

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Кліщенко Романа Євгенійовича, **«Колоїдно-хімічні принципи регулювання властивостей концентрованих дисперсних систем у середовищах різної полярності»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.11 – колоїдна хімія

**Актуальність теми дисертаційної роботи** обумовлена важливістю проблеми отримання, стабілізації та регулювання властивостей висококонцентрованих дисперсних систем. Ця колоїдно-хімічна проблема має велике теоретичне та практичне значення. Такі системи знаходять широке застосування, однак їхнє ефективне використання неможливе без глибокого розуміння процесів структуроутворення, стабілізації та регулювання реологічних характеристик.

Особливий науковий інтерес представляють складні багатоконпонентні системи (наприклад, суміші вугілля, нанокарбону та добавок), механізми стабілізації яких залишаються недостатньо вивченими. Класичні підходи часто виявляються неефективними через різну природу компонентів, що ускладнює розробку універсальних методів керування їхніми властивостями.

Одним з найперспективніших прикладів є композиційне водовугільне паливо (КВП) – екологічно чиста альтернатива традиційним енергоносіям. Розробка наукових основ створення стабільних дисперсій для КВП та подібних систем (гальванічних шламів, осадів стічних вод) є ключем до їх успішної промислової імплементації.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** робота виконувалась у відділі фізико-хімічної механіки дисперсних систем Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України відповідно до науково-дослідних тем НАН України: «Дослідження процесів структуроутворення у природних дисперсіях в присутності ПАР і полімерів з різними функціональними групами» (2010-2012 рр.,

№ державної реєстрації 0110U001007; «Дослідження впливу фізико-хімічних факторів на реологічні властивості композиційних вуглевмісних систем» (2013-2015 рр., № державної реєстрації 0113U003108, «Дослідження колоїдно-хімічних властивостей дисперсних систем на основі вугілля у середовищах різної полярності» (2016-2018 рр., № державної реєстрації 0115U006854; «Гідрофільні і гідрофобні взаємодії в структурованих дисперсних системах» (2019-2021 рр., № державної реєстрації 0121U109538, відповідальний виконавець); «Фундаментальні основи ефективного використання комплексу хімічних, фізичних і біологічних методів дослідження водних систем» (2017-2021 рр., № державної реєстрації 0118U100375; «Дослідження впливу фізико-хімічних факторів на процеси структуроутворення у композиційних карбоновмісних дисперсних системах», (2022-2024) № держреєстрації 0122U000179.

**Ступінь обґрунтованості основних положень, практичних рекомендацій та висновків, представлених у дисертації.**

Основні положення, практичні рекомендації та висновки дисертаційної роботи Кліщенко Романа Євгенійовича впливають з отриманих та опрацьованих ним результатів експериментальних досліджень і є достатньо обґрунтованими. Вони мають достатнє підтвердження у публікаціях автора в фахових виданнях, а також представлені 3 патентами України, 4 патентами на корисну модель, та 4 актами випробувань.

**Ключові наукові результати та досягнення:**

1. **Оптимізація властивостей дисперсних систем:** Для ефективного регулювання структурно-механічних властивостей висококонцентрованих дисперсних систем (КВП) запропоновано комплексний підхід. Він поєднує механохімічну активацію, бімодальний гранулометричний склад, а також модифікацію поверхні частинок і дисперсійного середовища спеціальними добавками. Це дозволяє керувати міжчастинковими взаємодіями та створювати стійкий структурно-механічний бар'єр.

**2. Нові методи модифікації:** Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність двох інноваційних методів покращення якості систем:

- використання **кремнійорганічних ПАР** для модифікації систем на основі вугілля.
- **вперше запропоновано метод введення плазмохімічно активованого середовища**, що містить реакційноздатні карбонові мікро- та наноструктури.

**3. Розвиток технологій очищення:** Поглиблено розуміння механізмів **зневоднення та електрокінетичної ремедіації** важких глинистих і гальванічних шламів. Запропоновані та досліджені способи інтенсифікації масоперенесення в цих системах, що підвищує ефективність їх утилізації.

**Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:**

**1. Створення нових матеріалів і палива:**

- Розроблено та запатентовано нові склади високоефективних композиційних палив (КВП), здатних замінити нафту та газ.
- Запропоновано та захищено патентом композитне покриття на основі шунгіту для сонячних колекторів.
- Підтверджено ефективність суспензійного палива на промислових зразках, що доводить його технологічні та екологічні переваги перед звичайним вугіллям.

**2. Впровадження ресурсозберігаючих технологій:**

- Запропонована інноваційна технологія поєднує плазмохімічну очистку органічних стічних вод з їх подальшим використанням для виробництва палива. Це дозволяє створювати замкнуті цикли водокористування та отримувати корисні компоненти з відходів.

**3. Науковий фундамент для майбутніх досліджень:**

- Отримані дані створюють основу для вдосконалення теорії концентрованих колоїдних систем.

- Результати відкривають перспективи для подальшого вивчення низьковольтної плазми у водному середовищі. У підсумку результати роботи мають конкретний вихід у практичну площину: від створення альтернативних палив та покриттів до розробки замкнутих екологічних технологій переробки відходів, що сприяє енергетичній та екологічній безпеці.

#### **4. Аналіз структури та змісту дисертації**

Дисертаційна робота викладена на 379 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, семи розділів, загальних висновків і списку використаних джерел. Робота містить 81 рисунок, 60 таблиць, 4 акти випробовування й список цитованої літератури, що налічує 401 посилання.

У **вступі** наведено сучасний стан дослідження проблеми, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження, відзначено наукову новизну, практичну значущість, внесок автора та наведено інформацію про публікації та апробацію результатів.

- У **першому розділі** розглянуто та проаналізовано наявну інформацію щодо вирішення проблеми стабілізації КВП, окреслено основну проблему-складність стабілізації концентрованих багатокомпонентних систем, запропоновано розв'язання шляхом застосування нових реагентів — нетоксичних силоксанів та активних карбонових матеріалів (субмікронний карбон, шунгіт, пірокарбон).
- У **другому розділі** представлено характеристики об'єктів дослідження та охарактеризовано методи та методики розв'язання задач дисертації шляхом комплексне вивчення характеристик компонентів високонаповнених систем.
- У **третьому розділі** представлено аналіз поверхневих та електроповерхневих явищ на основі вугілля, як основного об'єкта вивчення, докладно проаналізовано різні способи поверхневої модифікації, представлено та опрацьовано великий масив даних з електрокінетичних та реологічних

властивостей отриманих концентрованих дисперсних систем на основі вугілля.

- У четвертому розділі наведено способи отримання субмікронних карбонових частинок для модифікації КВП шляхом деструкції органічних забрудників плазмохімічним методом та методи регулювання властивостей КВП.
- У п'ятому розділі представлено дослідження із використання субмікронного карбону та анізотропних мікро- та нанокомпозитів, для регулювання властивостей концентрованих суспензій
  - Шостий розділ присвячено вивченню властивостей КВП на основі сумішей антрациту та пірокарбону.
  - У сьомому розділі розглянуто питання регулювання властивостей глинистих та гальванічних шламів з низькою гідравлічною проникністю.

Структура роботи є логічною і продуманою. Висновки відповідають поставленим завданням.

### **Висвітлення результатів у наукових публікаціях.**

Наукові положення і висновки є обґрунтованими. Основні результати дисертації опубліковано у 25 статтях у фахових наукових вітчизняних та зарубіжних виданнях (5 із них відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank відносяться до третього квартиля та зараховуються як  $5 \times 2 = 10$  публікацій, що разом відповідає 30 публікаціям), 3 патентах України та 4 патентах на корисну модель, 6 тезах доповідей на 5 конференціях та 7 публікаціях у не фахових виданнях.

**Академічна доброчесність.** Дисертація та наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертаційної роботи, не мають ознак академічного плагіату. Для всіх публікацій у співавторстві зазначено особистий внесок здобувача.

### **Зауваження та побажання щодо змісту і оформлення.**

1. На сторінці 79 автор стверджує: «Об'єктом дослідження середовищ різної полярності слугували водоспиртові суспензії». По визначенню полярний розчинник — розчинник, молекули якого є диполями та які мають великі дипольні моменти. Дипольні моменти одноатомних аліфатичних спиртів мають **практично однакові** значення (спирти в межах 1,6-1,7 D, а води 1,84 D. Більш коректною було б речення: «Об'єктом дослідження середовищ з **різною діелектричною сталою** слугували водоспиртові суспензії»
2. На сторінці 101 у пункті 2.3 речення «для оцінки вірогідності отриманих експериментальних даних застосовувались статистичні методи обробки отриманих результатів» не має сенсу. Статистичні методи обробки отриманих результатів застосовуються при оцінюванні **довірчого інтервалу** при певному значенню вірогідності (звичайно  $P=0.95$ ).
3. Наведені у таблицях експериментальні дані не містять значення довірчих інтервалів, що ускладнює інтерпретацію та порівняння отриманих експериментальних даних за різних умов.
4. Наявні недоліки в оформленні таблиць: таблиця 2.1- не вказана розмірність значень, таблиця 2.2- для діелектричної сталої не вказана температура, таблиця 2.3-значення рН розташовано в стовпчику концентрації, таблиці 2.4, 2.5- у першому стовпчику замість концентрації наведено назву компонента.
5. На рис.4.8 наведено диференціальні криві розподілу, а в тексті (стор.224) аналізуються як інтегральні криві розподілу. Незрозуміла назва осі ординат «відносний розподіл частинок», а також відстань між значеннями на осі абсцис є сталою , а крок збільшується в 10 разів- така побудова залежності недопустима.
6. Наявність хвилеподібних залежностей з екстремумами на рис.7.1 та їх аналіз визиває сумнів у зв'язку з незначною кількістю експериментальних значень та відсутності значень довірчого інтервалу для отриманих експериментальних даних.

## Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю положень та висновків, науковою та практичною цінністю дисертаційна робота Кліщенко Романа Євгенійовича “Колоїдно-хімічні принципи регулювання властивостей концентрованих дисперсних систем у середовищах різної полярності”, що подана на здобуття наукового ступеня доктора хімічних наук, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, за своїм науковим рівнем та практичною і теоретичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п.7 та 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, що їх пред’являють до докторських дисертацій, та паспорту спеціальності 02.00.11 - колоїдна хімія.

Офіційний опонент  
професор кафедри хімії і хімічної технології  
факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій  
Державного університету  
«Київський авіаційний інститут»,  
доктор хімічних наук, професор



Віталій ЧУМАК

Підпис Віталія ЧУМАКА засвідчую

Олегів секретар ЛНУ



 Олега Лабок