

## ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу

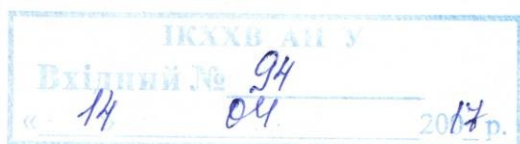
**КОРЖА ЄВГЕНА ОЛЕКСАНДРОВИЧА**

«СОРБЦІЯ ТА БІОСОРБЦІЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ РЕЧОВИН НА АКТИВОВАНОМУ ВУГІЛЛІ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЇХ ВИЛУЧЕННЯ З ВОДИ», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Збільшення обсягів фармацевтичних відходів в Україні вимагає негайного втручання в існуючі очисні процеси, адже останні побудовані більше ніж 50 років тому та не пристосовані до очищення стічних вод від фармацевтичних відходів. В результаті у навколишнє середовище потрапляє велика кількість фармацевтичних речовин разом зі стічними водами фармацевтичних підприємств, медичних та комунальних закладів. Навіть у дуже низьких концентраціях (на рівні  $\text{нг/дм}^3$ ) ці відходи залишаються небезпечними і можуть спричиняти непередбачувану біологічну дію через взаємодію однієї речовини з іншою. Виходячи з цього, становиться зрозумілим, що неочищені стічні води вищезазначених підприємств несуть велику загрозу для здоров'я мешканців України.

Отже, дисертаційна робота Коржа Євгена Олександровича «Сорбція та біосорбція фармацевтичних речовин на активованому вугіллі для ефективного їх вилучення з води» є вкрай актуальною, яка розглядає можливість глибокого очищення стічних вод медичних закладів від фармацевтичних речовин перед їх надходженням до міських очисних споруд методами сорбції та біосорбції на активному вугіллі з метою видалення мікроконцентрацій таких небезпечних та токсичних речовин, як хлор- та нітрофеноли, пестициди та поверхнево-активні речовини.

Про актуальність теми дисертації свідчить також її виконання в рамках наукових програм і проектів: «Створення біосорбційної технології



глибокого очищення води від токсичних органічних домішок і методів відновлення сорбційної здатності сорбентів»; «Розробка технологічних засад одержання гібридних сорбентів багатоцільового призначення на основі відпрацьованих шламів глиноземного виробництва»; «Розробка нових підходів до оцінки і кондиціонування якості води», в яких дисертант був виконавцем і які пов'язані з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки – раціональне природокористування та нові речовини і матеріали.

Метою дисертаційної роботи Є.О. Коржа було встановлення закономірностей сорбції і біосорбції фармацевтичних речовин на активованому вугіллі в рівноважному, кінетичному та динамічному режимах для визначення умов їх ефективного вилучення з води. Оригінальним підходом для досягнення поставленої в дисертації мети було поєднання процесів сорбції та біодеструкції фармацевтичних речовин на попередньо інокульованому біомасою активованому вугіллі.

Дисертація являє собою логічне завершене наукове дослідження. Вона складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури з 151 найменувань та трьох додатків на 3 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 147 сторінок друкованого тексту. Дисертація містить 31 таблицю та 37 рисунків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету дослідження, відображено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також відокремлено особистий внесок здобувача.

Перший розділ містить відомості щодо джерел забруднення вод фармацевтичними речовинами, літературні дані стосовно концентрацій фармацевтичних речовин у поверхневих водах, стічних та очищених на міських очисних спорудах водах різних країн світу та присвячений огляду існуючих методів очищення води від фармацевтичних речовин, серед яких більш детально розглянуто адсорбційні методи очищення. Оцінено доцільність застосування біосорбційного очищення та визначено мету та наукові задачі дослідження.

В другому розділі наведено характеристику об'єктів досліджень та методики їх проведення.

Третій розділ присвячений дослідженню рівноваги та кінетиці адсорбції фармацевтичних речовин різної хімічної природи на активованому вугіллі різної пористої структури. Експериментально визначено ізотерми сорбції фармацевтичних речовин на активованому вугіллі та встановлено ефективність їх адсорбції у вигляді рядів. Проведено екстраполяцію ізотерм адсорбції досліджуваних фармацевтичних речовин за допомогою моделей Ленгмюра, Фрейндліха, БЕТ, Редліха-Петерсона та Дубініна-Радушкевича. Досліджено кінетику адсорбції фармацевтичних речовин на обраних марках активованого вугілля, на підставі яких встановлено ряди кінетичної активності фармацевтичних речовин при адсорбції на активованому вугіллі. Оцінено адекватність застосування дифузійних та хемосорбційних моделей для опису кінетики адсорбції фармацевтичних речовин на активованому вугіллі.

В четвертому розділі представлено результати дослідження по деструкції фармацевтичних речовин спеціально адаптованою біомасою в об'ємі модельного розчину. Представлено кінетику біодеструкції прокаїну та встановлено раціональні умови її проведення. Показано, що для глибокого вилучення прокаїну за запропонованим дисертантом способом сумісного використання активованого вугілля і біомаси вкрай важливим є оптимізація часу контакту і вчасне виведення сорбенту з зони реакції.

У п'ятому розділі обговорюються результати дослідження динаміки адсорбції та біофільтрування фармацевтичних речовин через нерухомий шар активного вугілля та показано важливість адсорбційних властивостей завантаження фільтру, інокуляції шару та резистентності фармацевтичних речовин для глибокого очищення води. В результаті встановлено можливість ефективного біосорбційного очищення води від левамізолу на біосорбенті на основі активованого вугілля та проведена успішна

біорегенерація, яка позитивно вплинула на сорбційні характеристики активованого вугілля.

**Наукова новизна** дисертаційної роботи може бути сформульована у вигляді низки положень:

1. Запропоновано новий підхід до визначення внесків адсорбції та біодеструкції в загальний ефект біосорбції.
2. Встановлено, що для оцінки мікробної активності біоплівки на активованому вугіллі можна використовувати показник активності мембранної АТФ-ази.
3. Показано, що біосорбція призводить до глибокого очищення води від біорезистентних фармацевтичних речовин у порівнянні з біологічним та адсорбційним методами очищення.
4. Встановлено, що між зміною вільної енергії адсорбції фармацевтичних речовин в рівноважних умовах та константами швидкості адсорбції спостерігається зворотна залежність, а кінетична активність фармацевтичних речовин при адсорбції на активованому вугіллі зменшується зі збільшенням ліпофільності молекул фармацевтичних речовин.
5. Показано, що попередня інокуляція активованого вугілля адаптованими мікроорганізмами суттєво підвищує ресурс роботи біофільтра в порівнянні з нативною біоплівкою.

**Практична цінність** роботи полягає в наступному:

1. Розроблено метод контролю біологічної активності в шарі сорбенту за активністю мембранної АТФ-ази.
2. Показано принципову можливість використання адсорбції, біодеструкції та біосорбції при застосуванні систем очищення води від ФР.
3. Для очищення води від суміші фармацевтичних речовин з широким діапазоном молекулярних мас запропоновано використання дво- та тришарових фільтрів на основі мікро- та мезопористого активованого вугілля.

Основний зміст роботи опубліковано у 5 статтях та 4 тезах доповідей, які повністю віддзеркалюють основний зміст дисертації. Роботу апробовано на престижних та показних міжнародних наукових форумах. В цілому робота виконана на високому сучасному науковому рівні, в ній розв'язані актуальні фундаментальні задачі екологічної безпеки водних об'єктів. Зміст автореферату є ідентичним зі змістом дисертації.

Разом з цим до дисертації Є.О. Коржа можна зробити деякі зауваження:

1. Не зовсім зрозуміло вибір марок активованого вугілля для подальших адсорбційного та біосорбційного вилучення фармацевтичних речовин з води, зокрема, багато досліджень було проведено на марці активованого вугілля АА, яка характеризується не досить високими структурно-сорбційними характеристиками. Також, з чим пов'язано використання в главах 4 та 5 тільки марки вугілля КАУ? І чому не проводили біосорбційні дослідження на марці К835?

2. Чим відрізняються процеси сорбції, біосорбції та біодеструкції? Який сенс дисертант вкладає в термін «біологічні сили»? Також не зрозуміло, відбувається чи не відбувається деструкція фармацевтичних речовин в процесі біосорбції?

3. Дисертантом проведена велика робота по визначенню хімії поверхні всіх марок активованого вугілля, зокрема, ТНЗ (стор. 40) . Проте в експериментальній частині вони не згадуються. Отже, навіщо їх визначали, якщо їх не використовували при обговоренні отриманих в роботі результатів?

4. За рахунок яких сил та наскільки міцно тримається біоплівка на поверхні активованого вугілля і чи не відбувається вимивання цієї плівки з поверхні сорбенту під час біофільтрування?

Перелічені зауваження не знижують загального позитивного враження про проведені здобувачем наукове дослідження, тому вважаю, що кваліфікаційна робота Коржа Євгена Олександровича «Сорбція та біосорбція фармацевтичних речовин на активованому вугіллі для ефективного їх вилучення з води» являє собою завершену наукову працю, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову задачу суттєвого значення в галузі екології, а саме, екологічної безпеки стічних вод медичних закладів. Дисертаційна робота за актуальністю обраної теми, обсягом експериментального матеріалу, глибиною його осмислення і обговорення, науковою новизною, обґрунтованістю висновків і рекомендацій, якістю оформлення відповідає «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (постанова Кабінету Міністрів України від 24 серпня 2013 р. № 567), а здобувач заслуговує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

12 квітня 2017 р.

Офіційний опонент

Доцент, кандидат хімічних наук (02.00.11),

доцент кафедри технології неорганічних речовин

та загальної хімічної технології

КПІ ім. Ігоря Сікорського



Т.А. Донцова

|  |                     |
|--|---------------------|
| Національний технічний університет України<br>«Київський політехнічний інститут» |                     |
| <b>Хіміко-технологічний факультет</b>  |                     |
| Підпис   | <i>Донцова Т.А.</i> |
|  | засвідчую           |
| Інспектор:   | <i>Г.А.</i>         |
|  | «13» 04 2017 р.     |