

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Среди Андрія Сергійовича
«ДВОСТАДІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ІНФІЛЬТРАТІВ СМІТТЄЗВАЛИЩ В
АЕРОБНИХ ЛАГУНАХ ТА МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека

Актуальність теми. Сміттєзвалища України на сьогоднішній день є потужними джерелами екологічної небезпеки. Одним із важливих джерел забруднення довкілля в зоні їх впливу є інфільтрати звалищ твердих побутових відходів. На відміну від полігонів ТПВ (які на Україні практично відсутні) звалища не є інженерними спорудами, і відповідно у них відсутні системи збору та утилізації інфільтратів та біогазу, протифільтраційний захисний екран, система збору та виведення за межі сміттевого тіла атмосферних вод, не проводиться технічна та біологічна рекультивация заповнених сміттям ділянок.

На стадії проектування сучасних полігонів ТПВ закладається інноваційна технологія очищення зібраного дренажною системою інфільтрату, продуктивність якої відповідає розрахунковій. В період експлуатації пріоритети у виборі системи очищення інфільтрату залежать від історії експлуатації та технічного стану системи збору інфільтрату. Проблемою є вибір системи очищення інфільтрату на стадії закриття звалищ ТПВ, для яких досить часто неконтрольований витік інфільтрату спричинив до накопичення значних його об'ємів у ставках-накопичувачах. Проблема особливо гостра для України, оскільки звалищ ТПВ, які давно потребують закриття, тут дуже багато, актуальна і для інших країн.

Рецензована дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 177 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 37 рисунками, текст містить 7 таблиць, у бібліографії наведено 143 літературних джерела, дисертація містить 6 додатків.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Екологія та збалансоване природокористування» Національного університету "Львівська політехніка" і виконувалась згідно із тематикою науково-дослідницької роботи кафедри із проблеми «Очищення і утилізація змішаних стічних вод та забруднених водних середовищ біологічними, реагентними, коагуляційно-флотаційними, адсорбційними та фізичними методами», № державної реєстрації 0117U004017. Дослідження проводились в рамках виконання госпдоговірних робіт «Натурні дослідження стану активного мулу на Львівських міських каналізаційних очисних спорудах КОС-II» (замовник ЛМКП «Львівводоканал»), «Лабораторне моделювання очищення інфільтратів твердих побутових відходів в умовах аеробної лагуни» та «Дослідження оптимальних умов реалізації стадії аерації інтегрованого двохстадійного процесу очищення інфільтратів Львівського полігону твердих побутових відходів в лабораторних та натурних умовах».

Наукова новизна отриманих результатів. З ціллю підвищення рівня екологічної безпеки гідросфери дисертантом отримані такі найбільш важливі наукові результати:

1. Вперше встановлено вплив параметрів реалізації процесу (часу затримки інфільтрату в аерованій лагуні, температури, внесення насадкових тіл та періодичності аерації) на ефективність очищення інфільтрату в аерованій лагуні, що дало можливість оптимізувати процес очищення.

2. Вперше досліджені особливості розвитку біоценозу аерованої лагуни, що дозволило прогнозувати розвиток біологічного процесу очищення інфільтрату.

3. Вперше досліджений вплив на склад активного мулу КОС важких металів, які містяться у інфільтратах, що дозволило забезпечити безперервність реалізації процесу доочищення інфільтрату на КОС.

4. Вперше у напівпромислових умовах на прикладі Львівських КОС досліджено особливості біорозкладу, склад газової фази біорозкладу та елементний склад активного мулу після біорозкладу, що дозволило реалізовувати технологічні заходи щодо зменшення екологічної небезпеки від заскладованого активного мулу.

5. Отримали подальший розвиток дослідження особливостей доочищення інфільтрату на міських КОС в статичному та динамічному режимі, що дало можливість встановити необхідну ступінь розбавлення інфільтрату побутовими стоками та підтвердило стабільність процесу доочищення.

Практичне значення одержаних результатів. Результати експериментального дослідження двохстадійного очищення інфільтратів сміттєзвалищ в аеробних лагунах та міських очисних спорудах, описані в дисертаційній роботі та виконані за госпдоговорами № 0543 «Натурні дослідження стану активного мулу на Львівських міських каналізаційних очисних спорудах КОС-П», №0557 «Лабораторне моделювання очищення інфільтратів твердих побутових відходів в умовах аеробної лагуни» та №0558 «Дослідження оптимальних умов реалізації стадії аерації інтегрованого двохстадійного процесу очищення інфільтратів Львівського полігону твердих побутових відходів в лабораторних та натурних умовах» передані для впровадження на комунальне підприємство «Збиранка», яке є оператором Грибовицького сміттєзвалища.

Аналіз даних експериментальних досліджень дав змогу розробити та запропонувати для впровадження спосіб двохстадійного очищення інфільтратів сміттєзвалищ в аеробних лагунах та міських очисних спорудах, на який отримано патент України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень. Наукові положення дисертаційного дослідження, висновки і рекомендації виробництву є достовірними, оскільки базуються на експериментальному матеріалі, зібраному із застосуванням апробованих методик.

Аналіз і оцінка змісту дисертаційної роботи

Зміст вступної частини дисертаційної роботи викладено на 6 сторінках комп'ютерного тексту та відповідає вимогам до вступної частини дисертації,

що представляється на здобуття наукового ступеня кандидата наук. У вступі обґрунтовано актуальність теми, вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, подається мета і завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, відзначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, відомості про особистий внесок дисертанта, публікації та апробації результатів.

Розділ 1. «Огляд літератури» присвячений аналізу наукової та науково-технічної літератури стосовно оцінки екологічної безпеки забруднення гідросфери, технологій очищення господарсько-побутових стічних вод та перспективних технологій очищення інфільтратів сміттєзвалищ, досвіду застосування аеробних методів очищення інфільтратів сміттєзвалищ та полігонів ТПВ. Проведений аналіз технологій утилізації відпрацьованого активного мулу. На основі аналізу цієї інформації сформульовані цілі та завдання досліджень.

Зауваження:

1. Більше уваги у огляді літератури варто було б приділити питанню ефективних методів відтворення сміттєзвалищ та утилізації інших небезпечних чинників цих об'єктів.

2. Слід було акцентувати увагу на екологічній ролі очищення фільтратів сміттєзвалищ.

Розділ 2. «Характеристика об'єкту досліджень. Методи та методики досліджень» містить характеристики матеріалів та об'єктів досліджень, методів та методик проведення експериментальних досліджень, описано експериментальні установки. Запропонована логічно-структурна схема дисертаційних досліджень. Здійснено опис та характеристику Грибовицького (Львівського) сміттєзвалища. Приведена характеристику інфільтратів, які накопичені у ставках-накопичувачах на Грибовицькому сміттєзвалищі та активного мулу КОС. Розроблена та реалізована для Грибовицького сміттєзвалища методика проведення моніторингових досліджень та візуалізації даних цих досліджень. Приведені методика лабораторного моделювання очищення інфільтратів сміттєзвалища в умовах аерованої лагуни, методика дослідження стадії доочищення інфільтрату на КОС та методика досліджень біоценозу, інактивованого у аеробних лагунах. Наведена принципова схема пілотної установки для дослідження анаеробного розкладу відпрацьованого мулу Львівських КОС та методика цих досліджень. Адаптовані до умов досліджень методики аналізу проб (фотометричного визначення амоній-іонів, вимірювання концентрації розчиненого кисню (РК) із використанням киснеміра *sension6™*, йодометричний метод визначення РК, методика аналізування біохімічного споживання кисню, методика дослідження елементного складу активного мулу).

Зауваження:

1. Опис застосованих методик надмірно розлогий. Доцільно було б використовувати для опису стисло характеристику і акцентувати увагу на найважливіших перевагах кожної з них.

2. При описі методик досліджень біоценозу, інактивованого у аеробних лагунах необхідно було вказати, яка є найбільш прийнятною для умов досліджуваного об'єкту.

Розділ 3. «Оцінка ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища» присвячено оцінці ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища. Виділено три потенційних джерела екологічної небезпеки:

1. Сама територія заскладованих твердих відходів разом із збірниками - накопичувачами інфільтратів та спорудами очищення інфільтратів.
2. Територія зберігання кислих гудронів (відходів нафтопереробки), що є власністю ВАТ «Львівський дослідний нафтомастозавод». Проблема їх утилізації чи захоронення залишається актуальною і не вирішеною до сьогоднішнього дня.
3. Господарська діяльність населення (забруднення стоками тваринництва та птахівництва, залишками мінеральних добрив, фекальними стоками, синтетичними мийними засобами).

За умови синергичності впливу цих джерел екологічної небезпеки у загальний розподіл забруднень конкретизувати вплив кожного із джерел складно. Проведений моніторинг стану забруднень гідросфери в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища та їх візуалізація на карті. Дані моніторингу свідчать про значне поширення забруднення амонійним азотом в ґрунтових водах та підземних водоносних горизонтах. Перевищення ГДК змінюється в широких границях: від (274-560) ГДК (в самих інфільтратах) до (1,3 – 93,1) ГДК (в поверхневих та підземних водах). Це викликає необхідність реалізації заходів щодо збору та очищення інфільтратів, що дозволить ліквідувати екологічну небезпеку забруднення навколишнього середовища в зоні впливу сміттєзвалища. Необхідною умовою технічної рекультивації сміттєзвалища є створення кута відкосу, нормативне значення якого для посадки лісу, чагарників та дерев - не більше 18° , і який на сучасний день значно більший.

Зроблено висновок, що збір та очищення інфільтратів є пріоритетною проблемою Грибовицького сміттєзвалища на даний час. Оскільки на стадії спорудження сміттєзвалища не було приділено уваги створенню геологічного бар'єру та фільтратозбірної системи, проблема забруднення ґрунтових вод є значною. В дисертації показано, що вирішення проблеми впровадження інноваційних технологій управління ТПВ можливе лише за умови комплексного підходу: створення умов для проведення технічної та біологічної рекультивації існуючого сміттєзвалища; забезпечення функціонування системи заходів з ціллю попередження забруднення довкілля; побудова нового полігону ТПВ, який би відповідав показникам українських нормативних документів та директив Євросоюзу; створення ефективних сміттєпереробних комплексів із використанням існуючих передових технологій.

Зауваження:

1. При вивченні ідентифікації джерел екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища не враховані техногенні та ландшафто-трансформуючі чинники.

2. Розроблення системи заходів для ліквідації екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища слід було представити у вигляді блок-схеми чи почергового алгоритму дій.

Розділ 4. «Дослідження стадії попереднього очищення інфільтратів сміттєзвалищ в аерованих лагунах». Приведені результати досліджень стадії попереднього очищення інфільтратів сміттєзвалищ в аерованих лагунах. Стадія реалізується безпосередньо на території сміттєзвалища у геореакторі – водній лагуні, обладнаній системою аерації. У дослідженнях оптимальних параметрів реалізації стадії встановлювались як особливості процесу в статичному режимі так і в динамічному (безперервному) режимі очищення, за умови безперервного або періодичного відбору із геореактора порції очищеного інфільтрату та добавлення еквівалентної кількості неочищеного інфільтрату. Для першого (статичного) досліджуваного режиму встановлювалась кінетика зміни параметрів процесу та динаміка очищення від забруднень, залежність процесу очищення від витрати повітря аерації, можливість використання для інтенсифікації очищення внесення свіжих порцій активного мулу, вилученого із стадії аеробного очищення муніципальних стічних вод на КОС. Для другого (динамічного) режиму досліджень встановлювалась залежність ефективності очищення інфільтрату від часу його затримки в геореакторі, від температури, від внесення в систему насадкових тіл для іммобілізації на них біоценозу, від періодичності аерації. Саме результати цих досліджень дозволяють прогнозувати рівень очищення за різних параметрів навколишнього середовища та різних параметрів реалізації процесу. Окремі дослідження проведені для встановлення особливостей розвитку біоценозу аерованої лагуни.

Дослідження статичного режиму аеробного очищення виконували в лабораторних умовах на установці, яка моделювала умови аерованої лагуни, за такою методикою. В колбу заливався інфільтрат Грибовицького звалища, відібраний із ставка-накопичувача в кількості 4 л. Через лабораторний аератор в нижню частину колби подавалось повітря із витратою $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$. Початкові параметри інфільтрату: концентрація розчиненого кисню (C_{PK}) – $1,87 \text{ мг}/\text{дм}^3$; рН – 8,64; концентрація іонів амонію – $900 \text{ мг}/\text{дм}^3$; хімічне споживання кисню – $11000 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3$. Для статичного режиму досліджень протягом всього циклу досліджень рН розчину монотонно зростав від 8,64 до 9,47. Для концентрації розчиненого кисню в інфільтраті спостерігаються екстремуми (на перший та дев'ятий день), що може бути пов'язано із періодами інактивації біоценозу, який забезпечує біологічне очищення інфільтрату в аеробних умовах. Аналіз результатів досліджень очищення інфільтрату (рис.3) свідчить, що за період 16-денного циклу вдалось досягти зменшення ХСК майже в 2 рази і зменшення концентрації іонів амонію більше, ніж у 3 рази. Проте в реальних умовах ставити ціллю очищення до цих максимальних рівнів недоцільно, оскільки це зв'язаного із значними матеріальними та енергетичними затратами.

Дослідження залежності динаміки очищення інфільтрату від витрати повітря аерації показало, що в умовах лабораторної установки навіть мінімальні показники аерації дозволяють забезпечити необхідну ступінь біологічного окиснення забруднень. Встановлена експериментально автотрофність процесу очищення інфільтратів у відношенні добавки активного мулу КОС із початком процесу свідчить про те, що біологічна культура, яка бере участь у очищенні і яка інактивується в системі, відмінна від біоценозу КОС. Внесений штучно біоценоз КОС не бере участь в очищенні інфільтрату і відмирає у невласливих та нежиттєздатних для нього умовах. Очищення починається після інактивації нового біоценозу, який і забезпечує необхідні умови очищення.

Зауваження:

1. Потребує додаткового пояснення один із висновків розділу – «Дослідження залежності динаміки очищення інфільтрату від витрати повітря аерації показало, що в умовах лабораторної установки навіть мінімальні показники аерації дозволяють забезпечити необхідну ступінь біологічного окиснення забруднень».
2. Не ясно, яким чином вибрано геометричні параметри облаштування аеробної лагуни на Львівському (Грибовицькому) звалищі ТПВ.

Розділ 5. «Дослідження стадії доочищення інфільтратів сміттєзвалищ на міських КОС». Приведені результати досліджень стадії доочищення інфільтратів сміттєзвалищ на міських КОС. У відповідності із запропонованою двохстадійною технологією інфільтрати після попереднього очищення в умовах аерованої лагуни безпосередньо на сміттєзвалищі направляються на КОС, де проходить розбавлення їх міськими каналізаційними стоками і остаточне доочищення. На відміну від попередньої стадії, яка вводиться вперше, доочищення на КОС проводиться за існуючою технологією на існуючому обладнанні. Тому у цьому випадку не стоїть завдання встановлення оптимальних режимів реалізації процесу. Важливим є встановлення таких параметрів розбавлення інфільтратів, які б не погіршили функціонуючий процес очищення. Одночасно необхідно перевірити ризик концентрування важких металів у активному мулі КОС. У випадку, якщо ці умови виконуються, не потрібно проводити пошуки будь-яких шляхів оптимізації процесу – завдання очищення інфільтратів можна вважати виконаним.

Дослідженнями у статичному режимі встановлено, що для досліджуваних кратностей розбавлення тільки у випадку кратності розбавлення фільтрату $M=10$ концентрація амонійного азоту в суміші перевищує граничну норму для скиду в каналізацію. Тому ця кратність розбавлення недопустима для застосування в реальних процесах очищення. За значення кратності розбавлення інфільтрату міськими стічними водами $M=1000$ досягається максимальне значення ефекту очищення і для іонів амонію, і для ХСК. Слід зазначити, що досліджувалось очищення інфільтратів, які не проходили попереднього очищення в аерованій лагуні (яка на сьогоднішній день не обладнана), і відповідно концентрації забруднень у такому інфільтраті вищі, ніж ті, які будуть у попередньо очищеному. У випадку доочищення попередньо очищених інфільтратів у аерованій лагуні ця кратність розбавлення буде ще

меншою. Тому приймати на практиці кратність розбавлення інфільтратів міськими стоками більшою за $M=1000$ недоцільно.

Запропонована схема двостадійного очищення інфільтратів сміттєзвалищ дозволяє ефективно проводити очищення інфільтратів із попереднім очищенням в умовах аерованої лагуни на території сміттєзвалища, транспортуванням інфільтрату трубопроводом «сміттєзвалище – міські КОС», розбавленням його міськими каналізаційними стоками і доочищенням на міських КОС. Інфільтрати збираються у ставку – накопичувачу, який одночасно служить аерованою лагуною. Для цього він обладнується системою аерації згідно із розрахованою необхідною встановленою потужністю і екранується захисним екраном за відомими технологіями.

В аерованій лагуні проходить біологічне аеробне окиснення органічних забруднень та амонійного азоту. Реалізується постійний притік і відбір інфільтратів за умови забезпечення необхідного періоду перебування інфільтрату в реакторі. Відбір інфільтрату здійснюється насосною станцією, через встановлений трубопровід «сміттєзвалище – міські КОС» інфільтрат перекачується в блок змішування КОС де в заданій пропорції змішується із комунальними стоками і в суміші потрапляє на доочищення на міські КОС.

Зауваження:

1. Твердження про перспективи утилізації відпрацьованого активного мулу Львівських КОС шляхом виробництва біогазу потребують пояснень у напрямі використання передового досвіду іншими країнами.
2. Не проведені розрахунки з виділення біогазу та еколого-економічних показників.

Завершується дисертаційна робота висновками, які впливають з результатів проведених досліджень та є обґрунтованими і достовірними, мають наукове і практичне значення.

Загалом, відзначені зауваження не знижують наукову цінність дисертаційної роботи, а отримані в дисертації результати є науково обґрунтованими і в сукупності вирішують важливу наукову задачу, пов'язану з очищенням фільтратів, які утворюються із Львівського міського сміттєзвалища. Експериментальні дані оброблені за допомогою сучасних математичних методів. Оформлення представленої дисертаційної роботи проведено згідно встановлених вимог. Зміст дисертації відповідає спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», за якою вона подана до захисту, а зміст автореферату відображає основні положення дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, викладені в працях здобувача, які в достатній кількості опубліковані у фахових виданнях.

Вважаю, що за змістом, рівнем виконання і оформленням дисертаційна робота "Двостадійне очищення інфільтратів сміттєзвалищ в аеробних лагунах та міських очисних спорудах" відповідає пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а її автор Середа Андрій Сергійович заслуговує

присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, доцент,
(наукова спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека),
начальник кафедри екологічної безпеки
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності
Державної служби України з надзвичайних ситуацій

В. В. Попович

