

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Шмичкової Олесі Борисівни на тему “Електрохімічне формування композитів на основі PbO_2 та їх електрокаталітичні властивості”, подану на здобуття наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 102 “Хімія” (02.00.04 – фізична хімія)

Актуальність теми.

Отримання нових знань в галузі фізико-хімії наноструктурованих систем і композитів є одним з найперспективніших напрямків сучасної науки, на якому ґрунтуються останні досягнення в галузі створення новітніх матеріалів, у тому числі для електрохімічних процесів і виробництв. Особливо актуальними на сьогодні є дослідження у напрямку отримання електродних матеріалів, які поєднували б у собі декілька компонентів металічної, оксидної та органічної (полімерної) природи. Завдяки енергетичним, термодинамічним та синергетичним ефектам у таких системах спостерігаються нові, покращені властивості, відмінні від притаманних окремим компонентам, виявлення і дослідження яких є фундаментальною науковою проблемою.

З іншого боку, для розвитку промислових (технологічних) галузей існує велика потреба у створенні нових ефективних електрокаталізаторів для реакцій, які відбуваються за високих анодних потенціалів, у так званій “кисневій області”, де альтернативою дорогим і дефіцитним матеріалам (платина, паладій, золото) можуть бути оксидні електроди (на основі рутеній-титан оксиду, діоксиду свинцю, діоксиду цирконію та ін.). Такі каталізатори надзвичайно важливі як для низки електрохімічних виробництв, так і для очистки стічних вод, оскільки їх використання не потребує застосування додаткових реагентів та дає змогу цілеспрямовано керувати, змінюючи режими електролізу. Однією з головних проблем використання електрохімічних методів є створення недорогих, доступних електрокаталізаторів, селективних до цільових процесів.

Аналіз сучасної науково-технічної літератури показує, що на сьогодні відкритим залишається питання механізму формування композитних електродних матеріалів зі заданими функціональними властивостями. Більшість електрокаталізаторів одержують емпірично, методом спроб і помилок, що забирає багато часу і не гарантує успіху під час їх експлуатації. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання стану поверхні та взаємодії на межі фаз, розробка шляхів модифікації поверхні наночастинок, що забезпечило би формування гібридних матеріалів потрібної якості. Все це зумовлює актуальність дисертаційної роботи Олесі Шмичкової, її фундаментальне і практичне значення.

Актуальність теми дисертації підтверджена включенням її до держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: “Наноконпозиційні оксидні електрокаталізатори для процесів окиснення за участю оксигенвмісних радикалів”; номер держреєстрації 0112U002062 (2012-2014 рр.); “Фізико-хімічні методи одержання функціональних матеріалів”, номер держреєстрації (ДР) 0114U002802 (2014-2018 рр.); “Керований синтез металоксидних матеріалів із прогнозованими властивостями”, ДР 0115U003160

(2015-2017 pp.); “Композиційні каталізатори комбінованого типу в проточних системах для застосування в зонах локальних конфліктів”, ДР 0116U001490 (2016-2018 pp.); “Електрохімічна руйнація токсичних органічних речовин ароматичної природи – забруднювачів водного середовища”, ДР 0116U006896 (2016-2018 pp.); “Керований електрохімічний синтез композиційних матеріалів металоксид-поверхнево-активна речовина”, ДР 0118U003397 (2018-2020 pp.); “Каталітичне руйнування залишків фармацевтичних препаратів у проточних системах”, ДР 0121U109529 (2021-2022 pp.) та Національного фонду досліджень України “Умовно безреагентні системи обробки лікарняних стоків”, ДР 0120U104861 (2020-2021 pp.).

На всіх етапах виконання названих тем участь дисертантки була вирішальною як керівника або відповідального виконавця. Міжнародна співпраця здобувачки з провідними науковими установами Європи дала змогу інтегрувати проведені дослідження у світовий науковий процес.

Метою дисертаційного дослідження стало встановлення загальних закономірностей отримання композитних електрокаталізаторів системи PbO_2 -ПАР (полімер) заданого складу, виявлення впливу добавок у електроліт на закономірності осадження, склад, фізико-хімічні властивості, електрокаталітичну активність і селективність композитів у реакціях руйнування ароматичних забруднювачів.

Для досягнення поставленої мети, застосовуючи комплекс сучасних, надійних фізико-хімічних методів, Олеся Шмичкова дослідила закономірності впливу ПАР та полімерів різної природи на процеси електрокристалізації та кінетику електроосадження PbO_2 , здійснила керований синтез композитів металоксид-ПАР і металоксид-полімер та вивчила вплив хімічного складу на їхні фізико-хімічні властивості та електрокаталітичну активність і селективність, визначила оптимальний склад електролітів та умови електролізу для ефективного руйнування ароматичних забруднювачів у процесах окиснення за високих анодних потенціалів.

В результаті проведених досліджень дисертантка отримала ряд вагомих фундаментальних і прикладних наукових результатів, які відповідають критеріям новизни в галузі фізичної хімії, а також суміжних напрямків науки – електрохімії, неорганічної хімії, кінетики і каталізу, матеріалознавства.

Наукова новизна дослідження та отриманих результатів.

Наукова новизна дослідження базується на фундаментальних результатах, отриманих сучасними фізико-хімічними та електрохімічними методами дослідження композиційних матеріалів.

У дисертаційній роботі встановлено взаємозв'язок між умовами формування, закономірностями нуклеації, складом, фізико-хімічними властивостями композитів на основі PbO_2 та їх електрокаталітичною активністю та селективністю, що дозволило розв'язати важливу наукову проблему каталізу щодо створення композитних матеріалів металоксид-ПАР(полімер) із заданими функціональними властивостями.

Вперше отримані комплексні дані про вплив поверхнево-активних речовин і полімерів на кінетику електрохімічного формування матеріалів на основі PbO_2 .

При вивченні кінетики формування композитів за наявності в електроліті осадження ПАР, вперше показано, що ефект гальмування осадження PbO_2 проявляється в більшій мірі зі збільшенням довжини фторкарбонового ланцюга.

Запропоновано експрес-метод напівкількісної оцінки фазового складу тонких шарів оксиду, що утворюється на металічному колекторі струму, в основі якого лежить аналіз потенціалів відновлення утворюваних осадів на інверсійній вольтамперограмі.

Показано, що зміна фазового складу від α -до β - приводить до збільшення константи швидкості руйнування органічних речовин. За використання запропонованих композитних електрокаталізаторів швидкості руйнування ароматичних забруднювачів зростають у 1,4-2,4 рази. Найефективнішими для використання є електрокаталізатори з флуоровмісними ПАР та полімерами, а також потрійні системи PbO_2 - TiO_2 -ПАР.

Вперше виявлено нетиповий ефект збільшення константи швидкості гетерогенної реакції окиснення Pb^{2+} залежно від концентрації полімеру в розчині, пов'язаний із одночасною дією потенціалу в площині локалізації активованого комплексу і параметра інгібування.

Уперше встановлені фактори керування складом композитних матеріалів PbO_2 -ПАР, PbO_2 -полімер, PbO_2 - TiO_2 -ПАР. Вивчено вплив складу композитів на реакцію виділення кисню. Отримано систематичні дані стосовно окиснення вибраних лікарських препаратів і сполук фенольного типу.

Встановлено, що використання поверхнево-активних речовин та полімерів, приводить до зростання парціальної швидкості окиснення органічних сполук. Таким чином, основним фактором керування електрокаталітичною активністю в процесах із перенесенням кисню є хімічний склад матеріалу, а зміна його структурних властивостей має вторинний характер.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів, положень і висновків, їх достовірність.

Отримані в дисертації О. Б. Шмичкової наукові результати, положення і висновки є *новими, теоретично і експериментально обґрунтованими*, оскільки ґрунтуються на достатньо великому масиві експериментальних даних, отриманих з використанням різних електрохімічних, фізико-хімічних та фізичних методів дослідження і проаналізованих на основі фундаментальних засад фізичної хімії з урахуванням сучасного стану проблеми в цій галузі та світового досвіду. Способи отримання, докази будови нових матеріалів та їхніх властивостей та основні положення дисертації, сформульовані на цій основі, доведені комплексними фізико-хімічними дослідженнями (рентгенофазовим аналізом, скануючою електронною мікроскопією, УФ та ІЧ-спектроскопією та ін.). Достовірність і новизна викладених у дисертації наукових положень та висновків забезпечується фаховим вибором та застосуванням апробованих та надійних фізико-хімічних електрохімічних методів дослідження кінетики електрохімічних реакцій, вдалим використанням низки прецизійних методів,

спектральних і структурних досліджень. Достовірність і обґрунтованість отриманих результатів підтверджується їх доброю відтворюваністю, взаємною узгодженістю даних, отриманих з використанням взаємодоповнюючих методів дослідження, високим рівнем і обсягом наукових публікацій, успішною апробацією матеріалів дисертації на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях.

Практична цінність роботи.

Отримані в роботі результати є важливими як у фундаментальному, так і прикладному аспектах.

Створено наукові та експериментальні основи технології отримання композитних матеріалів металоксид-ПАР, металоксид-полімер, $\text{PbO}_2\text{-TiO}_2\text{-ПАР}$. Ці та інші результати досліджень можуть бути використані для прогнозування складу і властивостей матеріалів із високою електрокаталітичною активністю та селективністю у руйнуванні ароматичних забруднювачів.

Запропоновано ряд електрокаталізаторів новітнього типу $\text{PbO}_2\text{-ПАР}$, $\text{PbO}_2\text{-полімер}$, $\text{PbO}_2\text{-TiO}_2\text{-ПАР}$, які володіють підвищеною електрокаталітичною активністю і стабільністю в області високих анодних потенціалів.

Для інтенсифікації процесу руйнування ароматичних забруднювачів запропоновано використання отриманих електрокаталізаторів в проточних системах, з електрохімічним комірками коаксіального типу що дозволяє в 10 разів збільшити швидкість руйнування органічних сполук до досягнення ступеня перетворення 95%. Враховуючи залежність швидкості руйнування органічних сполук від їх природи та складу композиту пропонується послідовно комбінувати окремі електрохімічні комірки в єдиний модуль.

Практичне значення роботи Олесі Шмицької не обмежується лише технологічним застосуванням. Викладений у дисертації матеріал може бути оформлений у вигляді монографії і використаний у навчальному процесі при викладанні як лекційних курсів, так і підготовці магістрів, а також спеціалістів вищої кваліфікації. Дані про фізико-хімічні властивості композитів на основі PbO_2 можуть бути використані як довідковий матеріал для спеціалістів як в галузі фізичної хімії, так і суміжних областей, як то неорганічна хімія, матеріалознавство та ін.

Загальні відомості про структуру дисертації та аналіз її змісту.

Дисертаційна робота Шмицької О. Б. є кваліфікаційною науковою працею на правах наукової доповіді за сукупністю статей, викладена на 283 друкованих сторінках та має такі структурні елементи: вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, аналіз і узагальнення результатів досліджень (викладено в 5 розділах), висновки, перелік використаних джерел 797 найменувань, з них 58 – за виключенням джерел, наведених у публікаціях здобувача. Робота без урахування наведеного в публікаціях містить 3 таблиці та 33 рисунки та схеми.

У першому розділі дисертації наведено достатньо інформативний огляд літератури з теоретичних основ та механізмів формування новітніх анодних

матеріалів на основі діоксиду свинцю. Оригінальним підходом є одночасне керування процесом утворення композиту, його складом та властивостями за рахунок впливу селективної адсорбції оксидів металів та різних типів ПАР, як на електрохімічні процеси, що проходять на поверхні електроду, так і колоїдно-хімічні в приелектродній зоні. Показано, що зміною складу електроліту та режимів електроосадження можна цілеспрямовано впливати на морфологію, текстуру, фазовий склад, електрокаталітичну активність і селективність електрокаталізаторів на основі діоксиду свинцю.

У другому розділі описані основні матеріали і методи дослідження. Для виконання роботи були використані реактиви високої якості з належним рівнем очистки. Основними методами дослідження були лінійна, циклічна та інверсійна вольтамперометрія, метод обертового дискового електроду та ін. Сучасні методи дослідження, такі як трансмісійна та скануюча електронна мікроскопія, рентгенодифракційний аналіз, дали змогу дослідити розміри і форму наночастинок.

У третьому розділі обґрунтовано вибір оптимальних умов базового складу електроліту для формування модифікованих покриттів і композитів.

В своїх дослідженнях дисертантка зробила спробу розділити структурні та хімічні фактори за їх впливом на електрокаталітичну активність матеріалів. Щоб виділити структурний фактор вивчено закономірності кристалізації оксиду свинцю. В процесі електроосадження оксиду свинцю (IV) можливе формування одночасно двох фаз (α і β). Електроосадження покриття починається з формування α -фази, і тільки потім відбувається утворення β -фази або осаження двох фаз одночасно. Тому виникає потреба в швидкому методі напівкількісного прогнозування фазового складу покриттів без проведення рентгенівського аналізу. Дослідження з використанням інверсійної вольтамперометрії показали, що відновлення осадів, отриманих з метансульфонатних електролітів (α -фаза), відбувається за меншого потенціалу, ніж для покриттів, осаджених з нітратного розчину (β -фаза). Виявлено, що і в нітратних, і в метансульфонатних електролітах за збільшення довжини карбонового ланцюга аніонних ПАР із високою поверхневою активністю (натрію додецил сульфат та лаурет сульфат) та фторовмісних ПАР спостерігається незначне зменшення вмісту α -фази PbO_2 в межах 10%. За цього мінімальний вміст спостерігається для покриттів PbO_2 -натрію лауретсульфат та PbO_2 -перфлуорогексансульфонат, що містять 16 та 8 атомів Карбону, відповідно. Для одержання осадів оксиду свинцю (IV), що переважно складаються із α -фази, був рекомендований 1 М метансульфонатний електроліт, а для отримання покриттів, які складаються переважно із β -фази доцільно використати електроліт складу: $0,1\text{ M Pb(NO}_3)_2 + 0,1\text{ M HNO}_3$ або $0,1\text{ M Pb(CH}_3\text{SO}_3)_2 + 0,1\text{ M CH}_3\text{SO}_3\text{H}$. Ці електроліти були вибрані як базові для подальших досліджень. Результати досліджень показали, що перспективнішим для створення композитних матеріалів є оксид, збагачений β -фазою.

Четвертий розділ описує закономірності електроосадження і властивості покриттів на основі композитів PbO_2 -ПАР. Як основні об'єкти дослідження обрано аніонні ПАР із високою поверхневою активністю (лаурет сульфат натрію, додецил сульфат, та ПАР із низькою поверхневою активністю, що містять у

своєму складі фторид-іони. З полімерів досліджується аніонний полімер Nafion® та катіонний поліаміногуанідин.

Введення в електролітний розчин домішок ПАР впливає на кінетику електроосадження діоксиду свинцю, не змінюючи при цьому механізму процесу в цілому. За низьких поляризацій процес реалізується із кінетичним контролем, а за високих – швидкість визначає дифузійна стадія доставки іонів свинцю до поверхні електрода. Наявність ПАР у розчині викликає гальмування процесу електроосадження PbO₂ в результаті зменшення числа активних центрів за рахунок адсорбції поверхнево-активних речовин на поверхні зростаючого осаду.

За цих умов за застосування ПАР як добавок до електроліту осадження утворюються композити металоксид-ПАР, в яких добавка за рахунок адсорбції впроваджується в осад оксиду металу, який формується на електроді. Таким чином формуються композитні електродні матеріали новітнього типу.

У п'ятому розділі розглядаються результати з вивчення процесів електрохімічного формування композитів PbO₂-поліелектроліт. Встановлено вплив полімерів різної природи на кінетику електроосадження PbO₂. Показано, що на відміну від поверхнево-активних речовин, за наявності в електроліті полімера Nafon® спостерігається екстремальна залежність гетерогенної константи швидкості осадження від концентрації добавки, що обумовлено одночасним впливом на кінетику електроосадження ψ' потенціалу та параметру інгібування S. За наявності в електроліті добавок ПАР та полімерів утворюються композитні покриття PbO₂-ПАР та PbO₂-полімер. Збільшення концентрації ПАР і полімерів в електроліті осадження приводить до росту їх вмісту в композиті, що обумовлене збільшенням адсорбції. За однакових умов осадження кількість ПАР в композиті залежить від їх природи і зростає зі збільшенням довжини карбонового ланцюга. В цьому ж ряду зростає їх адсорбція на оксиді.

Для одержання композитів складу PbO₂-TiO₂-ПАР запропоновано використовувати суспензійні електроліти, де як частинки дисперсної фази застосовано TiO₂, а як добавку – ПАР. Використання таких розчинів створює можливість одержання композиту зі збільшеною кількістю TiO₂ та ПАР, порівняно з подвійними системами.

Шостий розділ присвячений вивченню процесів каталітичного руйнування фармацевтичних препаратів з використанням різних електрокаталізаторів. Зазначається, що практичний інтерес представляє створення матеріалів із великою кількістю міцно зв'язаних кисеньвмісних частинок, на таких матеріалах спостерігається інгібування виділення кисню та збільшення парціальної швидкості окиснення органічних сполук. За використання нікелю як добавки до каталізатора, спостерігається зменшення перенапруги виділення кисню, що також корелює з даними, отриманими за проведення радіохімічних вимірювань та рентгенівської фотоелектронної спектроскопії.

Вивчено процеси електрокаталітичного руйнування органічних сполук, таких як: нітрофуразон, хлорамфенікол, 4-нітроанілін. Моделлю галогенованих органічних сполук було обрано 4-хлорфенол, а бензохінон – як представника

негалогенованих ароматичних органічних сполук. Більшість досліджуваних сполук окиснюється із утворенням проміжних продуктів хіноїдної структури.

Аналіз отриманих результатів показує, що виділення кисню та окиснення органічних сполук (зокрема нітрофуразону) відбуваються через один і той же тип проміжних кисеньвмісних частинок. Спостерігається явне гальмування виділення кисню на SnO_2 за наявності як органічної сполуки, так і іонів Cl^- в розчині. Нітрофуразон руйнується ефективніше на PbO_2 , завдяки великій кількості кисеньвмісних частинок, міцно зв'язаних із поверхнею оксиду, що характерно для оксиду свинцю (IV).

Виявлено, що електрокаталітичну активність PbO_2 можна підвищити за рахунок утворення композитів металоксид-ПАР. Так, наприклад, за використання PbO_2 -натрію додецилсульфату константа швидкості руйнування хлорамфеніколу збільшується в кілька разів.

У сьомому розділі представлені результати з вивчення процесів електрохімічного окиснення ароматичних сполук. Для інтенсифікації процесу очистки стічних вод запропоновано збільшити вихід вторинного окиснення проміжних продуктів лікарських препаратів проведенням процесу в протоці води. Інтенсифікація процесу відбувається також за використання різних матеріалів та комбінуванням комірок для збільшення парціальної швидкості проміжних процесів. Показано, що зміна фазового складу оксиду від α -до β приводить до збільшення константи швидкості руйнування органічних речовин. За використання запропонованих композитних електрокаталізаторів швидкість руйнування ароматичних сполук зростає у 1,4-2,4 рази. Найефективнішими виявились електрокаталізатори з фторовмісними ПАР та полімерами, а також потрійні системи PbO_2 - TiO_2 -ПАР. Для інтенсифікації процесу електрохімічного руйнування ароматичних забруднювачів були запропоновані проточні системи з електрохімічними комірками коаксіального типу. В проточних електролізерах, на відміну від стаціонарних, час електролізу, необхідний для досягнення ступеня конверсії 95%, скорочений більше ніж в 10 разів за рахунок підвищення об'ємної густини струму і граничного струму, а також утворення хімічних окисників. Враховуючи залежність швидкості руйнування органічних сполук від їх природи та складу композиту пропонується послідовно комбінувати окремі електрохімічні комірки в єдиний модуль.

Висновки дисертації сформульовані в основному чітко і обґрунтовано, логічно витікаючи з матеріалу, представленого в роботі.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Основні наукові результати дисертації повною мірою висвітлені у 37 наукових публікаціях, із них 3 – у наукових фахових виданнях України, 23 у зарубіжних наукових журналах, проіндексованих міжнародною наукометричною базою даних Scopus та/або WoS та 11 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня. При цьому наявні 11 публікацій, які розкривають основні результати дисертації, у виданнях, віднесених до першого і другого квартилів (Q1 і Q2) та 4 публікації у виданнях, віднесених до третього квартилю (Q3), відповідно до класифікації SCImago Journal.

Робота широко апробована на міжнародних та вітчизняних конференціях (11 доповідей). Автореферат та опубліковані праці у повному об'ємі охоплюють змістовну частину дисертаційної роботи. Зміст реферату відповідає змісту дисертації, в ньому аргументовано викладені всі основні положення дисертаційної роботи.

Все це дає підстави вважати, що дисертаційна робота Шмичкової О. Б. відображена у публікаціях високого рівня, які відповідають існуючим кваліфікаційним вимогам до докторських дисертацій, які захищаються у формі наукової доповіді.

Отримані наукові результати та їх теоретична обробка дали змогу зробити вагомі, обґрунтовані висновки, які є не тільки узагальнюючими, але й мають всі ознаки принципової наукової новизни, і крім фундаментального, мають суттєве практичне значення. Водночас до роботи є декілька питань і зауважень.

Зауваження та побажання до роботи.

1. В розділі “наукова новизна” і авторка зазначає, що в роботі вперше запропоновано експрес-метод напівкількісної оцінки фазового складу тонких шарів оксиду, в основі якого “аналіз відновлення утворюваних осадів на інверсійній вольтамперограмі”. Це положення, безумовно, дуже важливе, проте абсолютно не конкретне. Висновки і наукова новизна мають бути зрозумілими без занурення у деталі досліджень. Що автор має на увазі під “аналізом відновлення осадів”, необхідно було конкретизувати.
2. Як елемент наукової новизни в роботі висунуто положення, що “ефект інгібування осадження PbO_2 проявляється більше зі збільшенням довжини флуор-карбонowego ланцюга”. Це положення не є несподіваним, і навряд чи становить принципову наукову новизну дисертації, оскільки загальновідомим є факт, що адсорбційна здатність ПАР підвищується зі збільшенням довжини ланцюга, і фторкарбоніві ланцюги не є виключенням.
3. Велика увага приділена в роботі вивченню процесів адсорбції ПАР і полімерів на поверхні оксиду, що формується. Вимірювання адсорбції проводили на порошок PbO_2 за наявності індиферентного електроліту, який екранував електростатичне поле поверхні оксиду. Проте, наскільки правомірно робити кореляцію між даними з адсорбції ПАР на оксиді, отриманими за відсутності поляризації, із закономірностями електроосадження композитних покриттів, яке відбувається за високих анодних потенціалів?
4. У розділі 4 авторка зазначає, що наявність ПАР у розчині викликає гальмування процесу електроосадження PbO_2 в результаті зменшення числа активних центрів за рахунок адсорбції поверхнево-активних речовин на поверхні електроду, вкритого шаром оксиду, але експериментальних доказів тому немає. Оскільки процес відбувається на поляризованому електроді за високих анодних потенціалів, то саме в цих умовах доцільно було вивчити закономірності адсорбції, яка, як відомо, залежить від потенціалу електрода і може бути описана не тільки ізотермою Фрумкіна, яка містить сталу B , що є функцією потенціалу і температури, а також ізотермою Темкіна або Фрейндліха, або іншою. Для цього можна би було використати метод швидких потенціодинамічних імпульсів або

визначити “коефіцієнт гальмування” зі стаціонарних поляризаційних кривих у певній області потенціалів.

5. Не приймається до уваги висока ймовірність електрохімічної деструкції ПАР і полімерів за високих анодних потенціалів. В цій області потенціалів також відбувається виділення кисню з утворенням активних кисеньвмісних інтермедіатів, які здатні окиснювати не тільки органічні компоненти розчину, але й полімери і ПАР, що входять до складу композитів, і це теж сприяє окисній деструкції.
6. Щодо вивчення фотокаталітичної активності електродних матеріалів, то ця частина дисертації, на мій погляд, виглядає дещо штучною, тим паче, що мова йде про відновлення нітроароматичних сполук на GdS, а не окиснення. Порівняння фотокаталітичної активності GdS і PbO₂ з добавками діоксиду титану і ПАР не проведено. Крім того, авторка пише про “додавання стануму в електроліт осадження PbO₂”, С. 145. Якого стануму? Для чого? (С. 27-28 реферату). Речення “Результати досліджень показали, що фотокаталітичний процес можна передбачити за допомогою електрохімічних вимірювань” потребує пояснень.
7. В плані практичного значення докторської дисертації, на жаль, немає документального підтвердження принаймні спроб здобувачки застосувати отримані результати на практиці, немає жодної апробації роботи не тільки на промислових об’єктах, але навіть у дослідно-конструкторських установах чи лабораторіях. Водночас низка нових технічних рішень та удосконалень, яких достатньо в роботі, мали би бути захищені як об’єкти інтелектуальної власності заявками і патентами на винахід або корисну модель.
8. В роботі і рефераті немає єдиної термінології назв хімічних речовин і сполук, тобто одночасно вживаються різні назви, наприклад, флуоровмісні – фторовмісні; оксигеновмісні – кисеньвмісні; плюмбум (IV) оксид – діоксид свинцю; натрію лаурет сульфат – краце лаурет сульфат натрію та ін. Бажано би було привести всі назви до “спільного знаменника”. Часто вживається вираз “в якості”, що є калькою з російської “в качестве”, бажано вживати “як”.

Висловлені зауваження мають переважно дискусійний характер і ні в якій мірі не знижують загальної наукової цінності роботи, яка виконана на високому експериментальному і теоретичному рівні.

Висновок про відповідність дисертації умовам положення та вимогам МОН.

Аналіз дисертаційної роботи Олесі Шмицької показує, що ця робота – сучасна і знаходиться на вістрі світових тенденцій. Дисертація виконана в кращих традиціях фізичної хімії та електрохімії, водночас має міждисциплінарне значення, оскільки її результати можуть бути використані в інших галузях науки і техніки, таких як неорганічна хімія, електрохімія, матеріалознавство та інші.

Робота є завершеним в рамках поставлених завдань дисертаційним дослідженням, в якому отримані нові, науково обґрунтовані результати, що вирішують проблему розроблення наукових і практичних засад електрохімічного формування ефективних каталізаторів окиснення органічних

сполук, що має істотне значення для фізичної хімії, а також вносить помітний внесок у теоретичну та прикладну електрохімію, матеріалознавство, нанохімію і технологію композиційних матеріалів.

Дисертація “Електрохімічне формування композитів на основі PbO_2 та їх електрокаталітичні властивості” за актуальністю, новизною, науковим рівнем, обсягом отриманих результатів, глибиною їхнього аналізу та практичною цінністю відповідає п. 7, 8 та 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук” затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а також вимогами регламентуючих документів Міністерства освіти і науки України до докторських дисертацій, а її авторка – Шмичкова Олеся Борисівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – “фізична хімія”.

Офіційний опонент:

Доктор хімічних наук, професор,
головний науковий співробітник
кафедри фізичної та колоїдної хімії
Львівського національного університету
імені Івана Франка

О. І. Аксіментьєва

09.06.2022р.

Підпис д. х. н., проф. Аксіментьєвої О. І.
засвідчую:

Вчений секретар
Львівського національного університету
імені Івана Франка, доцент



О. С. Грабовецька