

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Панька Андрія Валентиновича «Біоколоїдні і фізико-механічні закономірності трансформацій залізоалюмосилікатів та їх композицій в колоїдних процесах»**, представленої на здобуття наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.11 – колоїдна хімія (102 – хімія).

Актуальність роботи. Дисертаційна робота Панька А.В. присвячена дослідженню комплексного впливу геомеханічних, наноструктурних, нанохімічних, біоколоїдних та інших чинників на колоїдно-хімічні процеси в залізоалюмосилікатних системах і матеріалах. Серед них структуруючий вплив мають бактеріальні взаємодії і наночастинки, які виникають в ході нанохімічних процесів, різний хімічний і мінералогічний склад досліджених систем, які змінюють властивості дисперсій залізоалюмосилікатів. Не менш суттєво на структуру та процеси в таких системах впливають бактеріальні реакції за участю заліза та виділених поверхнево-активних метаболітів.

Досліджені матеріали об'єднано в одну групу залізоалюмосилікатів, яка характеризується, як показано у роботі, спільними властивостями та колоїдно-хімічними процесами характерними для них – зокрема, як показано, наноструктурними й нанохімічними взаємодіями за участі наночастинок кремнезему, глини та залізооксидів. Залізоалюмосилікати об'єднують у собі багато матеріалів природного та техногенного походження, серед них – досліджені у роботі пелагічні осади, пелоїди (лікувальні грязі), глини, осадові залізні руди та інші. Більшість з них також мають біоколоїдне походження та зазнають подальших колоїдно-хімічних та біоколоїдних трансформацій як у природних, так і в техногенних умовах. Однак такі трансформації систематично не вивчали. Загалом недостатньо досліджено колоїдно-хімічні, нанохімічні і біоколоїдні впливи на широкий спектр властивостей залізоалюмосилікатів, не систематизовано і не узагальнено результати досліджень. Тому робота, присвячена фізико-хімічним, колоїдно-хімічним,

геомеханічним, нанохімічним та мікробіологічним дослідженням з позицій нанонауки вказаних залізоалюмосилікатних матеріалів, перш за все трансформаційних природних і технологічних процесів в них, є **актуальною**, оскільки одержані результати є необхідними для розширення знань щодо таких систем, розробки наукових засад управління їх колоїдно-хімічними властивостями, та розробки ефективних технологій.

Практична значимість. У роботі Панька А.В. розглянуто технологічні аспекти ефективних процесів випалу та збагачення залізних руд з використанням досліджених процесів трансформації залізоалюмосилікатів (у переліку робіт вказано 2 патенти України на винахід); відмічено можливість створення залізоалюмосилікатних бар'єрів для захисту дна водойм; можливість управління властивостями пелоїдів завдяки використанню нанодобавок. Також проведено теоретико-експериментальне дослідження морських осадів та критичних явищ за їх участю і надано рекомендації по використанню нанодобавок для попередження таких явищ або для їх прогнозування.

Дисертаційна робота є практично значимою та актуальною також і тому, що по своїй суті в ній розглядаються матеріали, які відносяться до природного багатства України, яке потребує ефективного їх використання.

Наукова новизна. Представлена робота є комплексною та охоплює багато наукових питань, більшість з яких є граничними для різних галузей науки, зокрема вперше розглянуто питання геомеханіки і морської геології з позицій комплексних колоїдних, нанохімічних, геомеханічних і мікробіологічних процесів. В ній вперше систематизовано взаємозв'язок геомеханічних, колоїдних і біоколоїдних процесів в залізоалюмосилікатах та трансформаційні процеси за їх участю.

Так, зокрема, у роботі вперше:

- показано взаємозв'язок геомеханічних, колоїдних і біоколоїдних процесів в залізоалюмосилікатах та їх комплексний вплив в диспергуванні, трансформації і наступному вторинному контактному міжфазному

наноструктуруванні та подальшому ущільненні осадових покладів залізоалюмосилікатних і залізооксидно-гідроксидних матеріалів;

- встановлено та проаналізовано узагальнюючі нанохімічні, механохімічні і наноструктурні перетворення компонентів залізоалюмосилікатних систем і матеріалів як для окремих неорганічних залізооксидно-гідроксидно-силікатних систем, перш за все оксидів і гідроксидів заліза, а також силікатних мінералів і кварцу, так й у складі біокосних матеріалів;
- систематизовано уявлення про відповідні комплексні механізми трансформації залізоалюмосилікатних систем і матеріалів;
- зроблено аналіз критичних явищ в земній корі і на її поверхні з точки зору колоїдної та біоколоїдної хімії, що не було зроблено раніше та є актуальним з точки зору сучасної екобезпеки;
- встановлено феномен ультрааномального характеру течії, пояснено та з'ясовано його прояв з точки зору класичної механіки, нанонауки та колоїдної хімії;
- показано вплив реологічного характеру залізоалюмосилікатних турбідітних осадів на прояв критичної (в т.ч. катастрофічної) течії, трансформацію характеру течії та особливе значення гіпер- та ультрааномальної течії при цьому.

Виходячи з викладених аргументів, дисертаційна робота **Панька Андрія Валентиновича** є своєчасною, актуальною і перспективною як в плані її подальшого наукового розвитку, так і практичного використання.

Головний зміст роботи

У **Розділі 1** дисертаційної роботи Панька А.В. надається огляд наукової літератури, який відповідає напрямку дисертації. Так, дано загальну характеристику залізоалюмосилікатних матеріалів, розглянуто їх утворення і трансформацію та наведено дані щодо стану досліджень таких систем,

зокрема окисно-відновні і хімічні процеси, вплив колоїдів, адсорбції і іонного обміну, роль мікроорганізмів і наноструктур в залізоалюмосилікатних системах і при їх формуванні; розглянуто питання щодо ролі мікроорганізмів в осадах та механічні деформації щільних гірських порід з позицій фізико-хімічної механіки і геомеханіки.

В огляді є посилання на сучасну літературу, але є й багато посилань на відносно стару літературу, але це не можна розглядати як недолік роботи вже тому, що це дає можливість більш об'єктивно оцінити новаторський підхід Панька А.В. до вирішення поставленої проблеми та вказує на глибину пошуку. Так, в загальному сенсі, дисертантом вперше поставлено завдання по розкриттю взаємозв'язку процесів структуроутворення з комплексним наноструктурним, нанохімічним і бактеріальним впливом, який, в основному, розглянуто з позицій міжфазових взаємодій. Ці проблеми, як виявляється з аналізу наступних розділів дисертації, є в них головними і відповідають паспорту спеціальності «Колоїдна хімія».

У **Розділі 2** наведено відомості про використані сучасні методи дослідження та обгрунтовано вибір матеріалів дослідження. Більш широко описано реологічний метод, що є необхідним для більшого розуміння роботи.

У **Розділі 3** надано результати систематичних колоїдно-хімічних наноструктурних явищ в залізоалюмосилікатних матеріалах земної кори і на її поверхні, в тому числі критичних, та проведено їх аналіз з огляду на комплексні геомеханічні, нанохімічні і біоколоїдні (мікробіологічні) процеси, що проходять в них. Розглянуто наноструктурні, біоколоїдні і фізико-хімічні чинники критичних явищ в залізоалюмосилікатних водних дисперсіях. Зокрема проаналізовано фізико-хімічні властивості різних представників залізоалюмосилікатів та проведено попереднє моделювання критичних процесів на морських і океанічних схилах й ложі; розглянуто уявлення про механізми повзучості залізоалюмосилікатних осадів та їх трансформації і структурування. Встановлено основні глобальні принципи фізико-механічного, нанохімічного і біоколоїдного регулювання структурних

властивостей залізоалюмосилікатних дисперсно-пористих осадів в природних і техногенних умовах. Розглянуто вплив ефекту ультрааномалії в'язкості на природні критичні процеси. Накреслено подальші шляхи розвитку вказаних фундаментальних проблем, а також надано загальні рекомендації щодо їх практичного використання.

У **Розділі 4** надано результати досліджень механізмів колоїдно-хімічних, наноструктурно-нанохімічних та біоколоїдних процесів в пелагічних осадах з властивостями лікувальних грязей – пелоїдів. Приділено увагу наноструктурно-нанохімічним процесам в пелагічних осадах, в тому числі за участі біогеоценозів; процесам в пелоїдах на основі карбонат- та залізовміщуючих глинистих мінералів. Проведено дослідження медико-біологічної активності та показано можливість біоколоїдно-хімічного модифікування дисперсних морських залізоалюмосилікатних осадів мінеральними нано- і мікрочастинками. Встановлено вплив процесів фізико-хімічної геомеханіки на механізми утворення нано- і мікрочастинок у залізооксидноалюмосилікатних глинисто-карбонатних гірських породах і пелоїдах.

У **Розділі 5** наведено дані щодо нано- і мікроструктурної трансформації дисперсних залізоалюмосилікатних гірських порід, ґрунтів і мулів. На підставі аналізу експериментально-теоретичних результатів дослідження запропоновано моделі фізико-механічних, механохімічних, нанохімічних, колоїдних і біоколоїдних процесів трансформації залізоалюмосилікатних гірських порід з утворенням природних матеріалів, в тому числі рудних покладів і пелоїдів. Показано роль різних факторів на структурування та диспергацію, включаючи роль наноструктурних і нанохімічних трансформацій, вплив хімічної будови нанокластерів, а також роль мікроорганізмів і продукуємих ними поверхнево-активних продуктів життєдіяльності. Розширено уявлення про роль хімічних процесів утворення нанокластерів заліза і кремнію в зміні міцності контактних зон мікрочастинок полімінеральних дисперсних систем. Наведено наукові основи

екологічно прийнятних біогеотехнологій бар'єрного антикритичного захисту водойм за допомогою композицій, складених із залізоалюмосилікатів; показано економічно ефективне практичне використання розроблених уявлень на прикладі греблі в Кривому Розі.

У **Розділі 6** подано результати колоїдно-хімічних досліджень впливу нано- і мікродисперсних структур в процесах трансформації, розділення компонентів залізоалюмосилікатних матеріалів і їх відновного випалу. Розглянуто термомеханохімічні, нанохімічні та наноструктурні процеси в залізоалюмосилікатних рудних матеріалах. Експериментально-аналітичне обговорення результатів дозволило встановити основну роль досліджених процесів у трансформаціях залізоалюмосилікатів як природного, так і техногенного походження. Розроблено наукові засади нанотехнологій підготовки, термовідновлення та розділення рудних залізоалюмосилікатів за допомогою лужних нанододатків. Встановлено механізми твердофазного відновлення рудного залізоалюмосилікатного матеріалу і його лужного очищення згідно розроблених уявлень. Показано вплив нанододатків на колоїдно-хімічні і нанохімічні властивості, а також на процеси механохімічного диспергування залізоалюмосилікатних систем на основі природних рудних матеріалів. Узагальнено дані щодо управління процесами розділення рудних матеріалів шляхом регулювання в'язкопластичних характеристик суспензій з великою кількістю кварцових і польовошпатових пісків.

Зауваження по дисертаційній роботі

- 1) Мета роботи, на мій погляд, сформульована не зовсім повно і не вичерпується тільки встановленням та систематизацією взаємозв'язаних складних нанохімічних, наноструктурних і біоколоїдних чинників. Виникає питання: для чого? Можливо було б доцільно підкреслити подальшу можливість використання встановлених закономірностей для

визначення шляхів запобігання екологічно несприятливих явищ в складних природних і техногенних системах. Тим паче, що саме цим питанням присвячені п'ятий і шостий розділи роботи. Але треба відзначити, що одержані результати і висновки роботи А.В. Панька окреслюють мету більш повно та широко, ніж зазначено в її формулюванні.

- 2) В розділі, який містить матеріали та методи дослідження, основний акцент зроблено на аналітично-інформаційний огляд характеристик полімінеральних мікродисперсних залізоалюмосилікатних систем та обґрунтуванню вибору параметрів, які необхідно досліджувати. Менше уваги приділено самим експериментальним методам дослідження. Так, не наведено методів мікробіологічного дослідження морських пелітових осадів і пелоїдів, дані яких наведені в табл. 4.6 та рис. 4.2.3. Не вказано як проводили досліди з піддослідними тваринами.
- 3) В роботі неодноразово підкреслено, що структуроутворюючими домішками природних полімінеральних нанокомпозицій поряд з гідроксидами заліза є сполуки кальцію у вигляді карбонатів, а також органічні речовини – продукти метаболізму мікроорганізмів. Встановленню природи останніх хоча б на основі аналізу літературних даних, на відміну від інших чинників, в роботі не приділено уваги. Але відомо, що дисперсійне середовище біоценозу містить в якості продуктів метаболізму поверхнево-активні речовини, на що вказує і дисертант. Тому було б доцільно звернути увагу на фізико-хімічну природу органічного компонента дисперсійного середовища біоценозу.
- 4) Дисертант практично в усіх розділах вживає терміни “синергетичний ефект”, “синергетика”, “синергізм” і з тексту не ясно, що мається на увазі під поняттями синергетика та синергізм, які відносяться до різних наукових напрямів. З одного боку, неодноразово в роботі підкреслено наявність синергетичного ефекту (скоріше синергічного), під яким мається на увазі підвищена сумарна ефективність кількох одночасних або

послідовних процесів на відміну від адитивного характеру суми їх ефективності. Але це ефект синергізму. Ефект синергізму оцінюють кількісно згідно відомим методикам, що в роботі зроблено не було. З другого боку, синергетика – міждисциплінарна наука, що займається вивченням процесів самоорганізації і виникнення, підтримки стійкості і розпаду структур (систем) різної природи. В роботі про це мова не йде, хоча було б доцільно розглянути процеси трансформації залізоалюмосилікатів з цієї точки зору. Тим паче, що в роботі найближчого співробітника дисертанта Ковзуна І.Г. “Коллоидно-хімічні процеси контактної самоорганізації в щелочних силікатних композиціях і їх взаємозв'язок з формуванням поверхневих нанорозмерних структур. Коллоидно-хімічні основи нанонауки”. Київ, 2005, яка цитується в дисертації, це питання розглянуто.

- 5) В дисертаційній роботі Панька А.В. наведено великий теоретичний та експериментальний матеріал, що стосується колоїдно-хімічних, біоколоїдних і трансформаційних процесів важливої з практичної точки зору групи залізоалюмосилікатних матеріалів. Однак, не дивлячись на це, а також на добру обробку експериментального матеріалу і грамотне написання дисертації, сприйняття такого великого матеріалу потребує значних зусиль бо автор роботи недостатньо відпрацював формулювання наданих висновків, пропозицій, рекомендацій тощо. Заради об'єктивності слід вказати, що глибокий, а не поверхневий, аналіз наданих в дисертації матеріалів вказує на значні досягнення дисертанта у вирішенні поставленої проблеми.
- 6) У тексті розділів не завжди зрозуміло розділено класичні та розроблені автором теоретичні уявлення. Хоч доробок й вказано у висновках, але краще більш точно робити на це акценти і по тексту.

- 7) У списку використаних джерел близько половини посилань доволі застарілі. Хоч це і вказує на глибину пошуку та їх врівноважено сучасними посиланнями, але краще, щоб таких було менше.
- 8) В роботі є деякі недоліки в представленні експериментальних даних. Наприклад, в розділі 4 не вказані концентрації наночастинок у дослідях *in vivo*. Рис.4.2.9, де наведено криві залежності в'язкості від тривалості, доцільно було б дати у вигляді гістограми, тому що розглядається не безперервна функція. Не вказано концентрації наночастинок у дослідях *in vivo* у Розділі 4.
- 9) У Додатку 2 наведено результати аналізу на наявність миш'яку. Краще було би навести такі аналізи й для вихідного зразку та взагалі – повний хімічний аналіз. Або навпаки не наводити – досить й простого опису у тексті розділу.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку роботи і не зменшують наукову та практичну цінність одержаних результатів.

В цілому дисертаційна робота Панька Андрія Валентиновича заслуговує позитивної оцінки, а його значний внесок в систематизацію колоїдно-хімічних та суміжних до проведеної роботи знань, включаючи розвинуті уявлення про біоколоїдні, нанохімічні і наноструктурні трансформаційні процеси в широковживаних залізоалюмосилікатних матеріалів є незаперечним. Роботу написано в цілому грамотно з великим ілюстративним матеріалом у вигляді 35 таблиць і 119 рисунків, з використанням сучасних методів досліджень. Робота повністю відповідає паспорту спеціальності 02.00.11 – колоїдна хімія.

Таким чином, дисертаційна робота Панька Андрія Валентиновича «Біоколоїдні і фізико-механічні закономірності трансформацій залізоалюмосилікатів та їх композицій в колоїдних процесах» є завершеним науковим дослідженням в галузі колоїдної хімії, виконана на відповідному науковому рівні, має наукове і практичне значення, відкриває нові погляди на

природні і техногенні процеси за участю залізоалюмосилікатів. Робота задовольняє всім вимогам ДАК, а також пунктів 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року зі змінами, внесеними постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 р., № 1159 від 30 грудня 2015 р., № 567 від 27 липня 2016 р., № 943 від 20.11.2019 р. та № 607 від 15.07.2020 р. щодо докторських дисертацій, а його автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора хімічних наук за спеціальністю 02.00.11 - колоїдна хімія.

Офіційний опонент,

доктор хімічних наук (02.00.11 - колоїдна хімія),
 професор, заступник директора з наукової роботи
 Інституту колоїдної хімії та хімії води
 ім. А.В. Думанського НАН України

Мешкова-Клименко Н. А. **Мешкова-Клименко Н. А.**

Підпис Мешкової-Клименко Н. А. засвідчую:

Зав. Інституту  *Сиб*

