

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Ремез Наталі Сергіївни
на дисертаційну роботу Нестера Анатолія Антоновича "Наукові основи
підвищення рівня екологічної безпеки гальванічного виробництва",
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 21.06.01 "Екологічна безпека"

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Ріст потреб населення та держави призвели до активного розвитку науки, техніки та разом з тим породили комплекс небезпек для здоров'я людини та навколишнього середовища. Дія антропогенних чинників та природних небезпек, створюють проблеми та підвищують рівень екологічної небезпеки.

На сьогоднішній день в нашій державі накопичено 25 млрд. тон твердих промислових відходів, які займають площу 1600 км² або рівну п'ятій частині площі Чернівецької області. Існуючі технології очищення стічних вод не можуть забезпечити утилізацію відходів і вони погіршують стан довкілля.

Негативним фактором, що позначається на якості природних вод, є низька ефективність наявних очисних споруд. Зокрема, незадовільно працюють ті централізовані біологічні очисні споруди, де велика частка води припадає на промислові стічні води, які надходять на каналізаційні очисні споруди без попереднього очищення на локальних очисних спорудах підприємств.

Стан водопостачання та водовідведення в Україні за 2015-2019 роки свідчить, що забір води зменшується і головною причиною є спад виробництва. В той же час велика кількість вод скидається недостатньо очищеними та створюють екологічні проблеми (952 млн.м³ в 2018 р).

Все це говорить про те, що водні екосистеми України зазнають постійного зростаючого антропогенного навантаження, і це незважаючи на зниження обсягів промислового виробництва взагалі, так і виготовлення друкованих плат. Це зумовлено незадовільним станом очисних споруд різних об'єктів господарської діяльності, що супроводжується зростанням об'ємів неочищених забруднених стоків.

В даний час гостро стоять проблеми очищення води від іонів важких та кольорових металів в гальванічних виробництвах та у виробництві плат. Найбільш поширені реагентні технології вилучення цих металів з води не забезпечують необхідної ефективності очищення води для її повторного використання, призводять до утворення і накопичення токсичних шламів, які продовжують накопичуватись на територіях як діючих підприємств колишнього СРСР, так і заново утворених. Не вирішеним залишається питання утилізації регенераційних розчинів, що утворюються при застосуванні іонообмінних технологій, які дозволяють створювати замкнені системи водокористування в гальванічних виробництвах

Саме тому завдання підвищення рівня екологічної безпеки територій підприємств та регіону є надзвичайно актуальним.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у роботі. Автором, на основі аналізу міжнародного та вітчизняного досвіду в галузі оцінювання рівня екологічної безпеки,

обґрунтовано та виконано необхідні експериментальні дослідження та теоретичні узагальнення. Адекватність експериментальних досліджень теоретичним моделям підтверджується задовільними статистичними оцінками відхилень експериментальних залежностей від теоретичних, значною базою фактичних даних. Достовірність результатів підкріплено застосуванням сучасної вимірювальної техніки та відтворюваністю експерименту. Отримані автором результати корелюють із результатами інших авторів. Враховуючи це, ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, розроблених автором, не викликає сумнівів.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. Сформульовані у дисертації елементи наукової роботи відповідають паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. Зокрема, другому пункту: «розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину», третьому пункту: «удосконалення наявних, створення нових, екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля. Екологічний аудит, екологічний менеджмент», четвертому пункту: «вивчення екологічної обстановки навколо атомних, теплових електростанцій, гірничовидобувних підприємств, інших небезпечних об'єктів; обґрунтування й здійснення заходів для поліпшення цієї обстановки.» та шостому пункту напрямів дослідження: «обґрунтування наукових засад безпечного видобування, зберігання, технологій переробки, транспортування, захоронення, знешкодження радіоактивних та інших шкідливих речовин. Розроблення, вдосконалення методів контролю та заходів захисту від радіоактивних та інших шкідливих речовин».

Мета, об'єкт, предмет та завдання виконаного дослідження також узгоджуються із формулою спеціальності, яка направлена на «пошук та створення за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою».

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі Нестера А.А. розвинуто наукові основи екологічної безпеки. Наукові висновки дисертації ґрунтуються на викладених в розділах 2 – 5 теоретичних, експериментальних та розрахункових даних. Після аналізу матеріалів дисертації можна відзначити новизну таких результатів:

вперше:

– удосконалено та створено нове екологічно безпечне устаткування для проведення технологічних процесів, що забезпечують додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля;

– обґрунтовано та досліджено вплив та прогноз забруднення ґрунтів та порід на території складування солей від стічних вод виробництва плат та гальваніки, який показав що через 1 рік після засипки верхній шар ґрунту товщиною в 0,5 м перейде в категорію слабо засолених;

– обґрунтовано наукові засади використання екологічно безпечної технології використання міді виділеної зі стічних вод, зменшення складування за цей рахунок шлаків на 2000-2100 кг в місяць та дає до 1000 кг мідної сировини на

одній установці, досліджено параметри металу виділеного з стічних вод та розроблені математичні моделі металізації плат з відпрацьованих розчинів без скидів стічних вод у навколишнє середовище, що дозволило досягнути покращення результату розрахунку сумарного індексу небезпеки шламу виробництва плат та гальваніки більше ніж в 5 раз (з 0,012 до 0,061);

– встановлено, що при використанні нової запропонованої технології обробки стічних вод поліпшуються показники розрахунку сумарного індексу небезпеки шламу, та створюються передумови до поліпшення екологічної обстановки в районі гальванічного виробництва (сумарний індекс небезпеки шламу замість існуючого значення 0,7575 для окремого підприємства став відповідно 100).

– обґрунтовано можливість використання електрохімічних методів для визначення товщини покриттів оловом на мідній основі, що дозволяє автоматизувати процес виготовлення плат без скидів відпрацьованого розчину, а відтак-без утворення шламів та дозволяє здійснювати моніторинг всіх етапів процесу утилізації відходів і забезпечує її інтегрування у загальну систему забезпечення екологічної безпеки;

– удосконалено підходи до використання установок з псевдозрідженим шаром струмонепроводящих частин для очищення промивних стічних вод з малими концентраціями шкідливих речовин в межах з 3 до 0,002-0,005 г/л, використання яких запобігає формуванню високотоксичних речовин і сприяє забезпеченню екологічної безпеки;

– удосконалено методологію досліджень і випробувань для поширення застосування екологічно прийнятних рішень при виконанні гальванічних робіт та використанням осадів вод очисних каналізаційних споруд для збагачення родючості полів;

отримав подальший розвиток:

– науковий підхід до створення математичної моделі процесу фільтрування стічних вод з постійною і змінною концентрацією домішок через пористі середовища із спадною швидкістю, що дозволяє мінімізувати негативний вплив рідких скидів у водні об'єкти та утворення шламів до 1кг/добу з розрахунку скидів стічних вод 1раз в 2-3 місяці;

Перелік охоплює аналіз, систематизацію та опрацювання інформації про характеристики забруднення довкілля, об'єктів утворення і перероблення відходів, статистичну та регіональну інформацію про відходи, моделювання та прогнозування їх забруднень, що дасть змогу значно підвищити рівень екологічної безпеки регіону.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному.

Розроблені і практично реалізовані дієві методи управління екологічною безпекою об'єктів виготовлення плат та гальваніки, спрямовані на раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля.

Установки та окремі лінії, розроблені на основі досліджень, захищені патентами України, забезпечені конструкторською документацією та можуть поставлятися промисловим підприємствам, що дозволить різко зменшити скиди в навколишнє середовище та сприяє забезпеченню екологічної безпеки (копії патентів представлені в додатку).

Розроблені рішення системи управління екологічною безпекою та процесу утилізації відходів можуть бути використані при розробці систем поводження з шкідливими речовинами в різних регіонах України.

Розроблено математичну модель процесу фільтрування, яка послужить для подальшого розвитку теорії фільтрування та її застосування в реальних умовах. Застосування фільтраційних схем дозволить зменшити забруднення водних ресурсів і зовнішнього середовища, що забезпечить підвищення екологічної безпеки.

Впровадження результатів дослідження підтверджено відповідними актами.

Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях.

Дисертація є завершеною науковою роботою, що містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, список використаної літератури та додатки. Текст викладено на 342 сторінках машинописного тексту, з яких 279 – основна частина. Матеріали дослідження ілюстровано 85 рисунками та подано у 73 таблицях. Бібліографічний список містить 325 найменувань.

У **вступі** аргументовано показано актуальність теми дисертаційної роботи, подано загальну її характеристику, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження.

Перший розділ присвячено огляду та критичному аналізу патентної та науково-технічної вітчизняної та зарубіжної літератури, подано загальну характеристику водних розчинів та електролітів, які використовуються у виробництві друкованих плат, утворення шламів, виконано критичний аналіз схем утилізації, що працюють в різних умовах їх експлуатації та негативний вплив відходів. Приведені розрахунки утворення кількості шламів при виробництві плат. Проведено вибір напрямків підвищення екобезпеки довкілля. В розділі приведені данні про використання води, забруднення атмосфери, накопичення відходів від діяльності підприємств, що утворюють загрозу навколишньому середовищу.

На підставі проведеного розгляду техногенного тиску на довкілля України можна зробити висновки, що утилізація розчинів, шламів дозволяє скоротити викиди зважених речовин в атмосферне повітря, зменшити їхні приземні концентрації та уникнути забруднення ґрунтів, що сприяє зниженню рівня екологічної небезпеки при складуванні шламів на підприємствах.

Тому нині зростає вагомість досліджень, спрямованих на пошук інтегрованих моделей управління промисловими відходами з врахуванням місцевих умов та критеріїв економічної ефективності.

На основі виконаного аналізу сформульовано мету, об'єкт, предмет та завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі проведена оцінка ризику екологічної небезпеки на підприємстві виробництва плат та гальваніки досліджена за умови використання методу експертних оцінок. Досліджено вплив техногенних елементів на стан навколишнього природного середовища та інженерні шляхи підвищення екобезпеки довкілля. Для проведення цих досліджень використано положення теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ та для прогнозного розрахунку застосовано аналітичне (фундаментальне) рішення Карслоу-Егера. Розглянуто моделі поширення забруднень в ґрунтах від забруднення шламами гальванічних відходів.

На базі декількох підприємств України проведені дослідження та оцінювання ризику від аварійних ситуацій під час зберігання гальванічних відходів. Дослідження показали, що для пріоритетних забруднювальних речовин відходів гальванічного цеху, зокрема, для кадмію, нікелю, свинцю, хрому: індекс небезпеки $HI > 1$ і такий рівень ризику є неприйнятним, а забруднювальні речовини, які містяться у гальванічному шламі і надійшли в об'єкти довкілля внаслідок аварійної ситуації, негативно вплинуть на здоров'я людини.

В цьому ж розділі представлено об'єкти та методи дослідження. Об'єктами дослідження були стічні води різних промислових підприємств виробників друкованих плат, гальваніки та виділений метал. В розділі приведені основні методи дослідження процесів вилучення металів із стічних вод та розчинів, які подаються на відновлення, процесу введення корегуючих речовин в відпрацьований водний розчин травлення друкованих плат, зазначено методики корегування величин рН та Eh при проведенні досліджень, описано методики дослідження та удосконалення контролю параметрів технологічного процесу обробки стічних вод.

У третьому розділі досліджено питання формування екологічної небезпеки в техносфері міста. Моніторинг стану екологічної небезпеки підприємств та промислової зони міста дозволили: встановити на прикладі техногенно навантаженої соціально-економічної зони реальний стан екологічної небезпеки; визначити за результатами експериментальних досліджень найбільш впливові чинники управління екологічною безпекою; розробити конкретні технічні та організаційні рішення для зменшення впливу на людей та довкілля джерел екологічної небезпеки.

В подальшому третій розділ присвячено детальному дослідженню та вивченню процесу введення корегуючих речовин в відпрацьований водний розчин для підтримання технологічних параметрів розчину та забезпечення роботи без скидів на очисні споруди, а значить, без утворення шламів.

Проведені дослідження установок присвячено питанням, пов'язаним з захистом доріжок друкованих плат в єдиній автоматизованій лінії, яка дає можливість підвищеної продуктивності та зменшенню впливу на навколишнє середовище.

У четвертому розділі виконано дослідження екологічного аудиту щодо об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, яким встановлено, що до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки можна віднести підприємства з гальванічними цехами та цехами виробництва друкованих плат. Зростання обсягів шкідливого виробництва і накопичення екологічно - небезпечних відходів виробництва, вплив його на природне середовище, загроза виникнення техногенних аварій висвітлює проблеми, ставить задачі вдосконалення економічного механізму забезпечення екологічної безпеки на підприємствах, які мають екологічний та техногенно-небезпечний характер.

Ці підприємства потребують постійної уваги для обмеження негативного впливу об'єктів підвищеної екологічної небезпеки на стан довкілля. Тому на основі проведених досліджень представлена створена технологічна схема пристрою відновлення водного розчину з використанням пристрою подачі аміаку в регенератор.

Цей же розділ присвячений дослідженням, які мали за мету визначити процеси та їх особливості для технологій, пов'язаних з необхідністю металізації заготовок друкованих плат при електрохімічному та комбінованому способах їх виготовлення та зменшенню скидів важких металів.

В розділі представлені результати досліджень міді, виділеної з відпрацьованого травильного розчину, які дозволяють повторне використання розчину в робочому процесі без скидів на внутрізаводський полігон шламів

У п'ятому розділі подано дослідження фільтрування відпрацьованих водних розчинів, які проходячи процес регенерації повинні направлятись на подальше використання в технологічний процес. Через 1-1,5 місяця безперервної роботи в нижній частині травильного модуля стали накопичуватися різні речовини із плат і бруд, які вели до забруднення розчину. Бруд, накопичений на елементах процесу, веде до погіршення якості плат і, як наслідок, частину розчину доводиться зливати та приймати рішення про його нейтралізацію, тобто йде процес погіршення екологічного стану в районі виробництва. Тому виникла необхідність встановлення фільтрів для очищення відновлених розчинів. Фільтрування через пористі середовища є одним з найбільш ефективних способів рішення різноманітних проблем, пов'язаних з вилученням з рідин завислих і колоїдних часточок, а також домішок молекулярного й іонного ступеня дисперсності. Для впровадження цього ефективного способу подовження експлуатації розчину та зменшення шкоди, яка наноситься довкіллю, вивчалися процеси та особливості фільтрування рідин із змінною концентрацією домішок фільтрами, що функціонують за законами, прийнятими в узагальненій моделі Шехтмана, а також фільтрування через пористі середовища із спадною швидкістю.

У шостому розділі наведені рекомендації з підвищення екологічної безпеки на основі проведених досліджень. Принципова схема зменшення шкідливої дії на навколишнє середовище, здоров'я людини та підвищення екологічної безпеки від застосування розроблених рішень представлено відповідними схемами. В розділі наведені конструктивні та технологічні схеми, розроблених на основі проведених досліджень, апаратів очищення стоків стічних та промивних вод та результати апробації їх в умовах підприємств.

Результати розрахунку сумарного індексу небезпеки шламу виробництва плат та гальваніки для одного з підприємств склали величину 0,012, а після впровадження досягли величини 0,061 за рахунок того, що при місячній однозмінній роботі на склад попаде 2000-2100 кг шламів, а після впровадження менше 1 кг шламів в день.

Проведений розрахунок показав зростання сумарного індексу небезпеки та досягнута величина $0,061 < 2$.

В цьому ж розділі наведено економічний ефект від впровадження нового обладнання який досягне більше 2млн грн, та дасть можливість покращити стан навколишнього середовища в місцях дії підприємств

Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та вимогам Атестаційної колегії МОН України. Мова і стиль викладення тексту дисертації та автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

Шляхи використання наукових та практичних результатів роботи і

ступінь їх реалізації. Практичні рекомендації щодо реалізації наукових положень роботи відображені в документації на обладнання для відновлення відпрацьованих травильних розчинів та впроваджені рядом підприємств. Наукові та практичні результати дисертаційної роботи впроваджено в кафедральну науково-дослідну роботу, та у навчальний процес Хмельницького національного університету в нормативних дисциплінах “Основи екології та промекології”, “Охорона праці та утилізація відходів”.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 79 наукових працях, у тому числі: 28 робіт опубліковано в іноземних фахових журналах, та 26 статей в фахових журналах, що входять до переліку, затвердженого ВАК України, видано 2 монографії: “Стічні води підприємств та їх очищення”, “Очистка стічних вод виробництва друкованих плат”, 33 публікації у збірниках матеріалів та доповідей українських та міжнародних науково-технічних конференцій. По темі дисертації одержано 3 патент України. Поданий у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення, представлені у дисертації.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Дисертаційна робота є одноособово створеною оригінальною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

1. Доцільно було навести в дисертаційній роботі показники якості водного середовища в районах діяльності підприємств.
2. Не достатньо повно висвітлена методологія побудови установки фізичної десорбції періодичної дії для водного мідно-лужного розчину.
3. Було б доречно більш чітко зазначити переваги розробленої системи регенерації над вже існуючими конструкціями.
4. Твердження про те, що пори ґрунту складають 0,4 хибне, вони можуть бути від 0,002 до 0,5 для різних типів ґрунту. Тому при чисельному дослідженні фільтрації забруднюючих речовин в ґрунт і прогнозуванні засоленості через деякий час було б цікаво розглянути різні типи ґрунтів (п.2.3.1).
5. У формулі (4.21) не зрозуміле значення коефіцієнта K_1 .
6. В роботі проведено модифікацію моделі Шехтмана, що дозволяє враховувати існування стану граничного завантаження осадам, концентрацію домішок, що надходять на вхід фільтру (ф-ли 5.4 – 5.6), але при розрахунках фільтрування для очищення промивних, стічних вод застосовувались лінійзовані моделі що звужую отримані результати.
7. У тексті дисертації є окремі стилістичні неточності викладу матеріалу.

Однак наведені зауваження не впливають на результати дисертаційного дослідження.

Загальний висновок

Автором виконано ґрунтовне дослідження наукового завдання, розглянуто широкий спектр розроблених підходів і детально проаналізовано їх недоліки. Дисертаційну роботу Нестера А.А виконано на належному науковому рівні. Результатом роботи є вирішення важливого науково-практичного завдання – **підвищення рівня екологічної безпеки гальванічного виробництва**. Отримані результати можна розглядати як нові, обґрунтовані і такі, що мають вагомe наукове та практичне значення. Зміст дисертації викладено доступно, аргументовано, стилістично та ґраматично правильно, оформлення охайне, автореферат сформовано відповідно основному змісту дисертації.

Дисертаційна робота відповідає вимогам Положення про порядок присудження вчених ступенів, а її автор Нестер Анатолій Антонович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека».

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри геoінженерії
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського»



Ремез Н. С.

Підпис проф.. Ремез Н.С. затверджую

*Відгук експертного комітета
з.т.н. Ремез Н.С. надійшов до
мечради №26.88004 10.02.21,
Госюке*



Юрмун / Ершаків Р.М.