

## ВІДЗИВ

офіційного опонента Челядина Любомира Івановича на дисертаційну роботу

**Гивлюд Анни Миколаївни**

“Знешкодження забруднень стічних вод молокопереробних комплексів сорбційними методами”, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

**Актуальність теми.** Стічні води молокопереробних комплексів містять у своєму складі високі концентрації органічних забруднень (білок, молочна кислота та ін.), також неорганічні сполуки та синтетичні поверхнево-активні матеріали миючих речовин. Існуючі на даний час методи очищення стічних вод не в повній мірі забезпечують надійне їх знешкодження, внаслідок чого забруднюючі компоненти поступають у водні об’єкти навколишнього середовища.

Із широкої гами спеціальних методів очищення стічних вод адсорбційні методи найбільш прості, енергоефективні та доступні. Наявність на Закарпатті природніх покладів цеолітів, які можливо використовувати у якості сорбента за рахунок високої вибіркової адсорбційної здатності до полярних речовин, дають змогу їх використання у процесі очищення стічних вод молокопереробних комплексів. З врахуванням того, що на більшості молокопереробних підприємств очисні споруди відсутні або малоефективні, розроблення ефективної локальної схеми очищення вказаних забруднювачів адсорбційним методом за допомогою природніх цеолітів є надзвичайно важливою, а тому дисертаційна робота здобувача актуальна.

**Зв’язок роботи з науковими темами, планами, програмами.**

Дисертаційна робота виконана згідно плану науково-дослідницької діяльності кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету “Львівська політехніка” за темою “Природоохоронні технології очищення рідинних середовищ адсорбційними (селективними) методами”, № державної реєстрації 0111U003993.

**Наукова новизна отриманих результатів** дисертаційної роботи у наступному:

- вперше досліджено статистику сорбції природнім цеолітом молочної кислоти та білка і встановлено ізотерми адсорбції, та описано їх рівнянням Ленгмюра;
- вперше встановлено механізм сорбції, який базується на іонному обміні протонів гідрогену на протиіони натрію, що впливає на процес очищення стічних вод від забруднюючих компонентів та їх зменшення;
- встановлено коефіцієнти масовіддачі для молочної кислоти в умовах механічного перемішування та коефіцієнт внутрішньої дифузії для внутрішньо-дифузійної стадії поглинання природнім цеолітом молочної кислоти та білка;

- дістали подальший розвиток дослідження кінетики поглинання молочної кислоти та білка сорбентом у зовнішньо- та внутрішньодифузійній областях.

Загальний аналіз ступеня новизни наукових результатів дозволяє мені зробити висновок, що у сукупності вони забезпечують створення нового способу знешкодження забруднюючих компонентів стічних вод молокопереробних підприємств адсорбційним методом за допомогою природнього цеоліта- клиноптилоліта.

**Практичне значення** дисертаційного дослідження у реальній можливості зменшення забруднюючих компонентів стічних вод молокопереробних комплексів природнім цеолітом. На основі встановлених кінетичних коефіцієнтів процесу очищення стічних вод запропоновано технологію з оптимальними параметрами, яка пройшла промислову апробацію в умовах ПАТ "Дубномолоко" та передана для впровадження. Науково-технічна новизна розробок здобувача підтверджена позитивним рішенням на видачу патенту України на корисну модель.

Окремі розробки роботи впровадженні у навчальний процес кафедри екології та збалансованого природокористування НУ "Львівська політехніка" при викладанні спеціальних дисциплін.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Основні наукові положення, сформульовані у дисертації, забезпечені коректною постановкою завдань досліджень, вибором ефективних методів фізико-хімічних випробувань, несуперечливістю та узгодженням результатів з існуючими даними та отриманими при дослідно-промисловій перевірці. Кожен пункт наукової новизни у повній мірі підтверджений теоретичними та експериментальними дослідженнями.

У загальних висновках викладено найважливіші наукові положення, які забезпечують розв'язання важливої екологічної проблеми. Запропонована здобувачем розробка адаптована до існуючих умов виробництва, пройшла промислову апробацію та не викликає жодного сумніву щодо практичного використання. Достовірність отриманих результатів підтверджена:

- детальним аналізом стану досліджуваної наукової проблеми;
- комплексом сучасних методів фізико-хімічного аналізу та математичним обробленням експериментальних даних;
- теоретичним обґрунтуванням та практичним підтвердженням розроблених екологічних рішень.

Тому експериментальні результати, наукові положення, висновки та рекомендації, зроблені автором, вважаю достовірними та обґрунтованими.

**Повнота викладення результатів роботи у наукових працях.** Основні наукові положення дисертації повною мірою опубліковано у 9 статтях в фахових виданнях, з них 2 статті у наукометричних виданнях, 4 тезах доповідей

на науково-практичних конференціях, отримано позитивне рішення на видачу патенту України на корисну модель. Їх кількість та науковий рівень повністю відповідає вимогам ДАК України до кандидатських дисертацій.

**Аналіз основного змісту дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Матеріал дисертації викладено на 135 сторінках друкованого тексту, містить 8 таблиць, 35 рисунків та 7 додатків. Бібліографія включає 133 літературні джерела.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та задачі досліджень, висвітлено наукову новизну та завдання дисертаційного дослідження, практичне значення, результати апробації та публікації.

**Перший розділ** дисертації присвячено критичному аналізу вітчизняних та зарубіжних праць з проблем екологічної ситуації у переробній галузі сільськогосподарської продукції, також визначено основні забруднювачі стічних вод молокопереробних комплексів та їх вплив на довкілля. На основі проаналізованих сучасних методів очищення стічних вод переробних підприємств для забезпечення екологічної безпеки гідросфери запропоновано розроблення технології їх знешкодження шкідливих забруднень сорбційними методами із застосуванням природних цеолітів.

**У другому розділі** наведено основні характеристики досліджуваних об'єктів (стічних вод молокопереробних комплексів) та застосовуваних сорбентів (цеоліт Сокирницького родовища Закарпатської області). Описано основні методи експериментальних досліджень та їх апаратурний супровід. Наведено методику оптимізації експериментальних досліджень для оцінки похибки вимірювань.

**Третій розділ** дисертації присвячено вивченню статистичної активності природнього цеоліта щодо основних забруднюючих компонентів стічних вод молокопереробних комплексів. Експериментально визначено ізотерми адсорбції для кожного компонента та з високим ступенем достовірності описано рівнянням Ленгмюра, а також підтверджено наявність іоннообмінного процесу між іоном  $\text{Na}^+$  цеоліта та  $\text{H}^+$  молочної кислоти. Методами фізико-хімічного аналізу підтверджено проходження процесу як за механізмом іонного обміну, так і фізичної адсорбції.

Встановлено статичні властивості поглинання фосфорних сполук залежно від ступеня заміщення гідрогену.

**У четвертому розділі** досліджено кінетику сорбції основних забруднень стічних вод природнім цеолітом та встановлено можливий механізм їх поглинання. Доведено, що основними стадіями процесу поглинання забруднень є зовнішня та внутрішня дифузія.

Результати експериментальних досліджень кінетики сорбції у зовнішньодифузійній області подано у вигляді узагальнених змінних, а саме

залежності числа Шервуда від числа Рейнольдса для механічного перемішування. З використанням експериментальних даних та систем диференціальних рівнянь встановлено коефіцієнти внутрішньої дифузії молочної кислоти та білка. Підтверджено зниження кислотності розчину у процесі сорбції молочної кислоти та її зменшення.

**П'ятий розділ** присвячений вивченню динаміки процесу сорбції молочної кислоти природним цеолітом у нерухомому шарі. Встановлено залежність сорбції молочної кислоти від висоти нерухомого шару цеоліта та математично описано рівнянням динаміки сорбції.

Запропоновано та описано технологічну схему очищення стічних вод молокопереробних комплексів.

**У додатках** наведено результати дослідно-промислової перевірки запропонованого способу очищення стічних вод молокозаводів.

**Відповідність автореферату змісту дисертації.** Дисертаційна робота оформлена з використанням сучасних технічних засобів та вимог, викладена в логічній формі, добре проілюстрована. Зміст автореферату по суті та за структурою повністю відповідає основним положенням дисертації.

#### **Зауваження щодо дисертаційної роботи:**

1. При аналізі науково-технічної літератури необхідно було б ширше описати вплив конкретних забруднюючих компонентів стічних вод молокопереробних комплексів на гідросферу та інших чинників на довкілля.

2. У розділі 2 при описі фазового складу природного цеоліта доцільно було б вказати на залежність сорбційних властивостей від його складу, оскільки з літературних джерел відомо, що вміст в цеоліті клиноптилоліта коливається в межах 70-90 мас. %.

3. Сорбційні властивості цеоліта Ви визначали для відповідного забруднювача стічної води. Чи проводили Ви дослідження з впливу комплексної дії трьох видів забруднювачів на сорбційні властивості?

4. На стор. 69 р.3 Ви підтверджуєте методом ІЧ-спектроскопії (рис. 3.9) наявність молочної кислоти адсорбованої поверхнею цеоліта. Чи проводили Ви аналогічні дослідження для інших забруднювачів стічних вод, зокрема для альбуміна та фосфатвмісних сполук?

5. Не зрозуміло, чому в дисертації наведено (стор. 110) запропоновану технологічну схему очищення стічних вод, а у авторефераті (стор. 16) тільки її окрему частину?

6. Висновки у розділах дисертації написані в анотаційній формі без конкретизації результатів досліджень у певних цифрових показниках.

7. В розрахунок екологоекономічної ефективності запропонованої технологічної схеми очищення стічних вод варто включати вплив інших факторів забруднення- наприклад атмосфери.

8. У роботі зустрічаються не стандартизовані позначення у формулах показника концентрацій досліджуваних речовин (формула 4.1. та 4.13) та не системні одиниці (хв., мг/дм<sup>3</sup> і т.д.), а також таблиця 1.1 у дисертації розміщена на двох сторінках ( стор.20-21).


9. В тексті автореферату (стор.20 «**проведення експериментальні**») і дисертації (стор.41 «слабозв'язанихалюмокисневих.....») є певні описки та некоректно сформульовані речення (стор.8 «За внутрішньо.....», стор. 13 «Прийнявши ...», стор. 54 «Робота проведена., напевно «Дослідження.проведено ....»).

Вказані зауваження та побажання не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок.**

Дисертаційна робота Гивлюд Анни Миколаївни за об'ємом, рівнем виконання, новизною отриманих результатів та практичним використанням є завершеною науково-дослідною працею, в якій на основі обґрунтованих експериментальних результатів вирішене науково-практичне завдання, спрямоване на знешкодження забруднюючих компонентів стічних вод молокопереробних комплексів сорбційним методом. Робота відповідає кваліфікаційним вимогам п.п.9,11 положення "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" (постанова КМ України №567 від 24 липня 2013р.) щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Гивлюд А.М., заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри хімії  
Івано-Франківського Національного  
технічного університету нафти і газу

 Челядин Л.І.

Підпис д.т.н., проф. Челядина Л.І. "засвідчую":

Вчений секретар  
Івано-Франківського Національного  
технічного університету нафти і газу



Процюк В.Р.

11.11.2016г