

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Максименко Олени Аркадіївни

„Удосконалення систем відведення та очищення зливових стоків машинобудівних підприємств для забезпечення екологічної безпеки”,

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Дисертаційна робота загальним обсягом 186 сторінок складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел кількістю 231 найменувань, вміщує 26 рисунків і 20 таблиць.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Поверхневі стічні води (ПСВ), або злизові стоки (ЗС), які утворюються при випадінні атмосферних опадів (чи поливання вулиць) на території виробничих об'єктів та населених пунктів, в Україні є масштабним чинником екологічної небезпеки, особливо гострої для ПСВ з територій машинобудівних підприємств (МБП), площі яких можуть сягати декількох сотень гектарів. Наразі промислові підприємства скидають ЗС у довкілля, практично без очищення. Нормативні документи щодо водовідведення як основні забруднюючі складові ЗС розглядають завислі речовини й нафтопродукти. ПСВ з територій промислових підприємств містять додаткові забруднюючі речовини, що не притаманні ЗС з території житлової забудови: іони важких металів (ІВМ), важкі вуглеводні, СПАР та інші специфічні домішки. Згідно із сучасними вимогами з охорони навколишнього середовища, ПСВ з території МБП слід розглядати як істотне джерело забруднення довкілля, особливо об'єктів гідросфери. Традиційно використовувані механічні методи очищення ЗС, не дозволяють глибоко видалити специфічні домішки ПСВ з територій ЗС й довести їх концентрації до рівня вимог скиду в природні водні об'єкти, що згубно діє на біоту природних водойм, процеси в водоймі та якість води (що особливо небезпечно при використанні водойми як джерела питного водопостачання).

Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки технічно раціональних, екологічно безпечних і економічно доцільних систем захисту природного середовища від забруднення екологічно найнебезпечнішими компонентами, що містяться в ПСВ, які утворюються на територіях МБП.

Актуальність теми дисертаційного дослідження Максименко О.А. підтверджується також й тим, що її робота виконувалась в рамках виконання плану науково-дослідних робіт кафедри охорони праці та навколишнього середовища Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за темою «Організація відведення та очищення поверхневих вод машинобудівних підприємств» (номер 2 держреєстрації 0114U002977, 2014–2015рр.) згідно з науково-технічною програмою Міністерства освіти і науки України, де здобувач була відповідальним виконавцем.



До основних наукових результатів дисертаційного дослідження слід віднести наступне:

- розробку на підставі теоретичних та експериментальних досліджень електрохімічного методу очищення ПСВ із території МБП, що дозволяє організувати процес шляхом дистанційного керування, автоматизувати операції, виключити капітальні витрати на створення хімічного господарства.
- розробку математичної моделі та встановлення закономірностей процесу очищення ЗС МБП методом електрокоагуляції, що дає можливість досягати необхідного ступеня очищення та зменшення екологічно небезпечних впливів на навколишнє середовище.
- удосконалено системи відведення ЗС підприємств шляхом їх розділення на слабо- і сильнозабруднені та систему ефективного очищення останніх за допомогою електрокоагуляції, з можливістю подальшого їх використання у технічному водопостачанні.

Значимість отриманих результатів для практичного використання

Автором на основі аналізу одержаних фактичних даних розроблена та запатентована система відводу ПСВ з території машинобудівного, яка дозволяє мінімізувати негативні екологічний вплив цих стічних вод за рахунок їх розділення за ступенем забруднення. Застосування запропонованого в роботі та запатентованого апарата електрохімічного очищення дає можливість знизити концентрації завислих речовин, нафтопродуктів та іонів важких металів у зливовому стоці підприємств з обмеженими площами й зберігати всі етапи очищення при аваріях. Розроблений метод локалізації та технологічна схема очищення особливо небезпечних поверхнево-зливових стоків для підприємства були впроваджені на підприємствах ПАТ «ФЕД», м. Харків. (акт впровадження від 15.04.2016 р.) та АТ «ХТЗ», м. Харків (акт впровадження від 20.05.2016 р.).

Крім того автором впроваджено матеріали дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес кафедри «Охорони праці та навколишнього середовища» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у лекційних курсах, при проведенні лабораторних робіт та у дипломному проектуванні.

Аналіз основного змісту роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачі, об'єкт і предмет дисертаційного дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення роботи, а також особистий внесок автора дисертації.

Перший розділ присвячено аналізу рівня екологічної безпеки систем збору, відведення і очистки ПСВ з територій промислових підприємств в Україні та за кордоном. Автор за даними науково-технічної літератури дослідила основні екологічної небезпеки, створювані різними компонентами

ПСВ з територій МБП, й відмітила суттєвий негативний вплив цих стічних вод на екологічний стан водних об'єктів та довкілля.

Виконаний аналіз свідчив, що традиційні підходи (механічне очищення) до видалення основних забруднень ПСВ, а тим більш таких специфічних як іони важких металів (ІВМ), неспроможні досягти екологічно безпечного рівня залишкових забруднень для скиду в водні об'єкти. Отже практично усі підприємства України забруднюють навколишнє природне середовище екологічно небезпечними компонентами ЗС з своїх територій. Виявлені проблеми забезпечення екологічно безпечного впливу ПСВ дозволили обґрунтувати необхідність розроблення принципово нових методів та засобів захисту довкілля від екологічно небезпечних ЗС з територій МБП за рахунок удосконалення існуючих та розробки нових технологій їх відведення та очищення.

В другому розділі за допомогою фізико-хімічних методів гідрохімічного аналізу проб, відібраних з затампанованих дощоприймальних колодязів, розташованих в точках, характерних для різних технологічних процесів, визначено, що основними забруднювачами ПСВ підприємства ПАТ «ФЕД» та АТ «ХТЗ» (м. Харків) є завислі речовини, нафтопродукти та іони важких металів. Екологічна небезпека ЗС підприємства визначалася також за допомогою біотестування на *Daphnia magna* Straus. Доведено, що на території МБП утворюються слабо- і сильно-забруднені ПСВ, залежно від характеристики технологічного процесу та часу від початку зливи. Найбільш забруднені іонами важких металів зливові стоки із території цехів з процесами хімічної обробки металів (травлення, гальванічне покриття). Отримані закономірності змінювання концентрацій забруднюючих речовин в динаміці зливи: концентрація завислих речовин та нафтопродуктів у зливовому стоці зростає до максимуму протягом перших 600–1800 с і далі зменшувалась до кінця дощу. Рекомендовано методику розрахунку об'ємів первинних відстійників, яка дозволить значно зменшити площу, що відводиться під будівництво очисних споруд, знизити витрати на їх будівництво й експлуатацію. Для зниження навантаження на загальний стік з території підприємства, запропоновано вилучати максимальну кількість забруднюючих речовин з найбільш концентрованих ЗС і очищені води використовувати повторно. Слабо концентровані стоки запропоновано очищати на локальних очисних спорудах шляхом відстоювання, а потім використовувати на виробництві, або скидати у водний об'єкт. Запропоновано метод комплексного оцінювання забруднення ПСВ МБП, який включає врахування динаміки зміни концентрацій забруднювачів, особливості формування найбільш концентрованих ЗС, та врахування їх токсичності, визначеної за допомогою біотестування.

Третій розділ присвячено дослідженню процесів очистки ПСВ машинобудівних підприємств ПАТ «ФЕД» та АТ «ХТЗ» від іонів важких металів, завислих речовин, нафтопродуктів і ІВМ традиційними та

іноваційними методами до рівня вимог екологічної безпеки. Встановлені основні параметри відстоювання ЗС і визначено, що найбільш інтенсивне очищення ЗС від завислих речовин та нафтопродуктів цим методом відбувається протягом 2– 2,5 годин. Проте ефективність вилучення цих забруднень не перевищує 80% , а ефективність вилучення ІВМ ще нижче – 14,7–27,5 %. Тому пріоритетним напрямком свого дослідження автор обрала вилучення з ПСВ саме солей важких металів. На підставі досвіду кафедри безпеки праці та навколишнього середовища автор дослідила метод електрокоагуляційного очищення ЗС МБП. Дослідження очищення модельних і натурних ЗС підприємства ПАТ «ФЕД» виконували на лабораторній установці за схемою: відстоювання, електрокоагуляція, відстоювання. Проведені дослідження виявили високу ефективність видалення ІВМ електрокоагуляційним методом (в деяких експериментах до 98 %).

В четвертому розділі наведено результати математичного моделювання процесу очищення модельних ПСВ машинобудівних підприємств ПАТ «ФЕД» та АТ «ХТЗ» від іонів важких металів за результатами повного факторного експерименту типу ПФЕ-2³. Порівняльний аналіз значень коефіцієнтів отриманих моделей дозволив зробити висновок, що саме час відстоювання після електрокоагуляції має найбільший вплив на зниження залишкової концентрації солей важких металів у зливових водах МБП. Здійснено чисельне моделювання і визначено, що при збільшенні часу відстоювання можна підвищити ефективність очищення при меншій щільності струму і навпаки. Математична обробка експериментальних результатів методом регресійного аналізу в програмі Statistica дозволила автору отримати залежності залишкових концентрацій іонів важких металів у зливових стоках машинобудівного підприємства ПАТ «ФЕД» від часу відстоювання після електрокоагуляції. Автором визначено оптимальні значення щільності струму й часу відстоювання ПСВ для максимального зниження концентрації солей нікелю, свинцю, міді, цинку та хрому в оброблюваних ПСВ до екологічно безпечного нормативного рівня.

За результатами досліджень рівня екологічної небезпеки та особливостей формування ЗС МБП розроблено принципово нову схему їх відведення, яка базується на роздільному відведенні ЗС: сильнозабруднені – на ЛОС глибокого очищення, а слабозабруднені з «умовно чистих» ділянок – на очищення у відстійниках-накопичувачах. Таке рішення дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки ЗС МБП за рахунок зменшення техногенного навантаження на водні об'єкти при мінімізації площі та витрат на будівництво очисних споруд й підвищенні надійності роботи систем очищення, та поліпшити показники раціонального використання природного ресурсу – води, на підприємстві. На підставі отриманих результатів дослідження розроблено схему очищення ПСВ підприємства, яка включає наступні споруди: грати, пісковловлювачі, первинний відстійник, установку для електрокоагуляційного очищення та відстійник-накопичувач, яка була

врахована при модернізації систем очищення зливових стоків машинобудівних підприємств ПАТ «ФЕД» та АТ «ХТЗ» (м. Харків). Фактичний рівень токсичності ПСВ, оброблених за розробленою схемою, за результатами біотестування на *Daphnia magna* Straus становив 1, що характеризує ЗС МБП як нетоксичні. Автором роботи розроблено апарат електрохімічного очищення, в якому ефективно поєднуються процеси очищення ЗС методами відстоювання та електрокоагулювання, який дозволяє уникнути аварійних ситуацій при перевищенні об'ємом ПСВ об'єму відстійника.

Проведено еколого-економічну оцінку утилізації ЗС машинобудівних підприємств шляхом використання після очищення для технічного водопостачання МБП визначено сума чистого прибутку—та термін окупності проекту.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Максименко О.А. вважаю достатньою. Вона базується на детальному кваліфікованому аналізі широкого кола науково-технічних джерел, чіткому й логічному визначенні досліджуваної проблеми та постановки мети і задач дослідження, залученні великої кількості даних натурних та лабораторних вимірювань, математичному моделюванні, коректному формулюванні висновків. Результати натурних випробувань підтвердили обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Результати досліджень автора пройшли широку апробацію на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях, що свідчить про достатній рівень поінформованості українських й зарубіжних науковців та фахівців щодо виконаних **Максименко О.А.** наукових і практичних розробок.

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 29 наукових праць, серед них: 1 монографія, 6 публікацій у спеціалізованих виданнях, що входять до переліку МОН України (в тому числі 1 стаття у виданні, яке входить до міжнародної наукометричної бази SCOPUS і 1 стаття у виданні, яке входить до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), 2 патенти України, 18 тез доповідей на наукових конференціях.

Достовірність отриманих результатів

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок дослідницьких задач, застосуванням стандартних процедур математичного аналізу. Здобувач проводив дослідження, використовуючи сучасне обладнання і нормативні методики, які застосовують для контролю складу стічних вод в Україні. Достовірність запропонованих методів розрахунку перевірена шляхом зіставлення розрахункових і дослідних значень. Задовільна їх збіжність свідчить про достовірність і надійність отриманих результатів.

Методичний рівень проведених досліджень

Достатній ступінь достовірності та обґрунтованості наукових висновків та рекомендацій, що отримані автором, підтверджується застосуванням сучасних методів проведення вимірювань й іспитами.

Редакційний аналіз

Дисертація оформлена відповідно до вимог МОН України.

Відповідність тексту автореферату і дисертації

Зміст автореферату та основні положення дисертації ідентичні.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В підрозділ 1.1 досить мало уваги приділено ЗС зимнього сезону – снігу, який володіє значно більшою адсорбційною здатністю до забруднень, ніж ЗС літнього сезону – дощ.
2. Серед важливих переваг загальносплавної системи водовідведення не згадано підвищення рівня надійності бетонних каналізаційних колекторів в результаті мінімізації корозійних процесів, викликаних біогенною сірчаноокислотною агресією.
3. В табл. 2.1 і табл. 3.1 для оцінки рівня екологічної небезпеки виявлених забруднень треба було б навести їх ГДК в стічних водах при скиді в природні водні об'єкти (тим більш, що за тестом в підрозділі 3.1 вони згадуються) і за кратністю перевищення цих ГДК визначити найбільш небезпечні забруднення даного виду стічних вод і найнебезпечніші ділянки утворення ПСВ.
4. В дослідженнях, щодо ефективності відстоювання ПСВ (підрозділ 3.4) для розрахунку параметрів споруд для відстоювання бажано враховувати об'єми утворюваного осаду, які не вказані в матеріалах підрозділу.
5. Матеріали табл. 3.9 потребують більш детального обговорення, оскільки залишкові концентрації нафтопродуктів, Zn, Cu, Ni, Pb перевищують ГДК для скиду в водні об'єкти. В представлених матеріалах розділу 3 замало даних статобробки.
6. Назва 4 розділу «Розробка технологічних рішень покращення екологічної безпеки.....» потребує редагування. При обговоренні раціональних схем відведення стоків з території МБП досить широкий термін «локальні очисні споруди» треба розшифрувати або ж конкретним складом споруд чи установок, або ж застосуванням технічного рішення, розробленого автором.
7. Розрахунок еколого-економічного ефекту виконаний за капітальними та експлуатаційними витратами, витратами на водовідведення в міську каналізаційну мережу та прибутком від економії на водозаборі та водовідведенні, бажано доповнити розрахунком відвернутого екологічного збитку.

8. В списку літератури є джерела 70-х років минулого століття, є підручники та замало іншомовних закордонних джерел. В табл. 3.9 незрозумілий сенс позначки «-»: відсутні дані, чи не виявлено (тобто 0). В роботі трапляються помилки оформлення: зайві крапки, коми, та деякі помилкові терміни: «зважені речовини» замість «завислі речовини», «зміст» замість «вміст».

ВИСНОВОК

Наведені недоліки не змінюють загального позитивного враження від дисертаційної роботи і можуть розглядатися як побажання в подальшій науково-дослідній роботі. Дисертаційна робота **Максименко Олени Аркадіївни «Удосконалення систем відведення та очищення зливових стоків машинобудівних підприємств для забезпечення екологічної безпеки»**, за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 21.06.01– екологічна безпека.

Дисертаційна робота **Максименко О. А.** є актуальною та новою для України, має впливове значення для забезпечення належного рівня екологічної безпеки довкілля, особливо природних водних об'єктів. На підставі натурних та аналітичних досліджень автором розроблено та широко впроваджено технологічні засади використання електрохімічних методів для очищення ЗС з території МБП, розроблено математичну модель та встановлені закономірності процесу очищення зливових стоків машинобудівних підприємств методом електрокоагуляції, удосконалено метод оцінки забруднення ЗС шляхом комплексного врахування фізичних, хімічних та біологічних показників і систему відведення ЗС підприємств шляхом їх розділення на слабо і сильнозабруднені та систему ефективного очищення з подальшим використанням у технічному водопостачанні.

Дисертаційна робота є завершеним дослідженням, містить наукову новизну та практичну користь, відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій ДАК МОН України - п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013, а її автор **Максименко Олена Аркадіївна** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01– екологічна безпека.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри безпеки життєдіяльності
та інженерної екології Харківського
національного університету будівництва
та архітектури, доктор технічних наук,
професор



В.О.Юрченко