

ВІДГУК**офіційного опонента на дисертаційну роботу Семінської О.О.
“ ДЕФОСФАТУВАННЯ СТИЧНИХ ВОД БАРОМЕМБРАННИМИ
МЕТОДАМИ ІЗ ОТРИМАННЯМ ДОБРИВА ”**

на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю

21.06.01 – екологічна безпека

Питне водопостачання України забезпечується за рахунок поверхневих та підземних вод. В результаті впливу антропогенного фактору відбуваються їх кількісні та якісні зміни: зменшується кількість води, придатної для використання та збільшується забруднення. Негативний вплив на стан водного басейну мають такі чинники як скидання стоків промислових підприємств, розробка шахт і кар'єрів, функціонування водоемних виробництв. У зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва виникають екологічні проблеми, обумовлені потраплянням добрив та пестицидів до підземних вод, а звідти – до поверхневих водойм. Особливо гострою є проблема, пов'язана із наявністю фосфоровмісних речовин у воді. Основними їх джерелом є сільськогосподарське підприємство. Такі речовини потрапляють до водойм із каналізаційними стоками, які зазвичай містять миючі засоби. Забруднення води сполуками, що містять фосфор, призводить до бурхливого розмноження водоростей (цвітіння водойм). В результаті у воді знижується вміст кисню, що обумовлює вимирання традиційних видів флори та фауни, розвиток анаеробних бактерій та розмноження шкідливих комах. Таким чином, вода стає непригодною для вживання внаслідок незадовільних бактеріологічних та органолептичних характеристик. Отже, **актуальною** є проблема запобігання потрапляння фосфоровмісних сполук до джерел водопостачання. Основна частина таких сполук-забруднювачів припадає на фосфати, які входять до складу мінеральних добрив та миючих засобів.

ІКХХВ АН У		
Вхідний №	134	
« 12 »	10	2008 р.

Наразі у світі найбільш поширеними методами вилучення шкідливих домішок з води є мембранні методи, які передбачають “м’яке розділення” (без хімічних перетворень речовин, які видаляються), легко масштабуються та не потребують складного апаратного оформлення. У літературі розглядається виділення фосфатів із використанням різних типів мембран. Слід зазначити, що **поза увагою залишається** вплив на перебіг розділення таких факторів як концентрація фосфатів та інших типових складових природних вод. Важливим чинником є також ступень відбору пермеату, адже саме його значення дозволяє встановити межі ефективного застосування мембрани на очищення води від забруднювачів. Ця питання також **не розглядається** в літературі. І, нарешті, **важливу проблему**, яка є практично не вирішеною, становить утилізація вторинних стоків, тобто фосфатвмісного концентрату, який утворюється при фільтруванні.

Роботу **виконано** в рамках ряду відомчих тематик НАН України. Слід відзначити, що здобувач була керівником однієї з наукових робіт в рамках конкурсної тематики для молодих вчених.

Мета роботи полягала у визначенні умов де фосфатування стічних вод баромембранними методами з отриманням концентратів, придатних для одержання побічних продуктів – мінеральних добрив.

У роботі вирішувалися **задачі**, які зокрема полягали у визначенні впливу різних параметрів на очищення води від фосфат-іонів нанофільтрацією та зворотним осмосом низького тиску, дослідження впливу типових компонентів природних вод на вилучення фосфат-іонів, вивчення закономірностей осадження фосфатів з концентрату для одержання мінеральних добрив.

Наукова новизна роботи полягає у створенні наукових засад дефосфатування води баромембранними методами та переробки концентратів на мінеральні добрива. Показано високу ефективність

керамічних мембран для видалення грубодисперсних частинок із каламутних вод. Вперше встановлено та науково обґрунтовано межі використання нанофільтрації та зворотного осмосу низького тиску для дефосфатування води. Показано, що такі методи доцільно використовувати, якщо вміст фосфат іонів у воді не перевищує певний рівень. Досліджено вплив сольового фону на ефективність дефосфатування, зокрема на селективність мембран. Розроблено метод переробки концентрату із отриманням мінерального добрива – струвіту, вивчено вплив умов осадження на розмір частинок осаду. Встановлено, що визначальний вплив на повноту видалення фосфат-іонів має їх вихідний вміст у розчині.

Практична значимість результатів. Розроблено спосіб попередньої підготовки води до нанофільтрації та зворотного осмосу, який полягає у фільтруванні через крупнозернистий пісок з подальшою мікрофільтрацією. Такий спосіб дозволяє зменшити вартість водопідготовки завдяки дешевим фільтрувальним матеріалам. Досліджено можливість глибокого дефосфатування води з використанням наявних на ринку України нанофільтраційних та зворотноосмотичних мембран. Визначено робочі параметри напівпромислової установки, необхідні для її використання на Бортницькій станції аерації. Розроблено спосіб очищення побутових стічних вод від фосфатів,

Особливий внесок здобувача полягав у виконанні основного об'єму досліджень, аналізі літератури, проведенні досліджень, обробці і узагальненні результатів, а також у підготовці публікацій (5 статей у фахових виданнях та 1 патент). Дисертацію апробовано на ряді конференцій.

Дисертація, яку **викладено** на 202 сторінках, включає вступ, п'ять розділів, висновки, список цитованих джерел (277 найменувань).

У першому розділі наведено критичний аналіз літературних даних, наведено інформацію стосовно вмісту фосфатів у річках України, проаналізовано відомості стосовно шкідливого впливу великих концентрацій фосфатів на живі організми, розглянуто стан фосфат-іонів у воді при різних значеннях

pH. Систематизовано літературні дані стосовно дефосфатування води. Основну увагу приділено хімічним, біологічним та мембранним методам. Зазначається, що інформація стосовно виділення фосфатів носить суперечливий характер і не містить конкретних відомостей щодо впливу іонних домішок на перебіг дефосфатування. Підкреслено, що важливою проблемою є утилізація сольового концентрату.

У другому розділі викладено інформацію щодо матеріалів та методів, які були застосовані в роботі. Особливу увагу приділено методам баромембранного розділення, а також способу визначення розмірів дисперсних частинок у воді. Наведено детальний опис аналітичних методів.

Третій розділ присвячено вивченню фізико-хімічних закономірностей методів попередньої підготовки води з підвищеним вмістом грубо- та тонкодисперсних частинок. Знайдено вплив розміру частинок фільтрувального матеріалу (піску) на їх видалення. Встановлено можливість застосування керамічних мікрофільтраційних мембран, зокрема виготовлених з глинистих мінералів. Показано, що такі мембрани характеризуються підвищеною стійкістю до забруднень. Показано, що комбінація фільтрування через пісок та мікрофільтрації дозволяє знизити вміст дисперсних домішок до рівня, який відповідає необхідній якості води для зворотного осмосу. Виявлено, що ультрафільтрації є недоцільним, оскільки дисперсні частинки заповнюють пори мембрани, що призводить до зниження її продуктивності.

У четвертому розділі розглянуто закономірності очищення фосфатвмісних вод нанофільтрацією та зворотним осмосом низького тиску. Визначено оптимальні умови, які дозволяють знизити вміст фосфат-іонів у пермеаті до рівня ГДК. Здійснено вибір мембран, які дозволяють отримати воду необхідної якості. Варіювали вихідний вміст фосфат-іонів, а також сольовий фон. Показано, що з підвищенням вихідної концентрації фосфат-іонів

знижувалася селективність та продуктивність досліджуваних мембран. Встановлено вміст солей, який практично не впливає на затримуючу здатність цих матеріалів. Проте підвищення вмісту іонів магнію до певної межі призводило до зниження селективності мембран за фосфат-іонами, що, за думкою автора, зумовлено зниженням її негативного заряду. При перевищенні цієї межі затримуюча здатність мембран збільшувалася за рахунок малорозчинних фосфатів магнію.

Проведено випробування напівпромислової установки, яка містить рулонні мембранні елементи. Вдалося знизити концентрацію фосфат-іонів до рівня, який є значно нижчим, ніж ГДК. Знайдено оптимальні умови дефосфатування. Отримані результати свідчать про доцільність використання нанофільтрації та зворотного осмосу для вирішення цієї проблеми.

У п'ятому розділі досліджено можливість дефосфатування води зі зв'язуванням фосфат-іонів у малорозчинну сполуку – струвіт. Встановлено, що як осаджувач доцільно використовувати буферну суміш аміаку та хлориду амонію, унеможливило утворення побічних продуктів - гідроксиду або фосфату магнію. Знайдено оптимальні умови осадження. Встановлено, що збільшення вмісту магнію в осаджувачі сприяло найбільш повному осадженню фосфатів. Визначено розмір частинок струвіту у дисперсії, яка утворювалася. Метод було застосовано при дефосфатуванні води, відібраної на території Бортницької станції аерації.

Висновки є цілком адекватними змісту роботи і узгоджуються із поставленими задачами.

До досягнень автора, безумовно, слід віднести розробку методу попередньої підготовки води, який унеможливорює забруднення нанофільтраційних та зворотноосмотичних мембран. Здобувачем також встановлено оптимальні умови дефосфатування та запропоновано метод утилізації концентрату, який включає отримання комерційного продукту - мінерального добрива. Такі результати мають важливе практичне значення.

До дисертації слід зробити такі **зауваження**:

1. На мій погляд, у першому розділі міститься занадто багато інформації щодо методів дефосфатування, які у роботі не використовувалися. Натомість, слід було би приділити більше уваги саме мембранним методам виділення з водних розчинів кисеньвмісних аніонів, а також способам переробки концентратів, які при цьому утворюються.
2. Розділ 2. Оскільки прилад для визначення розміру частинок був вироблений у ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України, було б доцільним порівняти отримані дані та результати, одержані за допомогою аналізатору від одного з провідних світових виробників, наприклад, Malvern Instruments. Адже такі прилади є в наявності у деяких вишах та установах НАН України. Прикрасила б роботу й коротка інформація щодо керамічних мембран (хімічний склад, мікрофотографії, розподіл пор за радіусами тощо).
3. Розділ 3. Дефосфатування на рівні 2 % при фільтруванні через шар піску може бути пов'язано, скоріше, з помилкою експерименту, адже групи на поверхні частинок піску не здатні зв'язувати аніони. Та й дисоціація за кислотним механізмом, що призводить до адсорбції катіонів, реалізується у лужному середовищі. В останньому підрозділі висновок, який стосується доцільності застосування фільтрації через пісок з подальшою мікрофільтрацією, повторюється двічі.
4. Розділ 4, рис. 4.19. Чи може бути пов'язане відхилення від закону Дарсі кривої продуктивність-тиск з утворенням осаду на поверхні мембрани або в її порах?
5. Розділ 5. Безумовно, для аналізу осаду струвіту доцільним було б використання рентгенофазового аналізу.
6. Список літературних джерел виглядає занадто перевантаженим.

Зауваження не знижують наукової цінності та практичної значимості дисертації, достовірність представлених результатів є безсумнівною.

Зауваження не знижують наукової цінності та практичної значимості дисертації, достовірність представлених результатів є безсумнівною. Дисертація та автореферат, який є ідентичним за змістом дисертації, оформлені у відповідності з вимогами ДАК МОН України.

Дисертація Семинської О.О. є закінченим науковим дослідженням, яке за всіма критеріями відповідає вимогам ДАК МОН України і відповідає профілю спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. Здобувач заслуговує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за цією спеціальністю.

Провідний науковий співробітник
Інституту загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України,
д. х. н., ст. н. с.

Ю. С. Дзязько

Підпис Ю.С. Дзязько засвідчую

Вчений секретар
Інституту загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України,
к.х.н., ст.н.с.



Л.С. Лисюк