

- В авторефераті на с.12 або на с.17 бажано було б обговорити фізичний сенс ефективної енергії активації процесу осадження плівок ZnS та ZnSe, які знайдено експериментально та наведено в Таблиці 5. Зокрема, було б

цікаво виявити з ентальпій та ентальпій активації яких процесів складається така величина.

- З тексту автореферату не зрозуміло, на підставі яких експериментальних даних робляться висновки п.2 на с.18 відносно різного механізму росту плівок.

9. *Відгук (не засвідчений печаткою) за підписом професора кафедри неорганічної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка д.х.н. проф. Неділька С.А. та старшого наукового співробітника, к.х.н. Дзязько О.Г.*

Відгук позитивний з таким зауваженням:

- З тексту автореферату (стор. 10, рис. 3) не зрозуміло інтервал довіри для маси цинку в плівках від зміни концентрації вихідного комплексоутворюючого реагента.

У дискусії взяли участь члени спеціалізованої вченої ради:

1. Д.х.н., проф. **Павлюк В. В.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

От на всіх мікрофотографіях, які він показував, там є ще такі вкраплення білої фази, що то є він не сказав, і друга справа, що, от, показує на дифрактограмі, що є дві фази – ZnS, наприклад, так, і CdS, а потім дає склад з мікросондового аналізу для твердого розчину, але там, все ж таки, дві фази. Там, напевно, є і твердий розчин на основі CdS – якась частина цинку розчинилася, так і в ZnS – частина кадмію. Тобто, там напевно треба бути більш таким прецизійним до аналізу таких результатів. Так, я розумію, що виглядає такий усереднений аналіз по морфології поверхні.

2. Д.х.н., проф. **Гладишевський Р. Є.**, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

3. Д.х.н., проф. **Миськів М. Г.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

Як на мене, це данина моді – той МОРАС у цій дисертації. Замість цього можна було використати те, що підкреслив Лев Григорович в своєму виступі, що власне, використовується аморфна підложка, а може би можна було використати кристалічну і подивитися чи там можлива епітаксія, наприклад, чи не робиться структура ZnS. Ми знаємо, що внаслідок епітаксiального впливу

може бути гетероепітаксія, яка полягає в тому, що тонка підложка, тонкий шар, може мати іншу структуру ніж в масі. І можливо там би були навіть цікавіші властивості. Можна було зупинитись як організуються тверді розчини, там ZnS, заміна селену на цинк – то ще півбіди, бо то один структурний тип, але от ZnSe, наприклад і Ag₂S – то вже різні структури – як воно там утворюється.

4. Д.х.н., проф. **Завалій І. Ю.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

Можливо я, не так дуже, як би хотілося, відчув цей перехід до функціональних характеристик синтезованих матеріалів. Тут дисертант міг показати свою ерудованість і розказати про такі подібні матеріали, їхні характеристики, а наші матеріали мають точно такі самі і навіть може трошки кращі. Думаю, що це в майбутньому, якщо він буде працювати в тому напрямку і це все покаже і запатентує не тільки спосіб синтезу але й ці матеріали, які будуть вже мати безпосередньо практичне застосування.

5. Д.х.н., проф. **Солтис М.М.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія; зауваження:

Оскільки, робота цікава і широкопланова, то є багато питань і дискусійних моментів. Наприклад, я хотів би уточнити такий головний критерій – хімічне осадження. Що таке “хімічне осадження”? Тут йде хімічне чи нехімічне. Осадженням ми маєм якщо частинка під дією гравітаційної сили осідає на поверхню. А тут пластинка стоїть збоку – гравітаційна сила не відриває цих частинок. А якщо пластику поставити зверху. Чи буде осадження, яке зумовлюється атомами? Так, що дуже цікавий процес. І другий момент, про який я вже говорив, що надзвичайно цікава робота з точки зору колоїдної хімії. Що ми маємо – ми маємо зародження частинок, осідання, адгезія цих частинок до поверхні, взаємодія між цими частинками і формування покриття. Це є технічна колоїдна хімічна проблема, увага до якої, в певній мірі, би полегшила вирішення поставлених завдань. Ну я, Мартину Андрійовичу, прощаю то, що він забув колоїдну хімію. Ну, він міг забути колоїдну хімію, бо він надзвичайно глибоко вникнув у неорганічні проблеми, фазові структури, неорганічні взаємодії. Формування хорошого покриття зв'язане із процесами агрегації частинок і з процесами адгезії. Нікуди не дінемось, що якість цього покриття буде не рівномірною – в одному випадку буде більш товсте, тому що йдуть агрегати. І ця схема яка показана – дуже гарні шаріки на поверхні – ця схема

вона є далека від дійсності. Іде осадження агрегатів, іде агрегування і скануюча мікроскопія дуже реально відображає ці особливості.

6. Д.х.н., проф. **Решетняк О.В.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія; зауваження:

В подальшому, коли буде йти мова в продовження досліджень, то я би рекомендував звернути якраз більше увагу на якраз отакі фізико-хімічні аспекти оцих досліджень. Тобто ми вже сьогодні коли, і в обговоренні і, власне, коли задавали запитання, то побачили деякі вузькі місця в цій роботі, які треба якраз розширювати. В результаті можна отримати, дійсно, дуже цікаві, можливо не революційні, але дуже цікаві результати, які можна практично потім застосувати в різноманітних технологіях.

7. Д.х.н. **Каличак Я. М.** доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

При проведенні таємного голосування виявилось, що із 14 членів спеціалізованої вченої ради, які взяли участь у голосуванні (з них 7 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

«За» – 14 членів ради,

«Проти» – немає,

недійсних бюлетенів – немає.

ВИСНОВОК

*спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка про дисертаційну роботу Созанського **Мартина Андрійовича “Синтез плівок цинк сульфїду і цинк селенїду та структури на їх основї”**, подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.*

Дисертаційна робота Созанського Мартина Андрійовича присвячена вивченню плівок цинк сульфїду і цинк селенїду та структур на їх основї, встановлення оптимальних умов їхнього отримання, створення плівкових твердих розчинів заміщення і структур з подвійних шарів плівок. Це дасть можливість обґрунтувати можливість їхнього використання для виготовлення фоточутливих елементів.

Робота виконана на кафедрі аналітичної хімії Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету «Львівська політехніка». Тематика досліджень пов'язана з науковим напрямом кафедри “Синтез та аналіз нових речовин і матеріалів” (номер державної реєстрації 0113U005264). Робота координується Науковою радою НАН України з проблеми “Неорганічна хімія”. Частина досліджень дисертаційної роботи виконана в межах гранту НАТО G4687 “New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites”.

Основні наукові результати, які здобувач одержав особисто:

Вперше обґрунтовано умови синтезу плівок ZnS та ZnSe з використанням різних комплексоутворюючих реагентів (тринатрій цитрату, натрій гідроксиду, суміші амоній гідроксиду і гідразин гідрату – для плівок ZnS; натрій гідроксиду – для плівок ZnSe) за яких осаджуються тонкі (50 - 500 нм), суцільні напівпровідникові покриття. Отримано плівкові тверді розчини $Cd_xZn_{1-x}S$, ZnS_xSe_{1-x} і структури з подвійних шарів ZnS/CdS, ZnS/HgS, ZnS/CuS, ZnS/Ag₂S, ZnS/ZnO, ZnS/Si, ZnSe/ZnS, ZnSe/CdS, ZnSe/HgS, ZnSe/Ag₂S. Досліджено структурні, оптичні та морфологічні параметри одержаних плівок, плівкових твердих розчинів і структур.

Вперше використано метод інверсійної вольтамперометрії для визначення маси цинку у тонких плівках цинк сульфіді і цинк селеніду. В результаті комплексних досліджень кількісного складу вихідного робочого розчину, температури і часу встановлено оптимальні умови синтезу тонких плівок ZnS і ZnSe.

Вперше визначено основні кінетичні параметри і ефективні енергії активації процесів хімічного осадження плівок ZnS і ZnSe з використанням різних комплексоутворюючих реагентів. Проведено квантово-хімічне моделювання проміжних стадій реакцій синтезу тонких плівок ZnS і ZnSe. Розраховано стандартні ентальпії утворення для проміжних стадій синтезу плівок цинк сульфіді і цинк селеніду.

Показано, що у випадку використання комплексоутворюючого реагента з великими розмірами і несиметричністю лігандів можна одержати плівки, для яких характерна гладка дзеркальна поверхня, а при застосуванні комплексоутворюючого реагента з малими розмірами і симетричними лігандами – плівки з матовою поверхнею та сферичними частинками на ній.

Оцінка достовірності і новизни результатів дисертаційної роботи:

Достовірність експериментальних досліджень базується на кваліфікованому використанні сучасного обладнання. Опрацювання даних проведено за допомогою сучасних комп'ютерних програмних засобів, що забезпечує їхню достовірність та надійність. Значна кількість отриманих результатів одержані чи підтверджені різними фізико-хімічними методами. Сформульовані у дисертації висновки, зроблені на основі цих результатів, є логічними та науково обґрунтованими. Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів. Результати опубліковано у наукових фахових журналах, а також апробовано на конференціях різного рівня.

Теоретичне та практичне значення роботи та рекомендації щодо використання:

Вдосконалено метод хімічного осадження для синтезу тонких плівок ZnS і ZnSe. Визначені оптимальні умови їхнього отримання, які дозволять ефективніше проводити синтези і знизити енергозатрати. Проведені дослідження плівкових структур дозволять отримати зразки із наперед заданими властивостями. Синтезовані плівки і плівкові структури можуть застосовуватись при виробництві матеріалів у галузі неорганічної хімії та матеріалознавства. За результатами експериментальних досліджень отримано патент на корисну модель.

За актуальністю, новизною, науковим рівнем, обсягом, сукупністю одержаних результатів та глибиною їхнього аналізу дисертаційна робота **Созанського Мартина Андрійовича** на тему **“Синтез плівок цинк сульфіді і цинк селеніді та структури на їх основі”** є завершеним у межах поставлених завдань науковим дослідженням, містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, які розв'язують завдання синтезу з водних розчинів тонких плівок цинк сульфіді і цинк селеніді із заданими властивостями, встановлення їхньої структури та створення на їхній основі композиційних фоточутливих структур, що має істотне значення для неорганічної хімії. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 02.00.01 – неорганічна хімія та вимогам п. 9, 11, 12 *“Порядку присудження наукових ступенів”*, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, із змінами № 656 від 19.08.2015, № 1159 від

30.12.2015, № 567 від 27.07.2016, а також відповідає вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор, **Созанський Мартин Андрійович**, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку спеціалізована вчена рада Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка присуджує **Созанському Мартину Андрійовичу** науковий ступінь кандидата хімічних наук зі спеціальності 02.00.01 – неорганічна 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. підтверджую
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 кандидата хімічних наук рішенням атестаційної колегії МОН України від «___» _____ 20__ року.

Видано диплом _____
(серія, номер)

Начальник відділу _____
(прізвище, ініціали)